

ISSN 2500-3208

ВЕСТНИК  
БАЛТИЙСКОГО  
ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
им. И. КАНТА

Серия  
Естественные и медицинские  
науки  
№ 2

Калининград  
Издательство Балтийского федерального университета  
им. Иммануила Канта  
2020

*Редакционная коллегия*

*Г. М. Федоров*, д-р геогр. наук, проф., Институт природопользования, пространственного развития и градостроительства, БФУ им. И. Канта (главный редактор); *С. В. Корнев*, д-р мед. наук, проф., Медицинский институт, БФУ им. И. Канта (зам. главного редактора); *Б. Я. Алексеев*, д-р мед. наук, проф., Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П. А. Герцена; *Р. С. Богачев*, д-р мед. наук, проф., Медицинский институт, БФУ им. И. Канта; *В. А. Гриценко*, д-р физ.-мат. наук, проф., Институт природопользования, пространственного развития и градостроительства, БФУ им. И. Канта; *И. С. Гуменюк*, канд. геогр. наук, доц., Институт природопользования, пространственного развития и градостроительства, БФУ им. И. Канта; *А. Г. Дружинин*, д-р геогр. наук, проф., Северо-Кавказский научно-исследовательский институт экономических и социальных проблем, ЮФУ; *Л. Л. Емельянова*, канд. геогр. наук, Институт региональных исследований, Балтийский федеральный университет им. И. Канта (ответственный редактор); *Ю. М. Зверев*, канд. геогр. наук, доц., Институт природопользования, пространственного развития и градостроительства, БФУ им. И. Канта; *В. А. Изранов*, д-р мед. наук, проф., Медицинский институт, БФУ им. И. Канта (ответственный редактор); *Е. В. Краснов*, д-р геол.-минерал. наук, проф., Институт природопользования, пространственного развития и градостроительства, БФУ им. И. Канта; *А. Г. Манаков*, д-р геогр. наук, проф., естественно-географический факультет, Псковский государственный университет; *Т. Пальмовский*, д-р географии, проф., кафедра географии регионального развития, Гданьский университет; *А. И. Пашов*, д-р мед. наук, проф., Медицинский институт, БФУ им. И. Канта; *А. Разбадаускас*, проф., факультет наук о здоровье, Клайпедский университет; *В. В. Сивков*, канд. геол.-минерал. наук, Атлантическое отделение, Институт океанологии РАН; *Э. Спиряевас*, проф., Центр трансграничных исследований, Клайпедский университет; *М. Фрюауф*, проф., Институт географических наук и географии, Университет им. Мартина Лютера г. Галле; *П. К. Яблонский*, д-р мед. наук, проф., Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-65779 от 20 мая 2016 г.

*Адрес редакции:*

236016, Россия, Калининград, ул. А. Невского, 14

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Экономическая, социальная и политическая география*

|  |    |
|--|----|
| <i>Дружинин А.Г.</i> Геополитическая турбулентность и ее экономико-географические проекции (на примере Западного побережья России).....  | 5  |
| <i>Горочная В.В.</i> Экономическая безопасность приграничного региона: количественные и качественные измерения (на примере Ростовской области) .....                               | 16 |
| <i>Гуменюк И.С.</i> Оценка некоторых аспектов транспортной доступности сельских территорий Калининградской области с использованием инструмента социологического исследования..... | 38 |

### *Физическая география, геоэкология и океанология*

|   |    |
|---|----|
| <i>Манукян А.Р., Жиндарев Л.А., Шаплыгина Т.В., Смирнова А.В., Волкова И.И.</i> Палеофауна доминиканского янтаря: современное состояние изученности, сравнительный анализ ..... | 49 |
|---|----|

### *Вопросы медицины*

|   |     |
|---|-----|
| <i>Изранов В.А., Казанцева Н.В., Степанян И.А., Мартинович М.В., Гордова В.С., Бут-Гусаим В.И.</i> Эластография сдвиговой волной печени: проблема точности и воспроизводимости.....                             | 67  |
| <i>Морозов С.В., Изранов В.А., Казанцева Н.В.</i> Диагностические критерии спленомегалии (обзор).....   | 89  |
| <i>Масляков В.В., Барсуков В.Г., Доржиев П.С., Урядов С.Е., Горбелик В.Р., Низовцева С.А.</i> Особенности некоторых показателей реологических свойств крови и гемостаза при колото-резаных ранениях сердца..... | 101 |

## CONTENTS

### *Economic, social and political geography*

|          |  |    |
|----------|--|----|
| <b>4</b> | <i>Druzhinin A.G.</i> Geopolitical turbulence and its economic and geographical projections: the case of Russia's western border regions.....          | 5  |
|          | <i>Gorochnaya V.V.</i> Economic security of a border region: quantitative and qualitative measurements (the case of the Rostov region) .....           | 16 |
|          | <i>Gumenyuk I.S.</i> Assessment of transport accessibility of rural territories of the Kaliningrad region using methods of sociological research ..... | 38 |

### *Physical Geography, Geo-ecology and Oceanology*

|  |   |    |
|--|---|----|
|  | <i>Manukyan A.R., Zhindarev L.A., Shaplygina T.V., Smirnova A.V., Volkova I.I.</i> Paleofauna of Dominican amber: the current state of research and comparative analysis..... | 49 |
|--|---|----|

### *Medicine*

|  |   |     |
|--|---|-----|
|  | <i>Izranov V.A., Kazantseva N.V., Stepanyan I.A., Martinovich M.V., Gordova V.S., But-Gusaim V.I.</i> Liver shear wave elastography: the problem of accuracy and reproducibility..... | 67  |
|  | <i>Morozov S.V., Izranov V.A., Kazantseva N.V.</i> Diagnostic criteria for splenomegaly (review).....   | 89  |
|  | <i>Maslyakov V.V., Barsukov V.G., Dorzhiev P.S., Urjadov S.E., Gorbelyk V.R., Nizovceva S.A.</i> Rheological properties of blood and hemostasis of the stab wounds of the heart.....  | 101 |

А. Г. Дружинин

## ГЕОПОЛИТИЧЕСКАЯ ТУРБУЛЕНТНОСТЬ И ЕЕ ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОГО ПОРУБЕЖЬЯ РОССИИ)

5

Социально-экономическое развитие стран и регионов планеты в последние десятилетия испытывает воздействие ширящегося противостояния глобальных и региональных «центров силы», их нарастающего геоэкономического и геополитического соперничества, сопровождаемого в том числе и усиливающейся геополитической турбулентностью. Цель статьи – обосновать данное понятие в его общественно-географической проекции (акцентировав внимание на геополитической турбулентности и ее проявлении применительно к территориальной организации общества и ее структурам), раскрыть важнейшие аспекты пространственного реструктурирования российской экономики под воздействием геополитических изменений последних лет, высветить и оценить резистентность экономики регионов Западного порубежья России к геополитической турбулентности. Особое внимание при этом уделено типологизации порубежных регионов, проведенной с учетом воздействия на региональные социально-экономические системы геополитической турбулентности и компенсационных мер государственной поддержки. Предлагается также общее концептуальное видение геополитической турбулентности как перманентной (слабо прогнозируемой и лишь отчасти регулируемой) череды изменений – не только глобального политического миропорядка, но и положения в нем конкретной страны и ее отдельных пространственных составляющих (регионов, крупных городских агломераций). Причем изменения эти фиксируемые, существенные для общества и его структур, отражаемые в общественном сознании, воплощенные в научном дискурсе.

*The socio-economic development of countries and world regions during recent decades has been affected by the confrontation of global and regional centres of power, their growing geoeconomic and geopolitical rivalry, accompanied by increasing geopolitical turbulence. The article aims to substantiate the concept of geopolitical turbulence in its socio-geographical projection. Special emphasis is made on its manifestations in the territorial organization of society and its structures. The author reveals the most relevant aspects of the territorial restructuring of the Russian economy, which is being influenced by recent geopolitical changes. The author assesses the economic resistance of Russia's western border regions to geopolitical turbulence. Special attention is paid to the typology of border regions, which is built taking into account the impact of geopolitical turbulence and compensatory measures of state support on regional socio-economic systems. The study offers a general conceptual vision of geopolitical turbulence as a permanent (poorly predictable and only partially regulated) series of changes in the global political order as a whole*



*and in the position of a particular country and its spatial units – regions and large urban agglomerations. Such changes are obvious and significant for society; they are reflected in the public consciousness and embodied in scientific discourse.*

**Ключевые слова:** геополитика, геополитическая турбулентность, Россия, западное порубежье, регионы, региональное экономическое развитие.

**Keywords:** geopolitics, geopolitical turbulence, Russia, Western Borderlands, regions, regional economic development.

## Введение

6

Еще в начале 1970-х гг. блестящий методолог и теоретик социально-экономической географии Ю.Г. Саушкин [16] очень верно предрекал грядущее «усложнение» географической картины мира, акцентировал необходимость видения все большей «многомерности» пространственных явлений и процессов. Соответствующая данному тренду, последующая многократно высвечиваемая лидерами нашей науки [13; 24] глубинная дифференциация общественно-географического знания (сопровождаемая в том числе и активизацией собственно политико-географических исследований [9], утверждением в нашей науке геополитических идей и концептов [14]) протекала на фоне осмысления (и актуализации) все новых и новых детерминант пространственной социально-экономической динамики, включая и многоаспектные геополитические обстоятельства. Наблюдаемое в последнее десятилетие ширящееся противостояние глобальных и региональных «центров силы», их нарастающее соперничество (в военно-стратегической, технико-технологической, экономико-финансовой, социокультурной и иных сферах) сопровождается в том числе и процессами, которые уместно обозначить словосочетанием «геополитическая турбулентность». Цель статьи – концептуально обосновать данное понятие, высветить его общественно-географические проекции, сконцентрировав внимание на экономических (экономико-географических) эффектах проявления геополитической турбулентности в пределах Западного порубежья России.

### О понятии «геополитическая турбулентность»

Термин «турбулентность» (изначально присущий лексикону естественных наук, в первую очередь – физики) в последнее время стремительно укореняется в общественном сознании, все чаще фигурируя и в характеристиках современных международных процессов. В соответствующем дискурсе циркулируют, в частности, представления о «глобальной турбулентности» [11], «турбулентности глобальной геополитики» [12], «геоэкономической турбулентности» [2]. Причем во всех случаях (вне зависимости от конкретного смыслового и предметного контекста) слово «турбулентность» означает прежде всего *стремительность, неупорядоченность* процесса, и конструируемая на его основе картина *турбулентного миропорядка* не только предельно созвучна совре-



менным реалиям, но и выступает антитезой, контрверсией по факту оказавшимся весьма иллюзорными (навеянными среднесрочной глобальной конъюнктурой конца 1980-х — начала 1990-х гг.) представлениям о состоявшемся торжестве стабильной геополитической и геоэкономической конструкции («конце истории», согласно идеологеме Ф. Фукуямы [21]).

Нестатичны, поливариантны, впрочем, не только современные структуры международных отношений, но и представления о «геополитике», ее сущности, предметно-объектной сфере. Согласно предельно емкому определению, данному Ивом Лакостом, ведущим французским теоретиком в области современных геополитических процессов, геополитика являет «любое соперничество сил над территорией» [27]. Этому подходу созвучны и представления о «геополитике», культивируемые в среде российских географов-обществоведов: геополитика — это наука, сфокусированная на «выявлении географии отношений между центрами политической силы в мире» [19, с. 30], а также на «изучении влияния свойств территории на политику государства, расположенного на этой территории» [15, с. 113]. Характерно, что в последнее время все возрастающее внимание в геополитических исследованиях (в русле «критической» геополитики) при этом фиксируется не только на положении страны в системе международных экономических, политических, культурных и иных связей, но и на месте, «отводимом ей в мире в представлениях внешних партнеров и собственных граждан» [10, с. 47].

Сквозь призму вышеизложенного понимания геополитики само словосочетание «*геополитическая турбулентность*» — не только концептуально, но и контекстно, оно вмещает ряд значимых смыслов.

Базовый смысловой акцент — это *геополитические изменения*, причем речь может идти и о динамике «свойств территории» (иначе — территориальном социально-экономическом развитии) как детерминанты политики того или иного государства, и о видоизменении баланса и пространственной архитектуры полимасштабных «центров силы», и о трансформации отношений между ними (включая динамику сфер влияния и «миграцию» соответствующих порубежных пространств), и о нестатичности бытующей геополитической картины мира. Подобные метаморфозы (зачастую их диагностируют словосочетанием «геополитическая нестабильность» [1], противопоставляя его «геополитической стабильности», понимаемой как «такой характер взаимоотношений между странами, который не изменяет баланс их исторически сложившихся... политических, экономических и военных интересов» [25]) изначально присущи геополитической турбулентности, но последнее понятие, как видится, более конкретное и сфокусированное, поскольку акцентирует лишь изменения особого рода.

Если обратиться к примеру постсоветской России, то после 1991 г. страна стремительно утрачивала былые геополитические позиции на фоне активного расширения сферы влияния структур коллективного Запада (в первую очередь — ЕС и НАТО). Тема же турбулентности в российском геополитическом дискурсе обозначилась лишь в последнее десятилетие, причем наиболее отчетливо — с 2014 г., что, кстати, симп-



томатично и вполне закономерно. Эффекты турбулентности (*turbulentus* переводится с лат. именно как «бурный, беспорядочный») возникают лишь при следующих существенных условиях. Первое – *геополитическая полисубъектность*, то есть наличие альтернативных центров и «центриков», пусть даже самим своим существованием оспаривающих оформившуюся монополию глобальных (и региональных) государственных лидеров. В этом плане геополитическая турбулентность – продуцент и один из индикаторов многополюсного мира с присущей ему разнонаправленностью, внешней хаотичностью, непредсказуемостью процессов. Второе – латентная и явная конкуренция между геополитическими «центрами силы», проявляющаяся в *конфронтационном* характере тех или иных аспектов международных (межстрановых, межблоковых) отношений, причем отношений, что чрезвычайно важно, *социально (и экономически) значимых, рефлекслируемых обществом* и его институтами (СМИ, наука, политические организации и др.).

В изложенном выше контексте под геополитической турбулентностью целесообразно понимать *ситуационную характеристику перманентной (слабо прогнозируемой и лишь отчасти регулируемой) череды изменений как в целом глобального политического миропорядка, так и положения в нем конкретной страны и ее отдельных пространственных составляющих (регионов, крупных городских агломераций), причем изменений фиксируемых, существенных для социума и его структур, отражаемых в общественном сознании, воплощенных в научном дискурсе.*

Разумеется, турбулентность может охватывать не только собственно геополитику, но и геоэкономическую сферу, а также различные аспекты экополитики, проецироваться как на материализованные объекты, процессы, так и на ментальность (включая столь значимую для геополитики территориальную идентичность). В этом плане геополитическая турбулентность теснейшим образом взаимосвязана с полимасштабными (от планетарного измерения до уровня отдельных локалитетов, корпораций) экономическими процессами, равно как и может иметь социально-экологическую мотивацию и последствия.

Предтечей геополитической турбулентности выступают накопившиеся, обретшие остроту (в связи в том числе с геоэкономической, геодемографической, геокультурной динамикой) глобальные и региональные противоречия. Воплощением – изменения в отношениях между «центрами силы» (включая и трансформацию контуров «силовых полей», сфер доминирования, ареалов конфронтации), транзитивность геополитических взаимодействий и альянсов. Результатирующей – новая (далее продолжающая видоизменяться) геополитическая реальность, имеющая свои выраженные, в том числе и общественно-географические проекции.

### **Общественно-географические проекции геополитической турбулентности: актуальные российские тренды**

Любого рода геополитические отношения по самой своей сути – феномены, одновременно и пространственные, и общественные, что позволяет рассматривать их как неотъемлемую часть единой обще-



ственно-географической реальности. Турбулентность в этих отношениях, следовательно, закономерно воздействует не только на собственно геополитические структуры, но и на другие пространственные аспекты общественного бытия, в своей совокупности оконтуриваемые предельно широкой по своему содержанию, интегрирующей категорией «территориальная организация общества» (ТОО).

Представления о ТОО (понимаемой как «формирование системы использования территории группами людей» [16, с. 378], «человеческий опыт эффективного использования земного пространства» [26]) как явлении в наибольшей мере объединяющем, синтезирующим многообразие общественно-географической реальности, зародились на рубеже 1960–1970-х гг. Согласно классическому определению (данному Б.С. Хоревым), «понятие территориальной организации общества в широком смысле охватывает все вопросы, касающиеся территориального разделения труда, размещения производительных сил, региональных различий в производственных отношениях, расселения людей, взаимоотношения общества и природы, а также проблемы региональной социально-экономической политики» [22, с. 3]. Именно с концептом ТОО принято соотносить такие фундаментальные (и при этом изменчивые, зависящие от внешних конъюнктур) общественно-географические явления, как географическое разделение труда, специализация и кооперирование, концентрация и агломерационные тенденции, пространственное социально-экономическое формирование и др. [24]. Проблематика ТОО вмещает и все более значимый для нее геополитический аспект.

Геополитические процессы и отношения изначально «формируют» базовые структуры ТОО (отдельные страны и их регионы, межгосударственные объединения) и, наряду с этим, воспроизводятся, эволюционируют в их матрице. Будучи в существенной мере порожаемой всей общественно-географической динамикой, геополитическая турбулентность, в свою очередь, проецируется на ТОО (и ее отдельные составляющие, сопровождаясь реструктурированием ТОО, ее «переоценкой»). Причем, как свидетельствует в том числе и ситуация в современной России, — по целому ряду направлений.

На планетарном уровне (в условиях фактического передела мира [9]) турбулентность ведет, с одной стороны, к эскалации интеграционных процессов (в попытках центров силы удержать и «застолбить» сферы своего влияния), с другой — к дальнейшей фрагментации пространства, что сопровождается расширением «буферных зон» и ареалов нестабильности. Во многом с нарастающей (латентной вплоть до «мюнхенской речи» В.В. Путина в 2007 г.) турбулентностью в системе «Россия — Запад» связаны усилия РФ в области евразийской интеграции. Логика разворачивающейся геополитической конфронтации в Арктике (где к тому же сконцентрировано 22 % мировых неразведанных запасов углеводородного сырья, в том числе 30 % неразведанных запасов природного газа, 20 % — газового конденсата и 13 % — сырой нефти [7]) в весомой мере инициирует и стратегию «реосвоения» Россией своего Северного порубежья. На этом фоне сохраняется, нарастает



геополитическая аваркия, что достаточно явственно проявляется и в российском геополитическом дискурсе, где значимы позиции «островного» видения страны [22], самоощущения ее глобального «одиночества» [17], отсутствия у Российской Федерации устойчивых отношений союзничества.

На страновом уровне геополитическая турбулентность порождает более четкое обособление в ТОО ее «ключевых» пространственных составляющих (с позиций обороноспособности, экономики, геополитического имиджа), а также регионов — «слабых звеньев», требующих особого внимания и соответствующих адаптивных социально-экономических стратегий. Особенность современной России — чрезвычайная множественность (и многообразие) таких территорий. Показательно, что в действующей «Стратегии пространственного развития России до 2025 года» не просто задействована категория «геостратегическая территория». В этом качестве рассматривается подавляющее большинство (48!) субъектов федерации.

Геополитическая турбулентность инициирует также многовекторность взаимодействий страны, требует дублирования инфраструктур ее трансграничных коммуникаций. Внешне это выглядит как диверсификация и деконцентрация, но фактически все более дефицитные в условиях турбулентности инвестиционно-финансовые ресурсы аккумулируются в ограниченном числе центров страны, а сама турбулентность существенно повышает совокупные общественные издержки, одновременно снижая эффективность (в том числе и социальную) функционирования ТОО в целом и ограничивая возможность сбалансированного развития ее отдельных пространственно-обособленных составляющих.

Благодаря турбулентности в масштабе той или иной юрисдикции дополнительный импульс получают центростремительные процессы (в российской ситуации воспринимаемые как пролонгация «москвоцентричности» [4]). Параллельно рельефнее высвечиваются значение и специфика приграничных, иноэтнических территорий, а также приморских зон (последние занимают не менее 10 % площади страны и концентрируют почти 11 % ее населения).

Очерчиваемая категорией «турбулентность» реальность инициирует нарастающую активность во внешних «сферах интересов» страны (в том числе и мифологизированных), что, следовательно, повышает в ТОО роль порубежных транспортных коридоров и территорий (регионов, городских агломераций), способных выступать в качестве геополитических и геоэкономических «опорных баз». В Центральной Европе подобную роль способен играть Калининградский эксклав, в Причерноморье — Севастополь, для юго-восточной Украины — Ростовская агломерация и др. Ситуация турбулентности, впрочем, одновременно лимитирует трансграничные взаимодействия (дезагрегируя ранее сложившиеся трансграничные регионы), перенося акцент на внутрискановое экономическое комплексобразование, на приоритетное развитие высокотехнологической (с акцентом на оборонную промышлен-



ность) сферы. Сопряженность ТОО с процессами геополитической турбулентности в итоге — многоаспектная; в полной мере характерна она и для Западного порубежья Российской Федерации.

**Регионы Западного порубежья России  
в условиях геополитической турбулентности:  
типологическая инвариантность экономической динамики**

Порубежье — категория не только лимнологическая, но и геополитическая, позволяющая обозначить пограничье и сопредельные с ним регионы в условиях резко возросшего (производимого множеством объективных и субъективных факторов) межгосударственного, межблокового, межцивилизационного противоборства [5]. Масштаб и острота последнего, предопределяя специфичность тех или иных составляющих данного пространственного феномена (и их «особую ценность» в рамках всего ТОО), продуцирует «порубежные характеристики», инициируя тем самым как концептуализацию, так и делимитацию порубежья, его обособление во всей бытующей множественности общественно-географических структур. В этом плане порубежье (как особый общественно-географический таксон) выступает непосредственным порождением процессов геополитической турбулентности и в то же время являет собой ареал со специфическими, весьма неравнозначными «от места к месту» эффектами от складывающейся под ее воздействием внешнеэкономической и внешнеполитической конъюнктуры.

Современная Россия — во многом приграничная и «порубежная» держава [3]. На выходящие к государственным границам (сухопутным и морским) субъекты федерации приходится почти 77 % территории страны, более 48 % демографического и 41 % — экономического потенциала (по ВРП). Существенная (43 %) часть порубежного населения и экономики приграничных регионов (41 %) сконцентрированы при этом на западе (юго-западе, северо-западе) страны в 17 субъектах Российской Федерации, в свою очередь различающихся своими характеристиками и проявляющих выраженную типологическую инвариантность [6].

В пределах российского Западного порубежья уместно, в частности, группировать регионы по параметру широтной зональности (северные, южные и др.), по местоположению в центрo-периферийной системе страны (в том числе и наличию крупных агломераций), по «объему» экономики и демографическому «весу» и т. д. Возможна типологизация и с учетом фактора турбулентности, то есть связанных с геополитической динамикой (правда, не всегда напрямую) экономических изменений (особое место в подобной группировке в силу своей позиционной, структурной и ментальной специфики [8; 20] изначально занимает российский эксклав на Балтике, а также субъекты РФ Крымского полуострова).

Вступление России и коллективного Запада в фазу открытого соперничества чаще всего хронологически соотносят [18] с крымским референдумом и началом войны в Донбассе. Значимой региональной типологической характеристикой предстает в этой связи динамика ВРП в



Западном порубежье России (соотнесенная со среднероссийским трендом) за 2013–2016 гг., а также «компенсирующая» негатив турбулентности активность Российской Федерации в форме безвозмездных перечислений в бюджеты регионов Западного порубежья (табл. 1).

Таблица 1

**Изменение отношения к среднему по стране душевого ВРП  
регионов Западного порубежья России, а также их доля  
в безвозмездных перечислениях в бюджеты субъектов РФ за 2013–2016 гг.**

| Регион                  | Отношение душевого ВРП<br>к среднему по стране |       |                                     | Доля в безвозмездных<br>перечислениях<br>из федерального бюджета, % |      |                          |
|-------------------------|--|-------|-------------------------------------|---|------|--------------------------|
|                         | 2013   | 2016  | Изменение<br>за 2013–2017,<br>п. п. | 2013  | 2016 | Изменение<br>доли, п. п. |
| Архангельская область   | 1,11   | 1,24  | 0,13                                | 1,21  | 1,10 | –0,11                    |
| Ненецкий АО             | 10,71  | 12,33 | 1,62                                | 0,19  | 0,12 | –0,07                    |
| Мурманская область      | 1,05   | 1,19  | 0,14                                | 0,44  | 0,43 | –0,01                    |
| Республика Карелия      | 0,75   | 0,79  | 0,04                                | 0,51  | 0,80 | 0,29                     |
| Санкт-Петербург         | 1,30   | 1,51  | 0,21                                | 2,73  | 1,47 | –1,26                    |
| Ленинградская область   | 1,02   | 1,08  | 0,06                                | 0,63  | 0,55 | –0,08                    |
| Калининградская область | 0,76   | 0,81  | 0,05                                | 0,76  | 2,63 | 1,87                     |
| Псковская область       | 0,46   | 0,47  | 0,01                                | 0,70  | 0,67 | –0,03                    |
| Смоленская область      | 0,62   | 0,58  | –0,04                               | 0,51  | 0,49 | –0,02                    |
| Брянская область        | 0,47   | 0,49  | 0,02                                | 1,30  | 1,65 | 0,35                     |
| Курская область         | 0,64   | 0,69  | 0,05                                | 0,76  | 0,80 | 0,04                     |
| Белгородская область    | 0,98   | 0,99  | 0,01                                | 1,46  | 1,16 | –0,30                    |
| Воронежская область     | 0,70   | 0,76  | 0,06                                | 1,52  | 1,35 | –0,17                    |
| Ростовская область      | 0,57   | 0,64  | 0,07                                | 2,22  | 2,20 | –0,02                    |
| Краснодарский край      | 0,82   | 0,79  | –0,03                               | 2,16  | 2,08 | –0,08                    |
| Республика Крым         | ...  | 0,35  | ...                                 | ...   | 4,65 | ...                      |
| Севастополь             | ...  | 0,32  | ...                                 | ...   | 0,67 | ...                      |

Источник: данные Росстата.

Как свидетельствует статистика, экономика регионов российского Западного порубежья в «посткрымский» период целом продемонстрировала повышенную (в сопоставлении со средней по стране ситуацией) резистентность к эффектам турбулентности. Лишь в 4 регионах в 2015 г. (Калининградская, Псковская и Смоленская области, а также Краснодарский край) зафиксирован отрицательный индекс физического объема ВРП. Лишь в двух субъектах федерации (Краснодарский край и Смоленская область) за 2013–2016 гг. душевой ВРП снизился к среднему по стране. Это связано, полагаю, и с инерцией ТОО, и со структурными особенностями экономики западных порубежных территорий. На этом фоне за исследуемый период для 11 регионов порубежья их доля в безвозмездных перечислениях из федерального бюджета была сокращена. Среди существенно нарастивших объем федеральных дотаций (помимо территорий Крыма) — Калининградская и Брянская области, а также Республика Карелия.



В итоге, анализируя «поведение» экономических систем Западного порубежья России за 2013–2016 гг. и политику их бюджетной поддержки из федерального центра, можно выделить следующие типологические группы регионов (табл. 2).

Таблица 2

**Типологическая группировка регионов Западного порубежья России по степени резистентности к геополитической турбулентности и «компенсирующей» федеральной поддержке за 2013–2016 гг. (без Республики Крым и Севастополя)**

| Изменение доли региона в совокупных безвозмездных перечислениях в бюджеты субъектов РФ | Изменение позиций в экономическом пространстве страны |   |  |
|--|---|---|--|
|  | Ослабили  | Существенно не изменили                                       | Укрепили   |
| Нарастили долю   | –   | <i>Республика Карелия, Калининградская и Брянская области</i> | –  |
| Доля практически не изменилась   | <i>Смоленская область, Краснодарский край</i>         | <i>Псковская, Курская, Ростовская области</i>                 | <i>Мурманская область</i>                                  |
| Сократили долю   | –   | <i>Ленинградская область, Воронежская область</i>             | <i>Архангельская область, Ненецкий АО, Санкт-Петербург</i> |

13

Подавляющая часть регионов Западного порубежья, таким образом, преодолела кризисную траекторию 2014–2016 гг. более успешно, чем другие составляющие ТОО России. И лишь в 3 субъектах (кроме, разумеется, Республики Крым и Севастополя, пребывающих в особых социально-экономических условиях) дополнительные меры федеральной поддержки оказались мотивированы не только непосредственно ситуацией в хозяйственном комплексе, но и геополитическими соображениями, позволяя рассматривать Брянскую область, Республику Карелия и особенно Калининградскую область как приоритетных (и экстренных!) получателей своего рода «геополитической ренты».

### Заключение

Характерное для современного исторического периода ширящееся противостояние глобальных и региональных «центров силы», их нарастающее геоэкономическое и геополитическое соперничество активизируют геополитическую турбулентность, актуализируют соответствующую исследовательскую проблематику, требуют первостепенного внимания к общественно-географическим факторам, проявлениям и последствиям геополитических процессов, в том числе в пространственном контуре Российской Федерации, ее Западного порубежья.

*Исследование выполнено в рамках гранта РНФ № 18-17-00112 «Обеспечение экономической безопасности регионов Западного порубежья России в условиях геополитической турбулентности».*



## Список литературы

1. *Артемова Е.И., Петрова А.Ю.* Развитие торговых отношений России и стран ЕС в условиях геополитической нестабильности // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрно-университета. 2015. №112. С. 1236–1247.

2. *Горочная В.В., Дружинин А.Г.* Индикация экономической безопасности приграничного региона в условиях геоэкономической турбулентности (на примере Ростовской области) // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2019. №1. С. 96–106.

3. *Дружинин А.Г.* Россия в многополюсной Евразии: взгляд географа-обществоведа. Ростов н/Д, 2016.

4. *Дружинин А.Г.* Пролонгация «москвоцентричности» российского пространства: pro et contra // Полис. Политические исследования. 2018. №5. С. 29–42.

5. *Дружинин А.Г.* О феномене «западное порубежье России» // Региональные исследования. 2018. №3 (61). С. 35–44.

6. *Дружинин А.Г.* Западное порубежье России: делимитация, структурирование, типологизация // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2019. №1. С. 5–16.

7. *Ивашов Л.Г., Кефели И.Ф.* Морская мощь российской Арктики: геополитический аспект // Морской сборник. 2012. Т. 1983, №6. С. 43–49.

8. *Клемешев А.П., Корнеев В.С., Пальмовский Т., Студжиницки Т., Федоров Г.М.* Подходы к определению понятия «Балтийский регион» // Балтийский регион. 2017. Т. 9, №4. С. 7–28.

9. *Колосов В.А., Мироненко Н.С.* Геополитика и политическая география. М, 2002.

10. *Колосов В.А.* Критическая геополитика: основы концепции и опыт ее применения в России // Политическая наука. 2011. №4. С. 31–52.

11. *Красоченков Д.А.* Экономический рост и мирохозяйственные связи в условиях глобальной турбулентности: тренды и проблемы // Международная аналитика. 2018. №3 (25). С. 108–125.

12. *Купин В.Н.* Турбулентность глобальных геополитических процессов и проблемы национальной безопасности // Вестник Саратовской государственной юридической академии. 2019. №2 (127). С. 34–44.

13. *Лавров С.Б.* Интеграционные тенденции в географии // Советская география. Л., 1984. С. 28–41.

14. *Лавров С.Б.* Геополитика: возрождение запретного направления // Известия РГО. 1993. Вып. 4. С. 36–41.

15. *Потоцкая Т.И., Сильнича А.В.* Состояние географических исследований в современной России // Балтийский регион. 2019. Т. 11, №2. С. 112–135.

16. *Саушкин Ю.Г.* Экономическая география: история, теория, методы, практика. М., 1973.

17. *Сурков В.* Одиночество полукровки (14+) // Россия в глобальной политике. 2018. №2. URL: <http://www.globalaffairs.ru/global-processes/Odinochestvo-polukrovki-14-19477> (дата обращения: 22.03.2020).

18. *Тимофеев И.* Угрозы для России: из прошлого в будущее // Россия в глобальной политике. 2020. №1. URL: <https://www.globalaffairs.ru/articles/opyat-trojka/> (дата обращения: 13.03.2020).

19. *Туровский Р.Ф.* Политическая география. М.; Смоленск, 1999.

20. *Федоров Г.М., Михайлов А.С., Кузнецова Т.Ю.* Влияние моря на развитие экономики и расселения стран Балтийского региона // Балтийский регион. 2017. Т. 9, №2. С. 7–27.



21. Фукуяма Ф. Конец истории? // Вопросы философии. 1990. №3. С. 84–118.
22. Хорев Б. С. Территориальная организация общества. М., 1981.
23. Цымбурский В. Л. Остров Россия. Геополитические и хронополитические работы разных лет. 1993–2006. М., 2007.
24. Чистобаев А. И., Шарыгин М. Д. Экономическая и социальная география: новый этап. Л., 1990.
25. Швец А. Б. Геополитическая стабильность и вызовы Причерноморья // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2018. Т. 4 (14), №2. С. 19–29.
26. Morrill R. I. The spatial organization of society. Belmont, 1970.
27. Lacoste Y. La géographie, la géopolitique et le raisonnement géographique // Herodote – La géopolitique, des géopolitiques (146–147, troisième et quatrième trimestres 2012). P. 3–21.

#### Об авторе

Александр Георгиевич Дружинин – д-р геогр. наук, директор, Северо-Кавказский НИИ экономических и социальных проблем Южного федерального университета; ведущ. науч. сотр., Институт географии РАН; проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: alexdru9@mail.ru

#### The author

Prof. Alexander G. Druzhinin, Head of the North-Caucasus Research Institute of Economic and Social Problems, Southern Federal University; Leading Researcher, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences; Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: alexdru9@mail.ru

*В. В. Горочная*

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  
ПРИГРАНИЧНОГО РЕГИОНА:  
КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ  
(НА ПРИМЕРЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

16

Подвергнуты индикации и оценке уровень экономической безопасности Ростовской области как приграничного западного региона России, находящегося в условиях геоэкономической турбулентности. С применением взаимодополняющих методов экономико-статистического анализа динамических рядов, а также экспертного интервьюирования воссоздана многомерная картина внутрорегиональных процессов, спровоцированных внешнеэкономическим сдвигом. Эмпирически фиксировано как общее ухудшение обстановки по ряду показателей, так и ответная реакция региона, самоорганизующаяся мобилизация его производственных сил при образовании новых рыночных ниш в процессе импортозамещения. Установлены присущие региону относительные стабильность и поступательность развития, наряду с негативными тенденциями за последние 4 года, спровоцированными ухудшением деловой среды региона. Сопоставление с общероссийскими значениями индикаторов, а также средними по всем регионам Западного побережья России и Краснодарским краем позволило выявить на фоне относительно благополучной ситуации на Юго-Западе России ужесточающуюся межрегиональную конкуренцию. Выявлены основные угрозы, вызванные как геоэкономической обстановкой, так и ее проекцией во внутрорегиональной среде, усугубившей общесистемные российские проблемы.

*The article evaluates the economic security of the Rostov region, a western border region of Russia under the conditions of geoeconomic turbulence. Using complementary methods of the economic-statistical analysis of dynamic series and expert interviewing, the author describes multidimensional intra-regional processes triggered by external economic shifts. Empirical research shows a decrease in several economic indicators and the response of the region's economy to external challenges. The Rostov region is capable of the mobilization of its productive forces while forming new market niches in the process of import substitution. The research shows that the Rostov region is relatively stable economically and has enough potential for progressive development. However, over the past 4 years, some negative trends have been observed. They were mainly caused by the deterioration of the regional business environment. A comparative analysis of the regional and all-Russia economic indicators, as well as the average indicators of Russia's western border regions and the Krasnodar Krai, reveals a growing competition between regions in the economically prosperous South-West of Russia. The study identified the main threats caused by both the geoeconomic situation and its projection onto the intra-regional environment. These threats aggravated system-wide economic problems.*

**Ключевые слова:** экономическая безопасность региона, Ростовская область, западное побережье России, геоэкономическая турбулентность.

**Keywords:** regional economic security, Rostov region, Western Russian borderline, geo-economic turbulence.



## Введение

Приоритеты пространственного развития России, которые отражены на уровне федеральной стратегии [21], активно обсуждаемой в последнее время [25; 27], предусматривают дифференцированный подход к управлению региональным развитием. В том числе с акцентом на регионы, составляющие зону контактного внешнего взаимодействия для всего национального хозяйства. Актуальность проблем экономической безопасности порубежных регионов России находится в непосредственной сопряженности с вектором геоэкономического и геополитического взаимодействия с приграничными государствами [15; 20; 26]. В свете текущих проблем, затрудняющих взаимодействие в системе «Россия – Запад» и приводящих к резким сменам экономико-правовых режимов (и в итоге – к проявлениям геоэкономической турбулентности), происходит ослабление деловой контракции. Кроме того, наряду с текущими негативными трендами международной торговли, имеют место и общее падение взаимного инвестиционного интереса, сокращение сотрудничества в сфере инноваций и разработок, влекущие глубокие и долгосрочные последствия для экономики приграничных регионов. Затруднительные условия прогнозирования и стратегического планирования откладывают негативный отпечаток и на внутрирегиональной ситуации, влияя на состояние деловой среды, модели поведения экономических субъектов.

Сложившееся положение требует корректировки и регулирования, опирающихся не на дотационную модель погашения сложившихся рисков, но на механизмы поддержания устойчивости и рыночной конкурентоспособности региональных предприятий. В свою очередь, возникает необходимость в достоверной оценке рисков и угроз экономической безопасности приграничных регионов, воссоздании объемной и достоверной картины тех факторов и процессов, которые происходят в них за последние 5 лет с начала геоэкономической турбулентности в международном экономическом взаимодействии. В том числе имеют значение взаимная верификация и взаимодополнение данных, полученных количественными и качественными методами. В качестве объекта настоящего исследования выбрана Ростовская область как приграничный экспортоориентированный регион, значимый в национальных масштабах и непосредственно соседствующий с Украиной, а потому практически утративший международного партнера, до 2014 г. составлявшего около трети трансграничного товарооборота [19].

## Теория вопроса

Экономическая безопасность на региональном уровне является объектом интереса многочисленных исследователей, среди которых следует выделить значительную роль уральской и балтийской научных школ, сформировавших целый ряд подходов и обширный инструментарий, опирающийся на статистические, экономико-математические



методики, имитационное моделирование и др. [18]. В целом за последние годы возрастает интерес к особенностям развития, проблемам и специфике экономической безопасности приграничных регионов [10; 11; 16] — как в плане общей теоретической проработки [22], так и с акцентом на различные территориальные ареалы (преимущественно восточные и западные). Особенно актуализируется «конкурентное измерение» [3], либо фактор конкурентных преимуществ и конкурентоспособности [7; 9; 15], как важнейшая составляющая региональной экономической безопасности на современном этапе. Данная тенденция является следствием усиления глобальной конкуренции как фактора региональной экономической безопасности, выходящего на первый план. Наряду с устойчивостью регионального воспроизводства и поступательностью развития обязательным условием безопасности становятся сравнительная позиция и привлекательность территориального объекта в международной системе, что напрямую сказывается на порубежных регионах, балансирующих в ареале «разности потенциалов» сопредельных национальных экономических систем.

Экономическая безопасность западных порубежных регионов России подвергается в настоящее время многостороннему изучению: особенности их экономического развития в геотурбулентных условиях [5], [12], изменения социально-демографической ситуации [29], возможности реализации стратегического территориального планирования [28]. В настоящее время в региональных научных исследованиях все чаще учитывается специфика приграничного положения, разрабатываются методы, позволяющие отразить ее в процессе индикации и оценки экономической безопасности региона [3; 14]. В том числе нашел применение ряд качественных методов, учитывающих мнение и оценку регионального сообщества в качестве критерия идентификации факторов как рискогенных [5; 13], что соответствует постепенной «гуманизации» категории экономической безопасности региона, ее зависимости от интересов и приоритетов региональных элит и социума [3]. Ведущая роль в систематизации и обобщении сложившегося круга методик индикации региональной экономической безопасности, также разработке путей их адаптации к специфическим проблемам приграничных регионов в последние годы принадлежит К. Ю. Волошенко [2; 30].

Экономическая безопасность Ростовской области является объектом наблюдений на протяжении последних десятилетий [1], в том числе как приграничного экспортноориентированного региона, интегрированного в трансграничное пространство [3–6]. Для исследования и оценки уровня экономической безопасности области применялись методики эмпирического экспертного обследования [5], когнитивного стратегического моделирования [8], разрабатывались методики микро-математического расчета [23], система бюджетных финансовых показателей [24]. Выявлена особая роль самоорганизующейся кластеризации промышленности [3; 4; 6] и стимулирования инвестиционной деятельности в развитие инновационного сектора [17] как способов преодоления и минимизации внешнеэкономических рисков, обоснованы возможности и необходимость применения инструментов бюджет-



ной стабилизации [24]. Однако узкая специализированность и фрагментарность исследований требует проведения исследования, позволяющего сопоставить результаты применения качественных и количественных методик.

### Методы и данные

В настоящем исследовании проводится экономико-статистический анализ экономической безопасности Ростовской области по системе общих индикаторов, разработанных, обоснованных и отраженных в работах [2; 18; 30]. Динамические ряды значений показателей за 2000–2017 гг. (данный временной отрезок позволяет отследить не только текущие процессы, но и их соответствие долгосрочным трендам), рассчитанные на основе данных официальной статистики [19] по Ростовской области, сопоставлены со средними значениями по всем западным порубежным регионам России и общероссийскими значениями (в тех случаях, когда сама методика расчета показателя не предусматривает сравнения с российским значением). Также проводится сравнение с данными по Краснодарскому краю как приграничному и приморскому региону, обладающему аналогичным отраслевым профилем и находящемуся в схожих условиях.

Качественные данные получены на основе экспертных интервью, частично отраженных в нашем исследовании [5]. Опрос 16 экспертов — представителей региональной администрации, бизнеса, науки и общественных организаций, в том числе сотрудников отделов по поддержке экспортной деятельности, аналитиков рынков ближнего и дальнего зарубежья — в устной и письменной форме в 2019 г., а также открытая анкета из 18 вопросов, предполагающих самостоятельную формулировку понятия экономической безопасности региона, методов и путей ее достижения в целом и в конкретно в Ростовской области, с уточняющими и конкретизирующими вопросами по проблемам приграничного межорганизационного сотрудничества и неформальных контактов населения в усложнившихся условиях. Экспертные мнения сгруппированы вокруг основных обобщенных позиций, характеризующих качественное состояние экономической безопасности Ростовской области. Результаты экспертной и количественной статистической оценки подвергаются сравнительной аналитике.

### Результаты статистического исследования

Уровень душевого ВРП в Ростовской области за исследуемый период колеблется в диапазоне 0,5–0,65, что ниже не только среднероссийского уровня, но и среднего по всем регионам Западного порубежья, а также Краснодарского края (0,6–0,8). Тем не менее в силу существенной вариации в самой группе порубежных регионов данный показатель оказывается хотя и низким, но не критическим: Ростовская область не относится к регионам с наименьшим душевым ВРП среди Западного порубежья (такowymi стабильно являются Брянская и Псковская области, а с 2014 г. — также Республика Крым и Севастополь) (рис. 1).

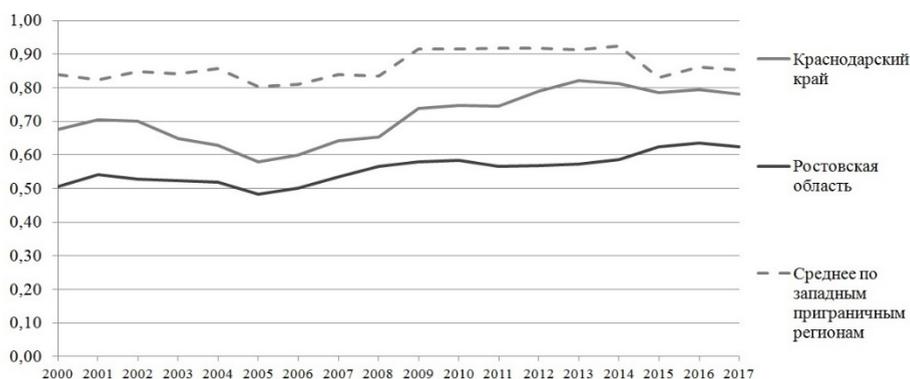


Рис. 1. Динамика среднедушевого ВРП

Источник: составлено автором на основе [19].

Динамика индикатора позволяет выделить три основных периода:

– спад до 2005 г. (что совпадает с аналогичной динамикой в среднем по всем регионам Западного порубежья);

– сокращение разрыва со среднероссийским значением в 2005 г., продолжавшееся до 2016 г. (в Краснодарском крае – до 2015, что может свидетельствовать о наличии лаговой инерции поступательного развития Ростовской области, действующей и в условиях геоэкономических изменений);

– наметившийся впоследствии незначительный спад (который в целом может быть проявлением очередной фазы осцилляторной динамики, наблюдаемой на фоне общего положительного тренда за последние годы).

Динамика такого индикатора, как *отношение инвестиций к ВРП*, также может быть подвергнута периодизации на три этапа:

– медленный рост до 2008 г. (при незначительной осцилляции показатель по Ростовской области близок среднему по регионам Западного порубежья, в то время как показатель по Краснодарскому краю стабильно его превышает, а также приблизительно в 1,5 раза выше общероссийского);

– 2009–2013 гг. – период общего сокращения инвестиционной деятельности, более активного и глубокого в Ростовской области, нежели в целом по России и западным регионам, на фоне активного роста (в 1,4 раза) в Краснодарском крае;

– с 2014 г. – резкий спад в Краснодарском крае при сохранении медленных темпов сокращения в Ростовской области; после 2016 г. в обоих южных регионах значения показателя опустились ниже среднего по Западнему порубежью, а в Краснодарском крае приблизились к российскому уровню.

Аналогичным образом развивается динамика показателей организационной среды. Доля убыточных организаций в южных регионах была стабильно ниже среднероссийского и среднего по Западнему порубе-



жью (рис. 2). После общего сокращения до 2008 г. в 2009–2013 гг. сочетались тенденции к росту числа убыточных предприятий и его преодолению, после чего началась «новая волна» роста. Преодоление негативных последствий 2014 г. намечилось с двухлетним лаговым интервалом с 2016 г. Если осцилляция показателя в Краснодарском крае была более амплитудной, а в Ростовской — более стабильной, то после 2013–2014 гг. намечилась тенденция к конвергенции, синхронизации трендов южных регионов.

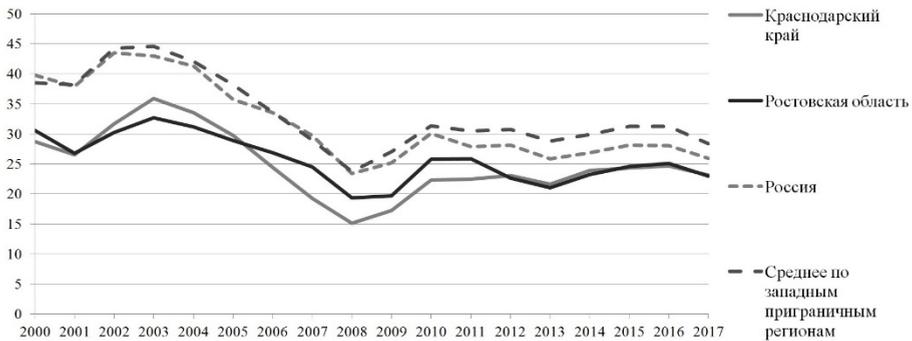


Рис. 2. Динамика доли убыточных организаций

Источник: составлено автором на основе [19].

Степень износа основных фондов в Ростовской области до 2014 г. практически не отличалась от среднего значения по всем западным порубежным регионам, после чего начала снижаться (в то время как Краснодарский край при более низком значении демонстрировал противоположную динамику). После 2014 г. в Ростовской области, напротив, намечилась тенденция к снижению на фоне общего роста в западных регионах. При этом в целом показатель по Ростовской области стабильно ниже среднероссийского на 10–30 % (рис. 3).

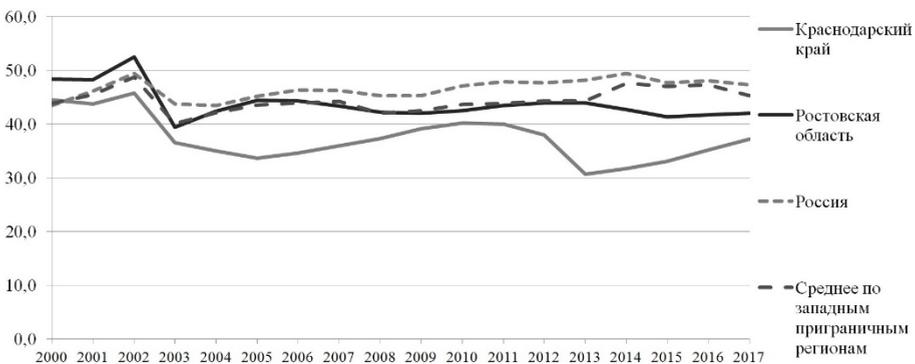


Рис. 3. Динамика показателя степени износа основных фондов

Источник: составлено автором на основе [19].



Еще более разнообразной оказалась реакция инновационного сектора. В среднем по Западному порубежью России *доля инновационного продукта в общем объеме отгруженных товаров, работ и услуг* ниже среднероссийской, не отреагировала она и на общероссийский рост, начавшийся с 2009–2010 гг. Однако после 2013 г., во время общероссийского спада, обнаружила тенденцию к росту, постепенно усиливающемуся до настоящего времени. На этом фоне тренды южных регионов весьма своеобразны: показатель по Ростовской области превысил средний по Западному порубежью еще в 2003 г. Он возростал сперва постепенно и с ощутимой осцилляцией (периодами спада в 2005–2006 и 2009–2011 гг.), затем весьма активно (с годовыми темпами роста до 30,1 %, превышая среднероссийский уровень до 1,7 раз), в 2011–2016 гг. достигнув значения 14,5 %, после чего начал столь же резко снижаться. В Краснодарском крае, претерпевая разнопорядковую осцилляцию и при этом стабильно находясь на уровне ниже среднего по всему Западному порубежью, доля инновационного продукта стала возрастать с 2013 г. и особенно активно – после 2015, в результате к 2017 г. превышая среднероссийский показатель практически вдвое.

*Соотношение затрат на технологические инновации и затрат на исследования и разработки* в южных регионах до 2011 г. было ниже среднероссийского показателя (в то время как в среднем по регионам Западного порубежья оно было выше), после чего дважды происходили рост и превышение среднероссийского уровня: в 2011–2013 гг., а также 2015–2016. В Ростовской области он оказался менее масштабным, чем в Краснодарском крае, а после 2016 г. наметилось очередное перераспределение пропорции затрат в сторону исследований и разработок. Примечательно, что это происходит на фоне усилившегося за последние годы сближения между среднероссийским показателем и средним по регионам Западного порубежья.

Практически та же картина наблюдается в результате анализа показателя *соотношения объема отгруженной инновационной продукции и затрат на технологические инновации*. Для Ростовской области характерен нестабильный, но в целом повышательный тренд (в 2016 г. среднероссийский показатель был превышен в 2,1 раза), в то время как за 2015–2017 гг. в Краснодарском крае рост был более масштабным (28 раз, превысив среднероссийское значение в 7,6 раз; аналогичные и более высокие значения из западных порубежных регионов обнаружили лишь Архангельская, Белгородская и в 2016 г. – Брянская области). Таким образом, в целом динамика показателей инновационной безопасности в структуре общеэкономической позволяет диагностировать в Ростовской области относительно благоприятную ситуацию, хотя и несколько неустойчивую.

Если растущий инновационный сектор после внешнеэкономических потрясений 2014 г. и образования новых ниш на внутреннем рынке стал потенциальной группой отраслей новой специализации регионов, то базовая для южных регионов аграрная специализация не только



не ослабла, но, напротив, усилилась. Такой индикатор в структуре экономической безопасности, как *сбор зерновых на душу населения*, служащий центральным показателем продовольственной безопасности, для южных регионов одновременно является индикатором динамики производительности профильной отрасли. С учетом наличия амплитудной осцилляции оба рассматриваемых региона за весь исследуемый период обнаруживают в целом повышательный тренд. При этом до 2010 г. циклическая динамика Краснодарского края обнаруживала лаговый промежуток в 1 год по отношению к Ростовской области, затем произошла синхронизация трендов. После 2015 г. усилились темпы роста в Ростовской области, в результате значение показателя к 2017 г. превысило аналогичное по Краснодарскому краю в 1,27 раз, среднее по регионам Западного порубежья – в 2,5 раза, среднероссийское – в 3,47 раза (рис. 4).

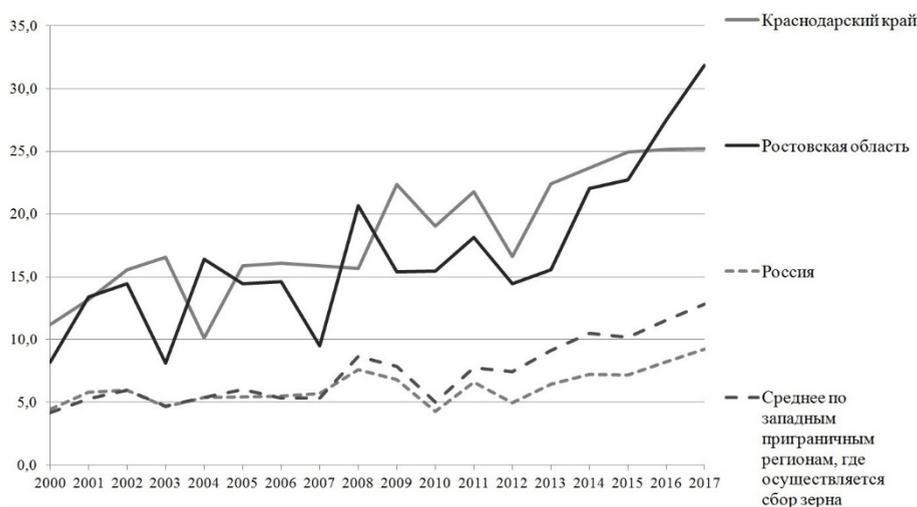


Рис. 4. Динамика сбора зерновых на душу населения

Источник: составлено автором на основе [19].

Нестабильную (и по большей части негативную после 2014 г.) динамику обнаруживают финансовые показатели. Для *консолидированного бюджета* Ростовской области профицитным периодом стали 2009–2015 гг., создавшийся же после 2016 г. дефицит имеет тенденцию к постепенному сокращению, в то время как для Краснодарского края характерна более амплитудная осцилляция. Обращает на себя внимание и то, что траектории показателя для южных регионов, России в целом и регионов Западного порубежья обнаружили дивергенцию трендов после 2014 г. (рис. 5).

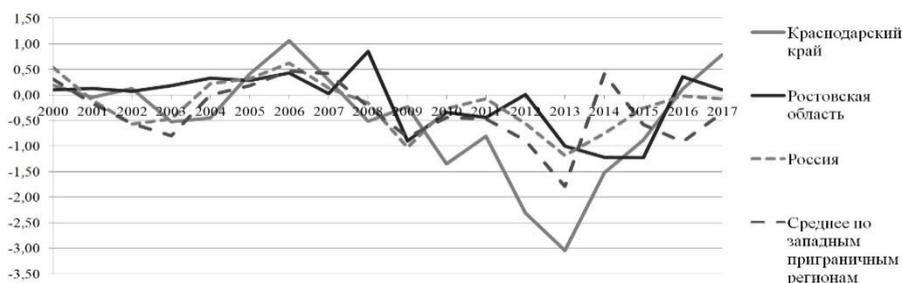


Рис. 5. Дефицит консолидированного бюджета в отношении к ВРП (ВВП)

Источник: составлено автором на основе [19].

Практически синхронизированными и совпадающими по значениям являются тренды показателя инфляции (*индекс потребительских цен на товары и услуги*). С учетом колебаний до 2014 г. имело место медленное сокращение темпов инфляции, а после — активный рост (на 5–9%). Очевидное негативное влияние внешнеэкономических потрясений тем не менее было преодолено после 2016 г., когда индекс потребительских цен сократился в среднем на такую же величину и продолжает сокращаться в настоящее время.

Динамика производственной и финансовой составляющих по-разному сказалась на индикаторах уровня и качества жизни населения в структуре показателей экономической безопасности. *Ожидаемая продолжительность жизни* продолжает медленно расти (кризис 2013–2014 гг. лишь временно снизил темпы роста) и составила по состоянию на 2017 г. 74 года в Ростовской области, 74,4 — в Краснодарском крае (в обоих южных регионах показатель стабильно превышает среднероссийский, при том что среднее значение по Западному порубежью стабильно ниже среднероссийского, хотя и разрыв между трендами постепенно сокращается — 72,7 и 72,3 соответственно). Аналогично продолжает медленно повышаться *обеспеченность населения жилищными условиями (общая площадь жилых помещений, приходящаяся на одного жителя)*, однако в данном случае в южных регионах она ниже среднероссийского показателя, хотя среднее по Западному порубежью превышает его и обнаруживает менее стабильную динамику (в том числе сокращение в 2012–2014 гг.). Благодаря интенсивному жилищному строительству к 2017 г. сблизиться с российским показателем (25,2 м<sup>2</sup>/чел.) удалось в Ростовской области (24,7 м<sup>2</sup>/чел.), а в Краснодарском крае — превзойти его (25,7 м<sup>2</sup>/чел.) при среднем по Западному порубежью значении 26,7 м<sup>2</sup>/чел.

Иную картину обнаруживают показатели доходов. Так, *соотношение между среднедушевыми денежными доходами населения и величиной прожиточного минимума* с учетом осцилляции росло до 2012 г., сокращалось — до 2015–2016 гг. Стабильно ниже общероссийского средний показатель для регионов Западного порубежья. Сокращение, наметившееся после 2012 г., имеет в Краснодарском крае стабильный тренд, в Ростовской же области наблюдается осцилляция относительно общего понижательного тренда, а с 2015 г. начался рост доходов населения, область активно справляется с негативными последствиями кризисных тенденций. Ре-



гионы Западного порубежья относительно благополучнее в плане соотношения средней пенсии и средней заработной платы, нежели Россия в целом, еще выше значение данного показателя в обоих южных регионах (в Краснодарском крае в большей мере, чем в Ростовской области). В целом же (с учетом обозначенной разницы динамика показателя описывает единый контур без существенных отличий) происходило общее сокращение до 2008 г., сменившееся активным ростом в 2009–2010 гг. и новым спадом с 2011 г. После 2014 г. динамика показателя восприняла ежегодную осцилляцию при общем понижательном тренде.

Социальное неравенство (отслеживаемое на основе коэффициента фондов) также усиливалось до 2007–2008 гг., после чего относительно стабилизировалось (с учетом небольшой ежегодной осцилляции) как по России в целом, так и в среднем по Западному порубежью и в Ростовской области (где оно сохраняется на уровне 13,4–14,2). А в Краснодарском крае сохранилась тенденция к увеличению разрыва между наиболее и наименее состоятельными слоями населения (достигшего 17 раз к 2014 г.). После 2014 г. показатель обнаружил тенденцию к снижению в среднем по приграничным западным регионам (до 12,3).

Доля населения с доходами ниже регионального уровня прожиточного минимума как в южных регионах, так и в целом по России и ее Западному порубежью сокращалась сперва активными, а позже все более замедляющимися темпами до 2012 г., после чего стабилизировалась. В 2014–2015 гг. произошел рост на 1–2%, после чего вновь стабилизация уже на новом уровне. При общности контуров динамики показателя и близости значений характерно, что значения показателя в Краснодарском крае изначально существенно (на 8–9%) превышали средние по России и Западному порубежью, а с 2013 г. региону удалось преодолеть эту тенденцию и достичь сокращения бедности ниже средних показателей. В Ростовской области до 2005 г. они практически совпадали со средними по западным порубежным регионам, после стали стабильно превышать средние (на 2–3%) (рис. 6).

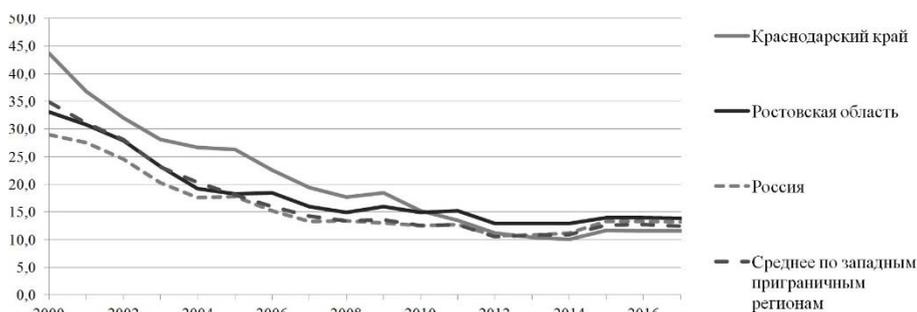


Рис. 6. Динамика доли населения с доходами ниже регионального уровня прожиточного минимума

Источник: составлено автором на основе [19].

Схожую картину дают другие показатели социального неблагополучия в структуре измерителей экономической безопасности. Динамика уровня безработицы (по методологии МОТ), при общем снижении до



2008 г. характеризовавшаяся большей вариацией (между показателями южных регионов, а также средних по России и ее Западному порубежью), практически синхронизовалась по тренду как при активном росте за 2009–2010 гг., так и при дальнейшем постепенном снижении и относительной стабилизации. Последствия внешнеэкономического сдвига 2014 г. сильнее проявились в среднем по западным порубежным регионам (рост на 0,8%), нежели в Ростовской области (0,2%) и Краснодарском крае (0,3%), с дальнейшим постепенным снижением. Относительно благополучная картина южных регионов прослеживалась и в динамике *уровня преступности* (отслеживаемой на основе показателя численности преступлений на 100 тыс. человек). Как и по России в целом, кульминация величины данного показателя была достигнута в 2006 г., после чего последовали медленный спад и конвергенция между средними показателями и южными регионами. Кризис 2014 г. отразился на общем росте преступности в 2013–2015 гг., затем тенденция была нивелирована как в среднем по регионам Западного порубежья, так и по Краснодарскому краю. Однако негативным и потенциально опасным можно считать продолжение роста преступности в Ростовской области, к 2017 г. практически сравнявшейся со среднероссийским значением (1399 и 1402 соответственно) (рис. 7).

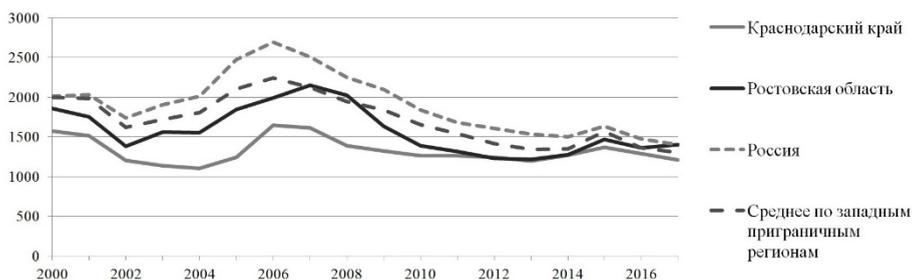


Рис. 7. Динамика уровня преступности

Источник: составлено автором на основе [19].

Социально-экономическая динамика и изменения в уровне и качестве жизни населения по-разному сказались на демографических показателях южных регионов. Темпы роста численности населения в Краснодарском крае еще с 2005 г. обрели положительное значение, кульминация показателя приходится на 2013–2016 гг., когда ежегодный прирост сохранялся на уровне 1,1%. Даже после активного снижения с 2016 г. значения показателя остаются положительными. Схожий контур имеет развитие показателя по Западному порубежью в среднем, однако в положительный прирост он вышел лишь с 2012 г. (с 2016 г. обнаруживая сокращение темпов прироста). Иная ситуация характерна для Ростовской области: при постепенном сокращении темпов убыли населения (достигших наименьшего значения к 2009 и 2015 гг.) прироста так и не было достигнуто, регион вовлечен и в общий понижающийся тренд, наметившийся с 2016 г. Динамика *суммарного коэффициента рождаемости* обнаруживает общий контур по южным регионам и средним показателям, при этом значение индикатора для Ростовской области ста-



бильно ниже средних, для Краснодарского края – стабильно выше. С медленной осцилляцией (длина волны порядка 4–5 лет) общий рост происходил до 2015–2016 гг., после чего наметился резкий спад (порядка 6–13 %).

На основе проведенного статистического анализа динамических рядов очевидно, что по большинству показателей развитие Ростовской области (как и южных приграничных регионов в целом) соответствует общероссийским тенденциям, а также находится в русле тенденций Западного порубежья, более чутко реагирующего на внешние кризисные явления. Геоэкономическая турбулентность после 2014 г. заметно отразилась на финансовых показателях, корпоративном секторе, доходах населения и косвенно – на социально-демографической ситуации в негативном ключе. На данный момент такое воздействие не является критичным для региона, однако в ряде случаев усугубляет общий понижительный тренд либо отдельные проявления естественной осцилляции, наблюдаемой на протяжении длительного периода. При этом стоит отметить, что, простимулировав волну роста инновационно ориентированного производства с появлением новых отраслей, ситуация способствовала усилению основной специализации региона.

Картина относительного благополучия на фоне среднего по всему Западному порубежью России контрастирует со сравнительными данными между Ростовской областью и Краснодарским краем, демонстрирующими и более высокие и устойчивые темпы инновационного роста, и более высокий уровень жизни населения и организационной среды. Контрциклический характер трендов двух регионов по отдельным показателям может говорить о наличии усиливающейся межрегиональной конкуренции за привлечение государственного бюджетного финансирования и инвестиционных потоков, организаций и трудовых ресурсов.

### Результаты экспертного исследования

Понимание и трактовка экспертами категории «экономическая безопасность региона» сосредоточились преимущественно вокруг нескольких ключевых смысловых категорий (рис. 8).

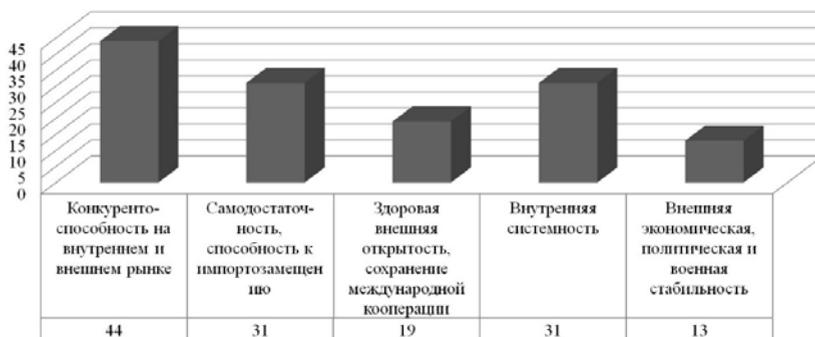


Рис. 8. Распределение экспертных мнений по упоминанию отдельных смысловых компонент категории «экономическая безопасность региона» (в % от числа опрошенных)



В качестве ключевых угроз экономической безопасности 25 % экспертов акцентировали наличие выраженного конфликта интересов между субъектами региональной экономики и управления применительно к большинству российских регионов. Также 25 % указали на проблемы качества человеческого капитала и неэффективность механизмов кадрового обеспечения. Около 20 % обозначили в качестве первоочередных следующие проблемы: продовольственная безопасность (с акцентом на качество продуктов питания), недостаток собственных инвестиционных средств и инициативы по развитию производства, информационная закрытость организаций, большие объемы документооборота, снижающие качество документации, несоответствие документации и отчетности фактическому производству и выполнению обязательств (как со стороны бизнеса, так и со стороны государства), повышенные и растущие коррупционные риски, недостаточная эффективность регионального менеджмента (как административного, так и в ряде крупных и значимых для региона субъектах экономики). В отдельных интервью в качестве составляющих безопасности на текущий момент были названы: качество нормативно-правовой (в том числе стратегической) документации региона, способность к сохранению темпов производства и потребления, эффективность и равные условия при поддержке экспорта и субсидировании инновационной деятельности, наличие эффективной системы страхования бизнеса, техногенная, общественная и информационная, а также экологическая компоненты экономической безопасности. Представители научного сообщества в общем составе экспертов в качестве важной составляющей экономической безопасности обозначили наличие системности в ее мониторинге по всей вертикали федерального, регионального и муниципального управления. Большинство опрошенных указало на приоритет качественных показателей человеческого потенциала, подготовки и ротации кадров. Также 25 % экспертов особо акцентировали неэффективность и нецелесообразность использования ряда индикаторов для измерения экономической безопасности в регионе (прежде всего к таковым отнесли динамику численности малых предприятий в силу расхождения с фактической ситуацией).

Применительно конкретно к Ростовской области эксперты сосредоточили внимание на аналогичных причинах текущих угроз экономической безопасности (рис. 9).

Большинство экспертов отметило отсутствие приоритета локальных проектов и местного продукта в глазах региональной администрации, уход из региона многих важных для его экономической системы предприятий и высококвалифицированных кадров по данной причине (в качестве главных направлений миграции кадров, перерегистрации предприятий и переноса производства были названы Краснодарский край, Воронежская область, столичные центры и окружающие их территории, реже страны дальнего зарубежья, включая ЕС и КНР). В отдельных интервью также были озвучены рост цен на энергоресурсы и экологические проблемы (в особенности экология реки Дон в условиях активного наращивания темпов агропроизводства).

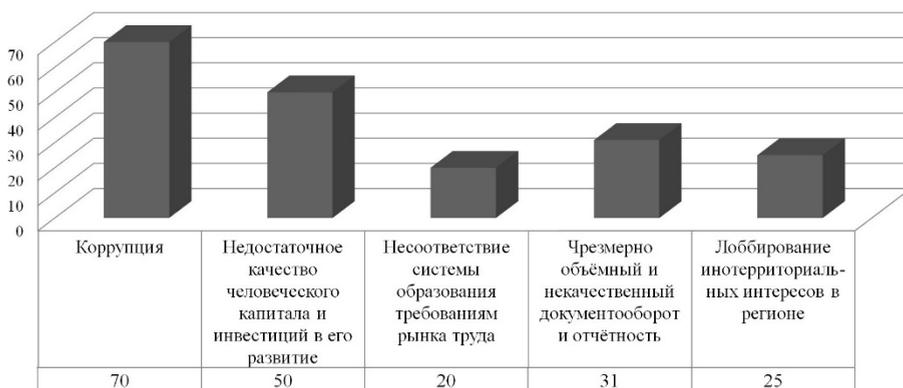


Рис. 9. Мнение экспертов о ключевых причинах текущих угроз экономической безопасности Ростовской области (в процентном отношении от числа опрошенных)

В качестве мер по повышению экономической безопасности Ростовской области в большинстве интервью были обозначены: «повышение доступа к финансово-кредитным средствам, усиление контроля за качеством продуктов питания и работой системы здравоохранения, повышение качества и мотивированности бизнес-среды, выработка здоровых схем взаимодействия с административной элитой, поддержка региональных производителей (в том числе с использованием заградительной пошлины)» [5]. Главным объектом поддержки 20 % экспертов считают профильное для региона агропроизводство, 13 %, напротив, полагают, что оно обладает достаточным внутренним ресурсом для развития, в то время как следует сосредоточить внимание на возросших за последнее время наукоемких отраслях и машиностроении, так как они дают главный ресурс для импортозамещения.

Несмотря на то, что в большинстве случаев ключевыми угрозами экономической безопасности Ростовской области были названы внутренние системные проблемы, в рамках опроса экспертами была проведена оценка изменений в политических и экономических отношениях с соседними странами и «центрами силы». Внешнеэкономическая составляющая жизнедеятельности Ростовской области неоднократно упоминалась в интервью, однако в большинстве случаев не была акцентирована в качестве главного источника угроз экономической безопасности. Взаимодействие с сопредельной Украиной главным образом рассматривалось в негативном ключе — в плане повышения доли контрафакта и отсутствия схем легализации трансграничного взаимодействия предприятий [5].

Опрошенные в числе экспертов представители Торгово-промышленной палаты Ростовской области и административных структур указали на наличие как самоорганизующихся, так институциональных механизмов поиска возможностей сохранения экономического взаимодействия в новых условиях: посреднические схемы перерегистрации



продукции, территориальная передислокация производства, формальное разделение предприятий на отдельные организации, действующие по разные стороны границы с соответствующим отдельным брендингом продукции для русского и украинского (либо другого зарубежного) рынка. В целом создавшаяся ситуация оценивается как создающая неудобства и снижающая производительность, но не критичная для региона [5]. Основным адаптационный период уже пройден.

Представителями бизнес-сообщества в числе экспертов акцентированы: необходимость выработки механизмов нормативного оформления взаимодействия в текущих условиях, проблемы усложнения трансграничных транспортно-логистических схем, утраты ряда поставщиков и рынков (не критичных, но значимых и длительное время осваиваемых).

Представителями общественных организаций, науки и образования были обозначены проблемы отсутствия международного диалога в решении экологических проблем, требующих совместных усилий, а также усложнения ситуации на рынке образовательных услуг (специальные условия для студентов, прибывших из ДНР и ЛНР, наряду с общей тенденцией к снижению спроса на российское образование со стороны дальнего зарубежья). Большинство экспертов признало «недостаточные качество и эффективность регионального импортозамещения (при наличии потенциала и активных попыток), в ряде интервью было предложено обратиться не только и не столько к *поддержке*, сколько к *организации импортозамещения* (оно требует специальных усилий и государственных инвестиций)» [5].

Несмотря на текущие негативные тренды, практически все опрошенные рассматривают приграничное положение региона как источник конкурентных преимуществ и возможностей, нежели дополнительных угроз. Присутствие военно-силовой составляющей воспринимается в качестве нейтрального либо положительного фактора (выступающего гарантом защищенности и стабильности, а также порождающего спрос и привлекающего дополнительные кадровые потоки на протяжении длительной истории существования региона). Большинство экспертов всех категорий указало на временный характер усложнения внешнеэкономических отношений со значимыми торговыми партнерами – Украиной и (в меньшей степени) Турцией. Сам фактор исторического соседства, долгосрочных социокультурных контактов населения, торговых и производственных связей, по мнению половины опрошенных экспертов, выступает гарантом дальнейшего геоэкономического взаимодействия, что дает основание прогнозировать постепенное улучшение обстановки в долгосрочной перспективе.

Практически все эксперты не усматривают существенных инфраструктурных ограничений и внешних препятствий к наращиванию как внешних, так и межрегиональных контактов. По сведениям экспертов, в своей профессиональной деятельности связанных с внешнеэкономическими связями, сложившиеся барьеры удалось преодолеть относительно быстро в сфере торговли. Однако в существенной мере постра-



дали инвестиционное взаимодействие и научно-технологическое партнерство. На данный момент в регионе не реализуются крупные инвестиционные проекты с участием зарубежных партнеров, в том числе из сопредельных государств. В рамках отдельных проектов продолжается сотрудничество с рядом европейских стран (Германией, Францией и Нидерландами). Несмотря на общеевропейское недоверие, исключением остается русско-итальянский вектор, устойчивый в силу длительного взаимодействия. Внешнеэкономическая переориентация страны на Восток на данный момент не столь ярко проявлена в регионе и имеет неопределенные перспективы. Наиболее крупный торговый партнер (как в плане рынка сбыта регионального продукта, так и в плане экспортера и научно-технологического сотрудничества) – КНР – остается недостаточно привлекательным для региона. Данный факт обусловлен рисками нарушения авторских прав, а также общим недоверием к качеству продукции. Ряд начатых проектов (например, с Южной Кореей) был «свернут» в силу снижения привлекательности региона, что произошло не из-за геоэкономических турбулентных явлений, а неэффективности внутренних решений, административных ограничений, конфликта интересов.

Согласно мнению некоторых экспертов, сложившаяся геоэкономическая ситуация не стала критичной для Ростовской области в плане внешнего взаимодействия, не привела к дефициту товаров и услуг (хотя и способствовала их удорожанию, снижению покупательной способности населения). Однако она оказала весьма негативное воздействие на внутреннюю среду региона (как на местные элиты, так и на организационный сектор), породив ситуацию взаимного ожидания, стремление достичь краткосрочной выгоды в условиях стратегической неопределенности. Результатом стал уход из региона целого ряда предприятий, прежде вносивших существенный вклад в региональную налоговую базу. В их числе оказались и кластерообразующие организации. В результате распада кластерных ядер часть ранее сформировавшихся и эффективно функционировавших (в 2009–2013 гг.) кластеров продолжает свое существование лишь формально. Неопределенными остаются перспективы новообразованных кластерных структур, охвативших отрасли наукоемкого машиностроения. Инициированные потребностью в импортозамещении и возникнувшие на базе кооперации региональных производителей и системы науки и образования, они на данный момент также находятся в группе риска. Образовавшиеся в результате внешнеэкономической ситуации новые рыночные ниши, способствовавшие их развитию, могут быть нивелированы в случае повторения негативного сценария взаимодействия административных и бизнес-элит. Фактическая передислокация производства, формальная перерегистрация, а также выбытие высококвалифицированных менеджерских кадров за пределы региона в настоящее время продолжают, что создает существенную угрозу для дальнейшего поддержания конкурентоспособности.



## Дискуссия

Сопоставление данных статистического и экспертного исследований дает противоречивую, но при этом взаимодополняющую картину. Большинство угроз экономической безопасности Ростовской области воспринимаются экспертами в качестве внутренних, в то время как динамика показателей четко фиксирует сдвиги, произошедшие в 2013–2014 гг. и их последствия. С одной стороны, данный факт может свидетельствовать о недооценке реальных внешнеэкономических угроз и их далеко идущих последствий (с учетом отрицательного инвестиционного мультипликатора). С другой, не только сами внешнеэкономические факторы, но и характер внутренней реакции на них способствовали ухудшению ситуации. Именно такое положение и было отражено в экспертных мнениях: среди негативных факторов, в том числе сопряженных с текущей внешнеэкономической ситуацией, большинство было обозначено в качестве общероссийских и требующих системного решения на всех уровнях вертикали власти. Региональная деловая среда гибко и оперативно отреагировала на произошедшие изменения, получила своевременную помощь координирующих общественных структур, однако во многих случаях натолкнулась на бюрократические и коррупционные препятствия, способствовавшие обратному эффекту и усугубившие проблемы усложнившегося внешнеэкономического взаимодействия.

Фиксируемый в динамике статистических индикаторов положительный эффект сложившейся ситуации для роста инновационного сектора при образовании новых рыночных ниш в целом подтвердился по итогам опроса. Однако в экспертных высказываниях он не воспринимается столь масштабно и значительно: присутствуют упоминания положительных примеров наукоемких кластеров, но преобладают умеренные оценки инновационного развития региона, присутствуют и пессимистичные. Данное обстоятельство может быть обусловлено целым комплексом взаимосвязанных причин: несоответствием отчетных данных фактическим (в том числе с учетом методологических проблем статистического учета инноваций в современной России), отсутствием осознания региональной элитой и социумом реальных возможностей и открывшихся перспектив на новых рыночных нишах инновационного продукта, а также наличием системных препятствий к росту инновационного сектора, как и бизнес-среды региона в целом.

Неоднократно упоминаемый в экспертных интервью Краснодарский край воспринимается в качестве и основного направления миграции квалифицированных кадров, настроенных на лучшие условия для жизни и профессиональной деятельности, и активно развивающегося региона, выступающего в качестве центрального объекта сравнения с Ростовской областью. Более высокая результативность как в инновационном секторе, так и в других отраслях импортозамещения, по мнению экспертов, является не только последствием прямой государственной поддержки в период проведения летней Олимпиады 2014 г., но и ре-



зультатом продуманной кадровой политики, эффективных управленческих решений, в результате чего формирующиеся проекты продолжают свое существование и без государственного содействия. Тем самым подтверждается составленная на основе анализа динамических рядов гипотеза об ужесточении межрегиональной конкуренции за инвестиционные потоки, кадры и бизнес-идеи.

При этом следует заметить и еще одно обстоятельство. Краснодарский край демонстрирует относительно более благополучное состояние, чем Ростовская область, однако при этом и существенно выше размах вариации и дисперсии динамических показателей, чувствительность по отношению к внешним (как внешнеэкономическим, так и общероссийским институциональным, задаваемым федеральным центром) факторам. Ростовская область на основе проведенного анализа предстает регионом несколько менее благополучным, чем Краснодарский край, но более стабильным, обладающим собственным устойчивым циклом, задающим как умеренную, но регулярно воспроизводимую осцилляционную динамику, так и поступательную. Благодаря собственным ресурсам, диверсификационным возможностям и внутренней циклической сопряженности пропорций региональной экономики область обладает существенной инерцией, реагирует на внешние изменения по основным макроэкономическим показателям с 2–3-летним лаговым промежутком.

Оба южных региона заметно отреагировали на общие для большинства регионов Западного порубежья тренды роста и спада по отдельным показателям. Однако для Ростовской области многие из них актуализировались еще до 2014 г. (в том числе до начала 2010-х гг.). Тем самым внутрирегиональные тенденции и регулярные колебания лишь были усилены либо частично нивелированы геоэкономическим сдвигом. Однако после 2016 г. наблюдается нарушение естественной логики регионального развития. Экспертные мнения относительно негативного сценария внутрирегионального взаимодействия организационной среды и элит, начавшегося именно с 2016 г., могут служить одним из объяснений данного явления, неочевидным из статистических данных.

### Заключение

По итогам проведенного исследования можно констатировать, что негативная внешнеэкономическая ситуация 2014 г., так же как и кризисные тенденции рубежа 2000-х и 2010-х гг., сказались на динамике большинства индикаторов экономической безопасности в Ростовской области: как в направлении тренда, так и в смене темпов. Однако негативные последствия прямых внешнеэкономических угроз небезопасной ситуации в целом были преодолены регионом либо минимизированы по своим последствиям. Санкционные ограничения, волны миграции из сопредельной Украины в 2014–2015 гг. способствовали росту убыточности организаций, доли населения с доходами ниже прожиточного минимума, индекса потребительских цен, создали временные сложности на региональном рынке труда. И все же данные негативные про-



явления были преодолены с 2–3-летним лаговым промежутком. Положительной стороной ситуации стали развитие наукоемкого машиностроения, новая волна кластерной самоорганизации и в итоге — заметный рост инновационного производства, призванный заполнить лакуны на внутреннем рынке.

Тем не менее отрицательной экстерналией геоэкономической турбулентности можно считать выявленное в проведенном экспертном исследовании ухудшение внутренней деловой среды региона. Таким образом, фиксируется не только и не столько прямое, сколько косвенное влияние внешнеэкономической ситуации на состояние экономической безопасности, усугубляющее действие общесистемных российских проблем. К этому следует прибавить тот факт, что при общем относительно благополучном состоянии на фоне других регионов Западного порубежья по ряду индикаторов Ростовская область стабильно отстает от среднероссийских значений, а выявленная в данном исследовании ужесточающаяся конкуренция с Краснодарским краем создает новый вызов для дальнейшего развития региона.

Обладая устойчивой циклической динамикой, существенной лаговой инерцией, сглаживающей осцилляцию и стабилизирующей обстановку в регионе, Ростовская область может утратить данное качество в результате ухудшения организационной среды, взаимной утраты доверия и здорового коммерческого интереса, миграции кадрового высококвалифицированного потенциала. В результате она потеряет конкурентные позиции не столько в международном отношении (при стабильном росте экспорта), сколько во внутрироссийском (и особенно южно-российском пространстве). Активный рост и повышение благополучия Краснодарского края сделали его привлекательным направлением для миграции населения и бизнеса, в результате чего и были достигнуты положительные социально-демографические и производственные показатели. Ростовская область, напротив, утрачивает свою привлекательность, несмотря на экстенсивный рост профильных секторов и повышение инновационности производства.

Несмотря на схожесть ситуации, за последние годы наметилась и возрастает дивергенция между южными регионами. Если на данном этапе к наиболее выраженным экономическим опасностям можно отнести для Краснодарского края существенное сокращение пропорции инвестиций к ВРП, рост дефицита бюджета, отставание от российского значения ВРП на душу населения, то для Ростовской области их перечень несколько иной. Это приоритет решения региональных проблем и сохранения положительной динамики основных показателей за счет наращивания экспортно-сырьевой ориентации первичной продукции сельского хозяйства на фоне частичного «сворачивания» наметившихся трендов инновационного роста, отставание от среднероссийских значений душевого ВРП, соотношение между средним доходом и величиной прожиточного минимума и обеспеченностью жилищными площадями, рост уровня преступности (в особенности экономической), общее снижение инвестиционной, деловой и социально-экономической привлекательности региона, снижение качества кадрового потенциала,



управления и документооборота. В качестве особой проблемы можно выделить неполное соответствие отчетных данных фактической ситуации, что затрудняет саму процедуру индикации и достоверной оценки реального уровня экономической безопасности региона.

*Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда (проект №18-17-00112 «Обеспечение экономической безопасности регионов Западного побережья России в условиях геополитической турбулентности»).*

### Список литературы

1. Бугаева М.В., Морозова Н.В., Хатько А.А. Состояние уровня экономической безопасности регионов на примере Ростовской области // Концепт. 2017. Т. 24. С. 19–24.
2. Волошенко Е.В., Волошенко К.Ю. Фактор приграничности в оценке экономической безопасности региона // Балтийский регион – регион сотрудничества-2018: проблемы и перспективы трансграничного сотрудничества вдоль Западного побережья России : матер. междунар. науч. конф. Калининград, 2018. С. 62–73.
3. Горочная В.В., Дружинин А.Г. Индикация экономической безопасности приграничного региона в условиях геоэкономической турбулентности (на примере Ростовской области) // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2019. №1. С. 96–106.
4. Горочная В.В. Трансграничная кластеризация в черноморском регионе как фактор экономической безопасности Юга России // Балтийский регион – регион сотрудничества-2018: проблемы и перспективы трансграничного сотрудничества вдоль Западного побережья России : матер. междунар. науч. конф. Калининград, 2018. С. 74–84.
5. Горочная В.В. Экономическая безопасность Ростовской области в условиях геоэкономической турбулентности: опыт экспертного эмпирического обследования // Балтийский регион – регион сотрудничества – 2019 : матер. III междунар. науч. конф. Калининград, 2019. С. 169–181.
6. Елецкий А.Н., Мищенко К.Н. Повышение экспортного потенциала и геоэкономических позиций Ростовской области посредством кластеризации машиностроения // Российский внешнеэкономический вестник. 2016. №5. С. 57–70.
7. Ильичев И.Е. Конкурентные преимущества и безопасность приграничных регионов России // Проблемы правоохранительной деятельности. 2014. №4. С. 55–62.
8. Казанин И.Ю. Исследование социально-экономической безопасности Ростовской области, когнитивное моделирование стратегии развития // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2009. №3. С. 12–16.
9. Котилко В.В., Немирова Г.И., Пащенко Ф.С. Конкурентоспособность и экономическая безопасность приграничных регионов: реалии и перспективы // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. №46. С. 2–7.
10. Кузьменко Н.И., Лунёва Н.А. Проблемы функционирования приграничных регионов РФ // Территория науки. 2018. №1. С. 96–100.
11. Курприянов С.В., Стрябкова Е.А., Герасимова Н.А. Особенности экономического развития приграничных регионов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер.: Экономика. Информатика. 2018. №1. С. 5–14.
12. Лачининский С.С. Особенности экономического развития регионов Западного побережья России в условиях геополитической турбулентности //



Балтийский регион — регион сотрудничества-2018: проблемы и перспективы трансграничного сотрудничества вдоль Западного побережья России : матер. междунар. науч. конф. Калининград, 2018. С. 55–61.

13. *Максимова С. Г.* Социально-экономические и социально-политические угрозы безопасности в оценках населения приграничных регионов России // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. №12. С. 132–137.

14. *Митяков Е. С., Митяков С. Н.* Оценка рисков в задачах мониторинга угроз экономической безопасности // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева. 2018. №1 (120). С. 43–51.

15. *Молостов А. Н.* Политико-экономическая кластеризация ресурсов приграничных регионов как необходимое условие безопасности Российской Федерации // Проблемы экономики и юридической практики. 2013. №5. С. 292–296.

16. *Немирова Г. И.* Экономическая безопасность приграничного региона // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. №8. С. 211–217.

17. *Панченко М. И.* Обеспечение экономической безопасности Ростовской области посредством инвестирования в инновации // Проблемы экономики и менеджмента. 2016. №10 (62). С. 15–17.

18. *Проблемы экономической безопасности регионов Западного побережья России* : монография / под ред. Г. М. Федорова. Калининград, 2019.

19. *Росстат.* Официальный портал Федеральной службы государственной статистики : [сайт]. URL: <https://www.gks.ru/> (дата обращения: 15.12.2019).

20. *Стельмашенко О. В.* Влияние процессов политико-экономического взаимодействия на безопасность приграничного региона // Вестник Забайкальского государственного университета. 2008. №1. С. 42–50.

21. *Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года* // Правительство Российской Федерации : [официальный сайт]. URL: <http://static.government.ru/media/files/UVAlqUfT08o60RktoOXl2JjAe7irNxc.pdf> (дата обращения: 12.12.2019).

22. *Феофилова Т. Ю.* Региональная экономическая безопасность: сущность понятия и границы применения // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Экономика. 2010. №3. С. 37–43.

23. *Харченко С. В., Гречановская А. А., Митряева Р. В., Томчик В. А.* Разработка формулы расчета вычисления экономической безопасности региона на примере Ростовской области // Economics. 2016. №5 (14). С. 29–33.

24. *Харченко С. В., Капляян Р. А., Мустафаева Н. Ю. и др.* Обеспечение экономической безопасности посредством стабилизации бюджета Ростовской области // Economics. 2016. №4 (13). С. 47–49.

25. *Шамахов В. А., Межевич Н. М.* Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года: экономические возможности и управленческие ограничения. Статья первая // Управленческое консультирование. 2019. №4 (124). С. 19–27.

26. *Черникова В. В.* Национальная политика в системе стратегического планирования развития приграничного региона // Россия: тенденции и перспективы развития. 2018. №13–2. С. 252–254.

27. *Чернышов М. М.* Проблемы выделения субъектов Российской Федерации в макрорегионы в контексте формирования стратегии пространственного развития России на период до 2025 года // Региональные проблемы преобразования экономики. 2018. №11 (97). С. 9–25.

28. *Fedorov G. M.* Border position as a factor of strategic and territorial planning in Russian regions in the Baltic // Baltic Region. 2014. №3. P. 58–67.



29. *Fedorov G.M.* Demographic situation and demographic security in the regions of Russia's western borderlands // Baltic Region. 2018. №3. P. 119–135.

30. *Voloshenko E.V., Voloshenko K. Yu.* Evaluating and measuring the security of Russia's border regions: theory and Practice // Baltic Region. 2018. №3. P. 96–118.

#### Об авторе

Василиса Валерьевна Горочная — канд. экон. наук, науч. сотр., Балтийский федеральный университет им. И. Канта; специалист по учеб.-метод. работе, Южный федеральный университет, Россия.

E-mail: tunduk@hotmail.com

#### The author

Dr Vasilisa V. Gorochnaya, Researcher, Immanuel Kant Baltic Federal University; Expert South Federal University, Russia.

E-mail: tunduk@hotmail.com

И. С. Гуменюк

ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ АСПЕКТОВ  
ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ  
КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ИНСТРУМЕНТА СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

38

Современная социально-экономическая модель предопределила интенсификацию взаимодействия между сельскими территориями и расположенными рядом городами. В первую очередь интенсификация проявилась в росте потоков населения, ежедневно перемежающихся между селом и городом. В результате сельское население заинтересовано в качественной транспортной инфраструктуре и эффективно функционирующей сети сообщения общественным транспортом. С использованием социологического инструментария авторы анализируют степень удовлетворенности сельского населения восточных муниципальных образований Калининградской области функционирующей сетью общественного транспорта и качеством оказываемых транспортных услуг. Полученные результаты позволили сделать вывод, что система организации пассажирского сообщения в ее нынешнем виде удовлетворяет большую часть респондентов. Вместе с тем, по мнению опрошенных, она нуждается как в инфраструктурном, так и в организационном развитии, особенно в наиболее «проблемных» муниципалитетах Калининградской области. С инфраструктурной точки зрения наиболее проблемным муниципалитетом является Славский городской округ, а с организационной – Гвардейский городской округ.

*The modern socio-economic model entails the intensification of rural – urban interaction. First of all, the process manifested itself in the growth of population flows, daily commuting between the village and the city. As a result, the rural population expects a high-quality transport infrastructure and an efficiently functioning public transport network. Using sociological tools, the authors analyze the degree of satisfaction of the rural population from the eastern municipalities of the Kaliningrad region with a current public transport network and the quality of transport services provided. The findings led to the conclusion that the existing passenger management system satisfies most of the respondents. At the same time, according to the responses, the network asks for both infrastructural and systematic development, especially in the most 'challenged' municipalities of the Kaliningrad region. The Slavsky municipality is considered to be the most exposed nfrastructurally, while Gwardeysk experiences organizational difficulties.*

**Ключевые слова:** транспортная доступность, сельские населенные пункты, муниципальные образования, Калининградская область, социологическое исследование.

**Keywords:** transport accessibility, rural areas, municipalities, the Kaliningrad region, case study.



## Введение

Современная модель социально-экономического развития Калининградской области предопределила трансформацию сельских территорий, выраженную в отказе от традиционной ориентации на сельскохозяйственную деятельность и связанный с этим образ жизни. Современные сельские населенные пункты Калининградской области все чаще являются местом проживания населения, экономическая и социальная деятельность которого не связана с сельским хозяйством. С одной стороны, это связано с кризисом сельского хозяйства, произошедшим в регионе с началом рыночных преобразований, и последующим приходом в отрасль крупных агропромышленных холдингов, обладающих другим запросом на трудовые ресурсы — как с точки зрения ее количества, так и качества [3]. С другой стороны, разрушение традиционного для советского периода уклада сельских населенных пунктов совпало с ростом транспортной мобильности населения, обеспечив тем самым ориентацию высвободившихся трудовых ресурсов в рядом расположенные города региона, в том числе в административный центр — Калининград [6].

39

Сегодня социально-экономическая конкурентоспособность, возможность обеспечения роста населения и формирование привлекательной для жизни среды для современных сельских населенных пунктов во многом определяются возможностью качественного обеспечения транспортной доступности между населенным пунктом, в котором проживает человек, и городом, в котором он работает и получает большую часть необходимых услуг. Транспортная доступность [9], в том числе применительно к сельским территориям [1; 4; 7], все чаще изучается с позиции инструмента повышения уровня социально-экономического развития.

Сформированный со стороны сельского населения региона к федеральным, региональным и муниципальным органам власти запрос в обеспечении качественной транспортной связанности между сельским населенным пунктом и городом, по сути, имеет два аспекта: необходимость в качественной транспортной инфраструктуре и организация эффективной сети сообщения общественным транспортом [10]. При этом в качественной транспортной инфраструктуре заинтересованы жители, пользующиеся личным автотранспортом, а в сети сообщения общественным транспортом — жители, его не имеющие.

В рамках исследовательского проекта «Транспортные сети как фактор формирования комфортной среды и развития человеческого капитала в сельской местности» был проведено социологическое исследование сельских жителей некоторых районов Калининградской области с целью анализа удовлетворенности функционирующей сетью общественного транспорта и качеством оказываемых транспортных услуг.

## Методика исследования

Социологическое исследование проводилось методом формализованного личного интервью с последующей статистической обработкой информации в программе SPSS (V.23).



Всего было опрошено 204 респондента, которыми выступили сельские жители старше 18 лет, проживающее в центральных и восточных муниципальных образованиях Калининградской области (Гвардейский городской округ (далее ГО), Гусевский ГО, Краснознаменский ГО, Неманский ГО, Нестеровский ГО, Озерский ГО, Полесский ГО, Правдинский ГО, Славский ГО и Черняховский ГО). Данный выбор муниципалитетов обусловлен географическим охватом наиболее удаленных от областного центра населенных пунктов, формирующих полупериферийные и периферийные зоны Калининградской области [5; 8].

Выборочную совокупность составили 52 % женщин и 46,5 % мужчин. Территориальное распределение респондентов в генеральной совокупности представлено в таблице 1.

Таблица 1

**Территориальное распределение респондентов  
в генеральной совокупности**

| Муниципальные образования | Сельские жители от 18 лет, чел. | %   |
|---------------------------|---------------------------------|-----|
| Гвардейский ГО            | 12796                           | 14  |
| Гусевский ГО              | 6925                            | 8   |
| Краснознаменский ГО       | 7137                            | 8   |
| Неманский ГО              | 6419                            | 7   |
| Нестеровский ГО           | 8859                            | 10  |
| Озерский ГО               | 8146                            | 9   |
| Полесский ГО              | 9317                            | 10  |
| Правдинский ГО            | 9532                            | 10  |
| Славский ГО               | 12817                           | 14  |
| Черняховский ГО           | 8844                            | 10  |
| <i>Итого</i>              | 90792                           | 100 |

Достоверность полученных в результате социологического исследования данных подкрепляется тем обстоятельством, что основную долю опрошенных (88 %) можно отнести к категории давно проживающих в сельской местности лиц, из которых 69 % проживают более 10 лет и 12,9 % – от 5 до 10 лет. Таким образом, оценка современного состояния системы общественного транспорта опиралась в том числе на сравнение динамики и характера ее трансформации за последние несколько лет.

Характер распределения респондентов по признаку дохода на одного члена семьи также свидетельствует о том, что в опросе приняли участие группы населения, чаще всего использующие именно общественный транспорт для совершения поездок. Почти 80 % опрошенных имеют доход до 15 тыс. рублей в месяц на одного человека и относятся к категории низкодоходных слоев населения, не имеющих финансовых возможностей для обладания или регулярного использования личного автотранспорта.



## Результаты

В рамках социологического исследования респондентам предлагалось оценить по шкале от 0 до 5 (где 0 – «очень плохо», а 5 – «очень хорошо») современное состояние регулярного автобусного сообщения Калининградской области по ряду параметров:

- регулярность автобусного сообщения;
- удобство расписания автобусного сообщения;
- качество автопарка;
- качество автодорог;
- скорость движения автобуса;
- стоимость услуги;
- время в пути;
- качество работы водителя;
- состояние автобусных остановок и других вспомогательных объектов инфраструктуры.

В первую очередь хочется отметить, что мужчины и женщины в любом возрасте дали преимущественно позитивные оценки. Основной возрастной спецификой является то, что с возрастом респонденты склонны положительнее оценивать почти все предложенные индикаторы автобусного сообщения.

Таблица 2

### Оценка параметров качества регулярного автобусного сообщения Калининградской области жителями сельской местности

| Возраст, лет                                     | Мужчины                 |                         |            | Женщины      |                         |                         |            |
|--|-------------------------|-------------------------|------------|--------------|-------------------------|-------------------------|------------|
|  | Негативное отношение, % | Позитивное отношение, % | Разница, % | Возраст, лет | Негативное отношение, % | Позитивное отношение, % | Разница, % |
| <i>Регулярность автобусного сообщения</i>        |                         |                         |            |              |                         |                         |            |
| 18–29  | 32,1                    | 46,4                    | 14,3       | 18–29        | 32,1                    | 64,3                    | 32,1       |
| 30–60  | 22,0                    | 63,4                    | 41,5       | 30–60        | 18,6                    | 55,8                    | 37,2       |
| ≥ 60   | 13,0                    | 65,2                    | 52,2       | ≥ 60         | 12,1                    | 66,7                    | 54,5       |
| <i>Удобство расписания автобусного сообщения</i> |                         |                         |            |              |                         |                         |            |
| 18–29  | 40,7                    | 48,1                    | 7,4        | 18–29        | 34,6                    | 26,9                    | -7,7       |
| 30–60  | 25,0                    | 42,5                    | 15,5       | 30–60        | 31,7                    | 41,5                    | 9,8        |
| ≥ 60   | 22,7                    | 63,6                    | 40,9       | ≥ 60         | 15,2                    | 69,7                    | 54,5       |
| <i>Качество автопарка</i>                        |                         |                         |            |              |                         |                         |            |
| 18–29  | 22,2                    | 59,3                    | 37,0       | 18–29        | 18,5                    | 63,0                    | 44,4       |
| 30–60  | 15,0                    | 70,0                    | 55,0       | 30–60        | 9,1                     | 65,9                    | 56,8       |
| ≥ 60   | 4,3                     | 91,3                    | 87,0       | ≥ 60         | 0                       | 67,7                    | 67,7       |
| <i>Качество автодорог</i>                        |                         |                         |            |              |                         |                         |            |
| 18–29  | 46,4                    | 28,6                    | -17,9      | 18–29        | 46,4                    | 14,3                    | -32,1      |
| 30–60  | 29,3                    | 29,3                    | 0          | 30–60        | 23,3                    | 39,5                    | 16,3       |
| ≥ 60   | 9,1                     | 63,6                    | 54,5       | ≥ 60         | 12,5                    | 37,5                    | 25,0       |



Окончание табл. 2

| Мужчины  |                         |                         |            | Женщины      |                         |                         |            |
|--|-------------------------|-------------------------|------------|--------------|-------------------------|-------------------------|------------|
| Возраст, лет   | Негативное отношение, % | Позитивное отношение, % | Разница, % | Возраст, лет | Негативное отношение, % | Позитивное отношение, % | Разница, % |
| <i>Скорость движения автобусов</i>   |                         |                         |            |              |                         |                         |            |
| 18–29  | 7,1                     | 85,7                    | 78,6       | 18–29        | 0                       | 46,4                    | 46,4       |
| 30–60  | 5,1                     | 74,4                    | 69,2       | 30–60        | 0                       | 85,4                    | 85,4       |
| ≥ 60   | 0                       | 76,2                    | 76,2       | ≥ 60         | 0                       | 87,1                    | 87,1       |
| <i>Стоимость услуги</i>  |                         |                         |            |              |                         |                         |            |
| 18–29  | 3,7                     | 81,5                    | 77,8       | 18–29        | 11,1                    | 51,9                    | 40,7       |
| 30–60  | 0                       | 78,4                    | 78,4       | 30–60        | 0                       | 83,3                    | 83,3       |
| ≥ 60   | 0                       | 72,7                    | 72,7       | ≥ 60         | 0                       | 68,8                    | 68,8       |
| <i>Время в пути</i>  |                         |                         |            |              |                         |                         |            |
| 18–29  | 0                       | 71,4                    | 71,4       | 18–29        | 0                       | 69,6                    | 69,6       |
| 30–60  | 5,4                     | 64,9                    | 59,5       | 30–60        | 2,6                     | 89,7                    | 87,2       |
| ≥ 60   | 0                       | 94,7                    | 94,7       | ≥ 60         | 3,1                     | 90,6                    | 87,5       |
| <i>Качество работы водителя</i>  |                         |                         |            |              |                         |                         |            |
| 18–29  | 0                       | 78,6                    | 78,6       | 18–29        | 3,6                     | 82,1                    | 78,6       |
| 30–60  | 2,6                     | 92,5                    | 89,5       | 30–60        | 0                       | 85,4                    | 85,4       |
| ≥ 60   | 0                       | 91,3                    | 91,3       | ≥ 60         | 0                       | 84,8                    | 84,8       |
| <i>Состояние автобусных остановок и других вспомогательных объектов инфраструктуры</i> |                         |                         |            |              |                         |                         |            |
| 18–29  | 0                       | 40,7                    | 40,7       | 18–29        | 21,4                    | 46,4                    | 25,0       |
| 30–60  | 2,4                     | 58,5                    | 56,1       | 30–60        | 13,6                    | 43,2                    | 29,5       |
| ≥ 60   | 13,6                    | 59,1                    | 45,5       | ≥ 60         | 5,9                     | 47,1                    | 41,2       |

Регулярность автобусного сообщения в целом позитивно оценивается как мужчинами, так и женщинами всех возрастных групп. Хотя определенная доля негативных оценок присутствует в ответах молодежи (18–29 лет), при этом у мужчин такая оценка выше, чем для женщин. Это можно объяснить тем фактом, что мужчины данной возрастной группой используют автобусное сообщение для совершения регулярных поездок в город на постоянное место работы и заинтересованы в более высокой частоте автобусного сообщения в утренние и вечерние часы.

Если регулярность автобусного сообщения в целом оценивается позитивно, то *удобство расписания* имеет менее выраженную положительную оценку. Старшая возрастная группа (60 лет и старше) склонна считать расписание удобным, а вот мнения опрошенных в остальных возрастных группах разделились примерно поровну с небольшим перевесом в сторону положительных. Категоричнее молодых мужчин оказались молодые женщины, в оценках которых преобладает негативное отношение.

Позитивно во всех группах оценивается *качество автопарка*. Высокие оценки со стороны старшего возраста вполне логичны, так как даже



подержанный существующий автопарк в целом качественнее и удобнее, чем автопарк, эксплуатируемый в предыдущие годы и состоящий из образцов автомобилестроения СССР. А положительная оценка существующего автопарка со стороны молодежи позволяет заключить, что модернизация автопарка предприятий общественного транспорта Калининградской области эффективна и успешна.

Диаметрально противоположные результаты со стороны респондентов в оценке *качества автодорог*. Единственными, кто в целом позитивно оценивает современное состояние автомобильных дорог региона, являются мужчины старших возрастных групп. Даже среди женщин соответствующей возрастной группы присутствует существенная доля негативных оценок. В других возрастных группах доля негативных оценок еще выше, а среди молодых негативная оценка существенно превалирует над позитивной, при этом самыми радикальными в своих оценках неожиданно стали молодые девушки. Значительно лучше при этом респонденты оценивают *качество сопутствующей транспортной инфраструктуры*: автобусных остановок, станций и других вспомогательных объектов.

Как не странно, такой параметр как *скорость движения автобусов*, напрямую связанный с качеством автодорог и техническими характеристиками автопарка, позитивно оценивается всеми группами респондентов. Логично было бы предположить, что, негативно оценивая качество автодорог, респонденты должны были спроецировать свое негативное мнение и на скорость движения автобусов. Но, очевидно, такой проекции в ответах респондентов не наблюдается, а отношения к оценке скорости движения автобусов складываются из других составляющих, в том числе безопасности движения и *качества работы водителей*. Данный параметр, который в большей степени определяет качество предоставляемых транспортных услуг, оценивается респондентами выше всего. В оценке квалификации персонала наблюдается высокий уровень положительных оценок со стороны всех целевых групп респондентов.

Определенной неожиданностью стали высокие положительные оценки респондентами *стоимости услуг перевозки*. Ответы респондентов позволяют судить об их согласии с текущей стоимостью проезда, невзирая на то, что большая часть опрошенных относится к группе населения с доходами ниже среднего. Это позволяет заключить, что сформированная в области тарифная политика определения стоимости услуг общественного транспорта понятна, принята и в целом поддерживается населением региона.

Резюмируя представленные результаты, можно отметить, что при в целом положительной оценке всех предложенных параметров автобусного сообщения, респонденты высоко оценивают аспекты, связанные с организацией работы общественного транспорта. Но качество основных (дороги) и вспомогательных объектов инфраструктуры имеет достаточное число отрицательных оценок.

В рамках социологического исследования респондентам предлагалось также выбрать из предложенного списка параметры, требующие улучшения в первую очередь. Параметры автобусного сообщения ранжировались по степени необходимости их улучшения (где 1 означает «необходимость улучшения в первую очередь», 11 – «может быть улучшено, но не является первостепенной проблемой»).

У мужчин вне зависимости от возраста в группу лидирующих проблем попали: регулярность автобусного сообщения, качество автопарка и автодорог, расписание движения автобусов и скорость их движения (рис. 1).

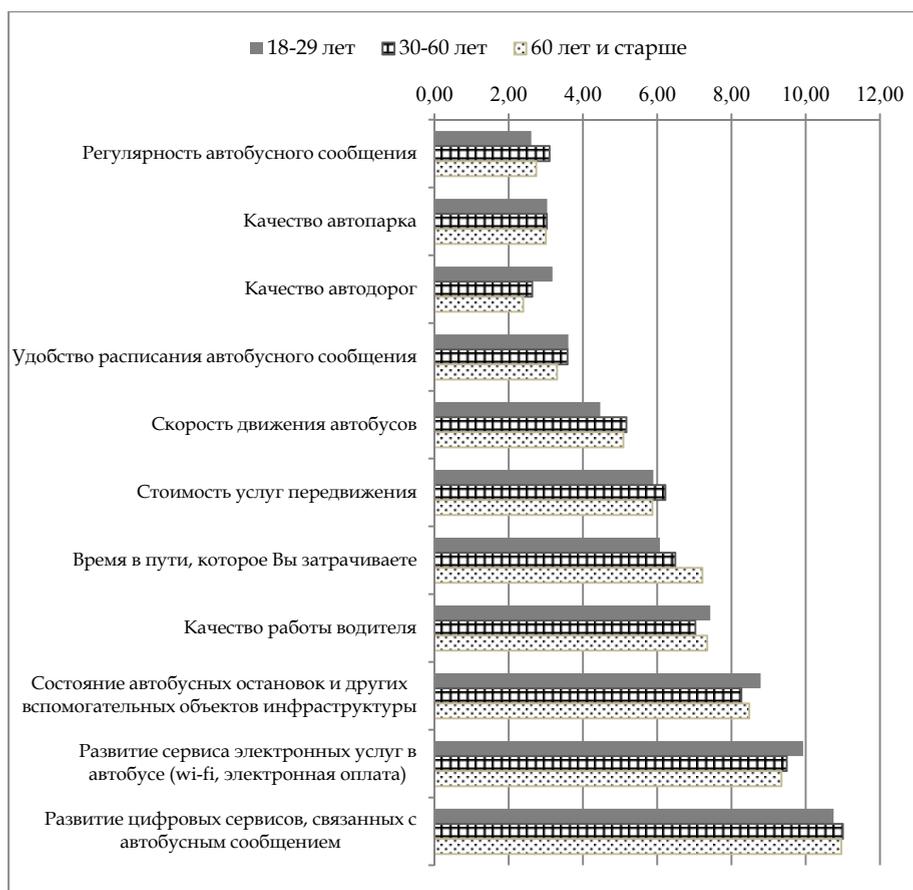


Рис. 1. Распределение параметров оценки автобусного сообщения Калининградской области, требующих решения в первую очередь, по мнению мужчин-респондентов

У женщин вне зависимости от возраста в группу лидирующих попали те же проблемы, что и у мужчин, но в другой последовательности: на первом месте у женщин – качество автопарка, затем идут удобство расписания движения автобусов, их регулярность, качество дорог и скорость движения автобусов (рис. 2).

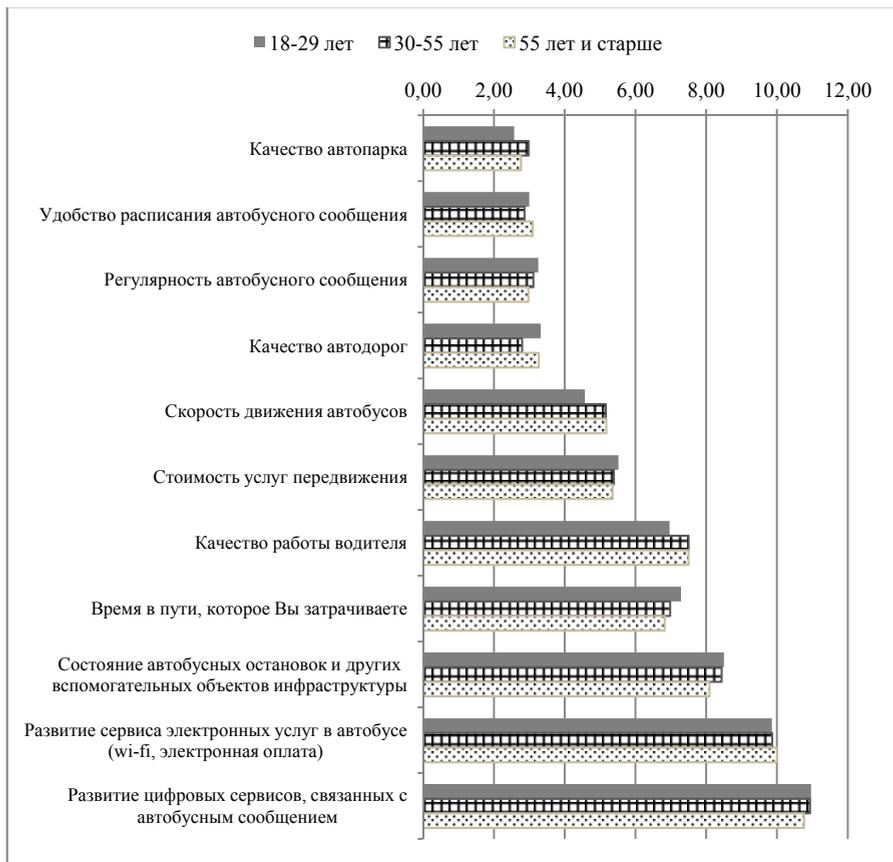


Рис. 2. Распределение параметров оценки автобусного сообщения Калининградской области, требующих решения в первую очередь, по мнению женщин-респондентов

Особенности в территориальной дифференциации между ответами респондентов практически отсутствуют, за исключением того факта, что в ответах жителей Черняховского и Неманского ГО в лидеры рейтинга попала стоимость услуг передвижения.

При этом все целевые группы едины во мнении, что аспекты регулярного автобусного сообщения, связанные с внедрением элементов цифровой экономики и инноваций (развитие цифровых сервисов и сервисов электронных услуг в автобусах), являются вопросами, решение которых можно отложить. С одной стороны, это говорит о слабой востребованности элементов цифровой экономики в общественном транспорте со стороны жителей сельской местности, а с другой — указывает на наличие базовых проблем в сфере общественного пассажирского сообщения, без решения которых невозможно приступить к внедрению инновационных продуктов и сервисов, активно развивающихся в системе общественного транспорта мегаполисов и крупных городов, в том числе Калининграда [2].

Значимость фактора транспортной доступности для социально-экономического развития населенного пункта осознают и местные жители.



Большинство опрошенных солидарно во мнении, что улучшение автобусного сообщения через их населенные пункты положительно скажется на социально-экономическом развитии поселка. При этом значимость данного фактора для молодежи выше, чем для остальных возрастных групп (рис. 3, 4).

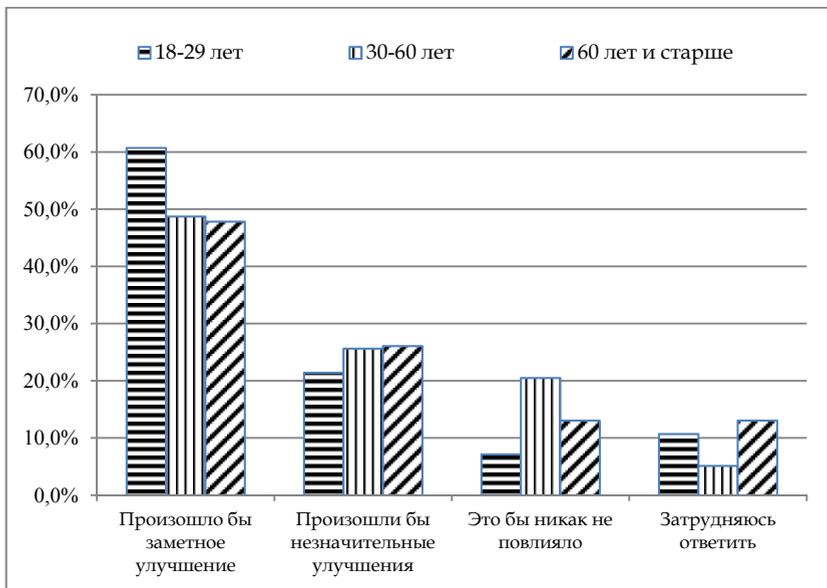


Рис. 3. Распределение ответов мужчин-респондентов на вопрос «Как вы считаете, если бы автобусное сообщение через ваш населенный пункт улучшилось, как бы это отразилось на характере социально-экономического развития вашего поселения?»

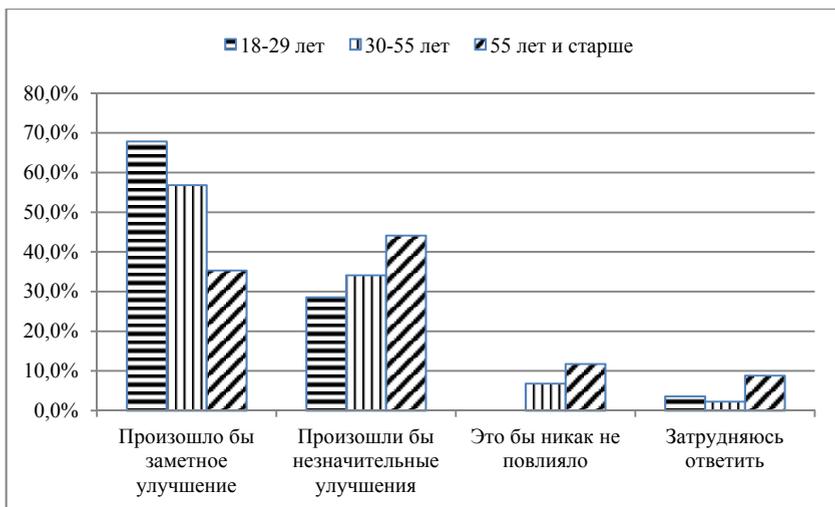


Рис. 4. Распределения ответов женщин-респондентов на вопрос «Как вы считаете, если бы автобусное сообщение через ваш населенный пункт улучшилось, как бы это отразилось на характере социально-экономического развития вашего поселения?»



## Заключение

Эффективно функционирующая система регулярного пассажирского сообщения является одним из основополагающих элементов для формирования устойчивой транспортной связанности между сельскими населенными пунктами и городами. Для населения многих сельских территорий Калининградской области общественный пассажирский транспорт — важный инструмент в удовлетворении своих экономических и социальных запросов, происходящем в расположенных рядом городах. В рамках проведенного социологического исследования сельских жителей восточных муниципалитетов Калининградской области было получено общественное мнение о степени удовлетворенности функционирующей сетью общественного транспорта и качеством оказываемых транспортных услуг.

Анализ полученных данных позволяет заключить, что все группы респондентов дали преимущественно позитивные оценки современного состояния и организации работы общественного пассажирского транспорта. При этом существенно позитивнее опрошенные оценили аспекты, связанные с организацией работы общественного транспорта, чем качество основных (дороги) и вспомогательных объектов инфраструктуры.

Рассмотрение ответов респондентов с точки зрения территориальной принадлежности показывает, что сельское население по-разному оценивает эффективность функционирующей системы. Выше всего систему общественного транспорта оценивают сельские жители Неманского и Черняховского ГО, в то время как самые негативные оценки — в ответах представителей Славского и Гвардейского ГО. Ответы респондентов коррелируются с географическим положением муниципальных образований, конфигурацией и характером развития в них объектов транспортной инфраструктуры. Но изучение полученных данных показывает, что в некоторых муниципалитетах организация работы общественного пассажирского транспорта не удовлетворяет местное население.

Анализ полученных в ходе социологического опроса ответов показывает, что население, несмотря на удовлетворенность текущим состоянием системы, заинтересовано в первую очередь в продолжении развития базовых элементов в сфере общественного пассажирского сообщения (состояние дорог и автопарка, повышение частоты рейсов и удобства расписания). Вместе с тем все группы респондентов едины во мнении, что аспекты регулярного автобусного сообщения, связанные с внедрением элементов цифровой экономики и инноваций (развитие цифровых сервисов и сервисов электронных услуг в автобусах), не являются вопросами первостепенной важности.

Полученные в рамках социологического исследования результаты демонстрируют, что существующая в восточных муниципалитетах Калининградской области система пассажирского транспорта в ее нынешнем виде удовлетворяет большую часть опрошенных. Вместе с тем она продолжает нуждаться как в инфраструктурном, так и в организационном развитии, особенно в наиболее «проблемных» муниципалитетах Калининградской области.



Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Калининградской области в рамках научного проекта № 19-45-393005 р\_мол\_а «Транспортные сети как фактор формирования комфортной среды и развития человеческого капитала в сельской местности».

### Список литературы

1. *Большаков Н. М., Жиделева В. В., Рабкин С. В.* Транспортная доступность периферийных сельских территорий: теория, методология, практика (на примере Республики Коми) // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2015. №2 (22). С. 95–103.
2. *Власти Калининграда:* Внедрение электронной системы проезда продлили до 20 июля // KGD.ru. URL: <https://kgd.ru/news/transport/item/83203-vlasti-kaliningrada-vnedrenie-jelektronnoj-sistemy-proezda-prodlili-do-20-iyulya> (дата обращения: 12.02.2020).
3. *Волошенко К. Ю.* Специфика и перспективы социального развития сельских территорий в Калининградской области // Регион сотрудничества. 2004. №10. С. 15–34.
4. *Куратова Э.* Транспортная доступность сельских территорий // АПК: экономика, управление. 2007. №1. С. 26–29.
5. *Левченко А. В.* Изменения культурного ландшафта территории периферийных зон Калининградской области в XIX–XX веках // Балтийский регион. 2016. Т. 8, №1. С. 132–159.
6. *Лялина А. В.* Межрегиональные и межстрановые «перетоки» трудовых ресурсов в Калининградскую область: факторы и векторы в современном евразийском контексте // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2018. №4. С. 47–64.
7. *Рахманов А. М.* Вопросы транспортной доступности в развитии сельских территорий: зарубежный опыт // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2019. №5 (50). С. 22–29.
8. *Романова Е. А., Виноградова О. Л., Фризина И. В.* Эффект сжатия социально-экономического пространства в условиях приграничья (на примере СЗФО) // Балтийский регион. 2015. №3 (25). С. 38–61.
9. *Симанов А. В.* Категория «транспортная доступность» и оценка эффективности транспортной инфраструктуры регионов // Общество и государство в зеркале социологических измерений (VIII Рязанские социологические чтения): матер. Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Рязань, 2018. С. 533–538.
10. *Юстратова В. О., Гуменюк И. С.* Проблема транспортной доступности сельских территорий (на примере Калининградской области) // Балтийский регион – регион сотрудничества – 2019: матер. III междунар. науч.-практ. конф. Калининград, 2019. С. 211–223.

### Об авторе

Иван Сергеевич Гуменюк – канд. геогр. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.  
E-mail: IGumeniuk@kantiana.ru

### The author

Dr Ivan S. Gumenyuk, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.  
E-mail: IGumeniuk@kantiana.ru

УДК 56.017.2

**А. Р. Манукян, Л. А. Жиндарев, Т. В. Шаплыгина  
А. В. Смирнова, И. И. Волкова**

**ПАЛЕОФАУНА ДОМИНИКАНСКОГО ЯНТАРЯ:  
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ,  
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

49

На основании литературы и результатов собственных исследований проанализированы и обобщены данные по палеофауне доминиканского янтаря – крупнейшего месторождения ископаемых организмов миоценового возраста. Рассмотрены география и стратиграфия, изучена история исследования, сделана попытка синхронизации палеофауны с другими лагерштеттами. Показано отсутствие эндемизма на уровне семейства. Связи с мезозойскими лагерштеттами всецело связаны с современной неотропической фауной. Из ископаемых сообществ наиболее очевидное сходство обнаружено для балтийского янтаря. Фаунистические связи с рецентными сообществами более отчетливо выражены, чем с каким-либо из известных лагерштеттов, что дает основание для характеристики «доминиканской» фауны как наиболее близкой к современной.

Recently published papers and our own research results have enabled the authors to generalize the data on the paleofauna of Dominican amber, the largest deposit of the Miocene age fossil organisms. The research tasks included geographic and stratigraphic examinations, the study of research history and an attempt of synchronization of paleofans with other Lagerstätten. The authors show the absence of endemism at the family level. The Mesozoic Lagerstätten are linked to the modern Neotropical fauna. The most obvious similarities among the fossil communities are found in the Baltic amber. Faunistic relations with recent communities are more pronounced than with any of the known Lagerstätten. It gives grounds for characterizing the Dominican fauna as the closest to the modern one.

**Ключевые слова:** доминиканский янтарь, лагерштетты, включения, палеофауна.

**Keywords:** Dominican amber, Lagerstätten, inclusions, paleofauna.

Познавательный потенциал ископаемых беспозвоночных животных, в частности насекомых, в палеонтологии исключительно высок. В ряде случаев они являются надежными индикаторами климата и палеоэкологической обстановки, поскольку многие виды способны существовать лишь в определенном узком диапазоне экологических условий и чутко реагируют на изменения среды. Несмотря на то, что беспозвоночные животные начиная с пермского периода составляют значительную часть былых биосфер [4], этот ресурс остается не до конца оценен



и осмыслен. В палеонтологической летописи беспозвоночные животные, в частности насекомые, представлены двумя основными типами захоронений — прямое захоронение в осадочных отложениях и в ископаемых контейнерах. Первый способ преобладает, отражает преимущественно водную и околородную ситуацию. При втором, непрямом типе, живые организмы сначала попадают в ископаемый контейнер, который в свою очередь подвергается фоссилизации. Наиболее распространенным типом ископаемого контейнера являются ископаемые смолы или янтари. Прямое и непрямое захоронение имеют разнонаправленную селективность, иногда даже противоположную. Последнее отчетливо отражается на размерной избирательности: если при прямом захоронении крупноразмерные живые объекты имеют больше шансов быть захороненными, то во втором наблюдается обратная ситуация. Несмотря на взаимодополняющие свойства ископаемых прямого и непрямого захоронений, палеофауна ископаемых смол (янтарей) рассматривается преимущественно изолированно, вне контекста общей палеонтологической летописи. Синхронизация этих типов захоронений, а также янтарей различного географического происхождения — актуальная научно-фундаментальная задача. Эти два типа захоронений, дополняя друг друга, при совместном рассмотрении могут наиболее полноценным образом характеризовать наземную экологическую ситуацию — как околородную (прямое захоронение), так и наземную континентальную (непрямое захоронение). В данной работе предпринята попытка синхронизации палеофаун двух крупнейших лагерштеттов — балтийского и доминиканского янтарей на основе результатов собственных исследований и обобщения литературных сведений.

Местонахождения ископаемых беспозвоночных животных кайнозоя известны из более чем 100 географических точек Земли [2], из них только 46 местонахождений можно отнести к лагерштеттам, то есть категории важнейших [4]. Среди них доминиканский янтарь признан в качестве второго по значимости источника после крупнейшего лагерштетта — балтийского янтаря [1].

Тафономия палеофауны беспозвоночных животных в доминиканском янтаре подчиняется тем же закономерностям, которые характерны для всех прочих разновидностей ископаемых смол. В доминиканском янтаре, как в других ископаемых смолах, несмотря на обилие ископаемых организмов, исходная фауна представляется в существенно искаженных пропорциях. При изолированном рассмотрении это лишает доминиканский янтарь самостоятельной познавательной ценности. Однако именно благодаря таким свойствам возможна синхронизация с фаунами других лагерштеттов и, следовательно, наблюдение динамики изменений палеосообществ в исторической ретроспективе.

Таким образом, фауна доминиканского янтаря — особая страница палеонтологической летописи Земли. Значение этого лагерштетта не ограничивается только определением генезиса антильской фауны, оно имеет более значимое научно-фундаментальное значение. Эта палеофауна наилучшим образом отражает кризисные экологические явления при глобальных климатических перестройках на границе «палеоген — неоген».



## Материал и методика

Исследовано более 300 минералогических образцов и 123 единиц доминиканского янтаря с биологическими включениями из коллекции Геолого-Палеонтологического Института и Музея Гамбургского университета, Германия; 4 экземпляра колумбийского и 2 экземпляра доминиканского копалов из Калининградского музея янтаря. Привлечен также сравнительный материал балтийского янтаря из государственных коллекций Калининградского Музея янтаря и Музея Мирового океана — около 10 тыс. образцов. Номенклатура растительных и животных включений проводится по [36]. Ниже даны результаты таксономических исследований:

- *Bryophyta* — 2, *Angiospermaea* — 6 (из них цветок *Hymenaea* — 1, лист *Hymenaea* — 1, *Angiospermaea indet.* — 4);
- *Diplopoda* — 2 (*Julidae* — 1, *Siphonophoridae* — 1);
- *Chilopoda* — 1;
- *Arachnida*, *Pseudoscorpionidae* — 1 (форезия, транспортный хозяин *Coleoptera*, *Platipodidae*);
- *Insecta*: *Archaegnatha* — 2, *Ephemeroptera* — 1, *Orthoptera* — 2; *Blattodea* — 1; *Isoptera* — 16 (*Nasitermitidae* — 1, личинки — 3, крылатые имаго — 12); *Dermaptera* — 1; *Psocoptera* — 1; *Homoptera*, *Auchenorrhyncha* — 2; *Neuroptera*, *Asclaphidae* — 1; *Coleoptera* — 13 (*Anobiidae* — 2, *Curculionidae* — 1, *Platipodidae* — 6, *Scolytidae* — 1, *Coleoptera fam.1, fam.2, fam.3*); *Hymenoptera* — 8 (*Chalcidoidea* — 2, *Formicidae* — 12, *Apoidea* — 2); *Diptera* — 7 (*Limoniidae* — 1, *Mycetophilidae* — 1, *Anisopodidae* — 1, *Acroceridae* — 1, *Phorodae* — 4).

## География, стратиграфия и история изучения доминиканского янтаря

Гаити — второй по площади остров Большого Антильского архипелага, одну треть территорий которой занимает Республика Гаити, две трети — Доминиканская Республика. Особенности геологического строения Республики Гаити дают основание полагать наличие янтареносных пластов, однако территория не обследована и точные данные отсутствуют. Единственные достоверные сведения приводят М. Сендерсон и Т. Фарр [32] — о незначительных проявлениях в Центральном департаменте Республики близ Маисада, где янтарь был найден в линзах бурого угля.

В Доминиканской республике наиболее богатая янтареносная провинция находится в Северных Кордильерах (Северная провинция), где в различных точках горного хребта Кордильера-Септентриональ производится активная добыча янтаря (рис. 1). Менее продуктивные месторождения находятся в Восточной янтареносной провинции на северо-востоке Доминиканской Республики (рис. 2).

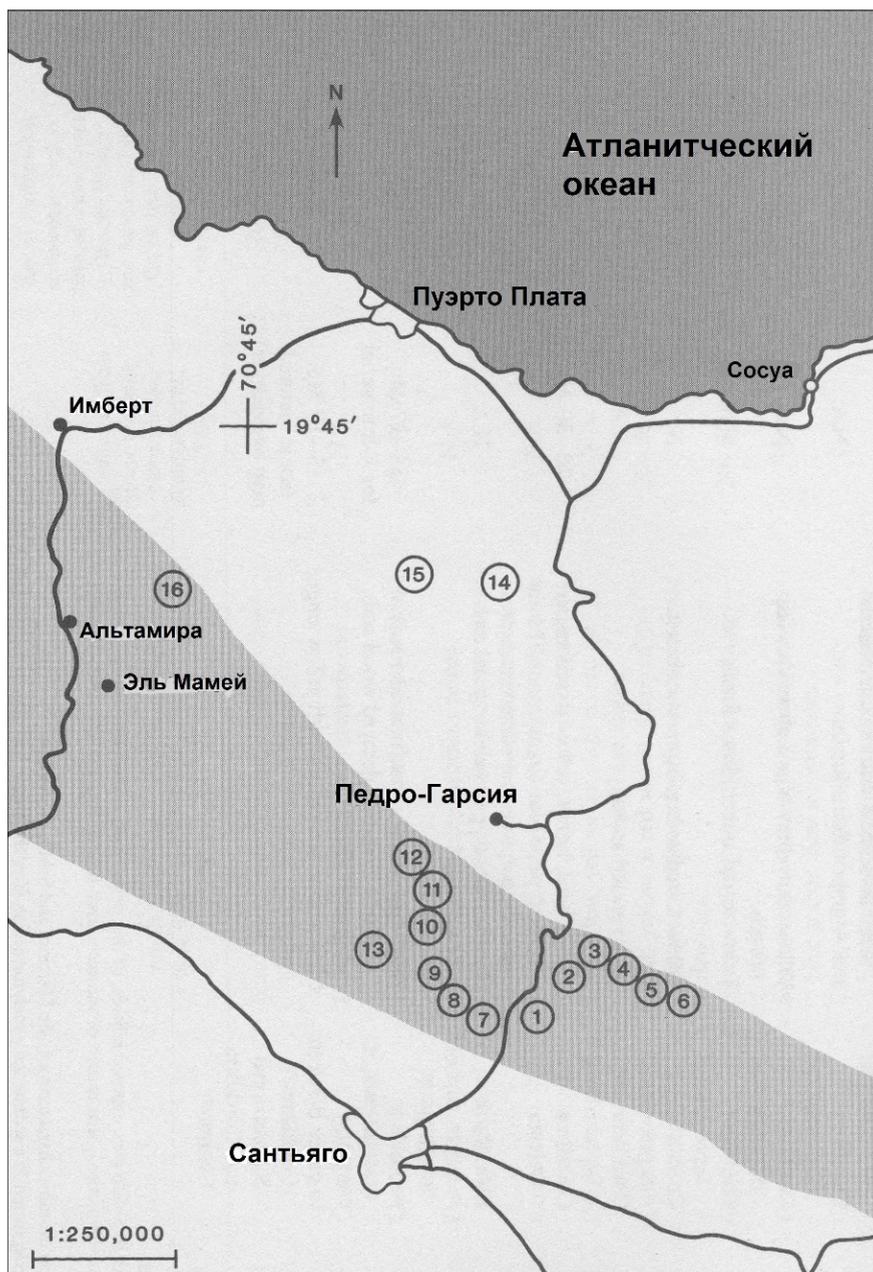


Рис. 1. Северная янтареносная провинция

Месторождения:

- 1 – Palo Quemado; 2 – Las Cacaos; 3 – La Toca; 4 – La Cumbre; 5 – Carlos Diaz;  
6 – Villa Trina; 7 – Los Higos; 8 – La Búcara; 9 – Aguacate; 10 – Palo Alto;  
11 – Las Auyamas; 12 – Los Aguitos; 13 – El Arroyo; 14 – Juan de Nina;  
15 – El Naranjo; 16 – Pescado Bobo

Источник: [28] с изменениями.

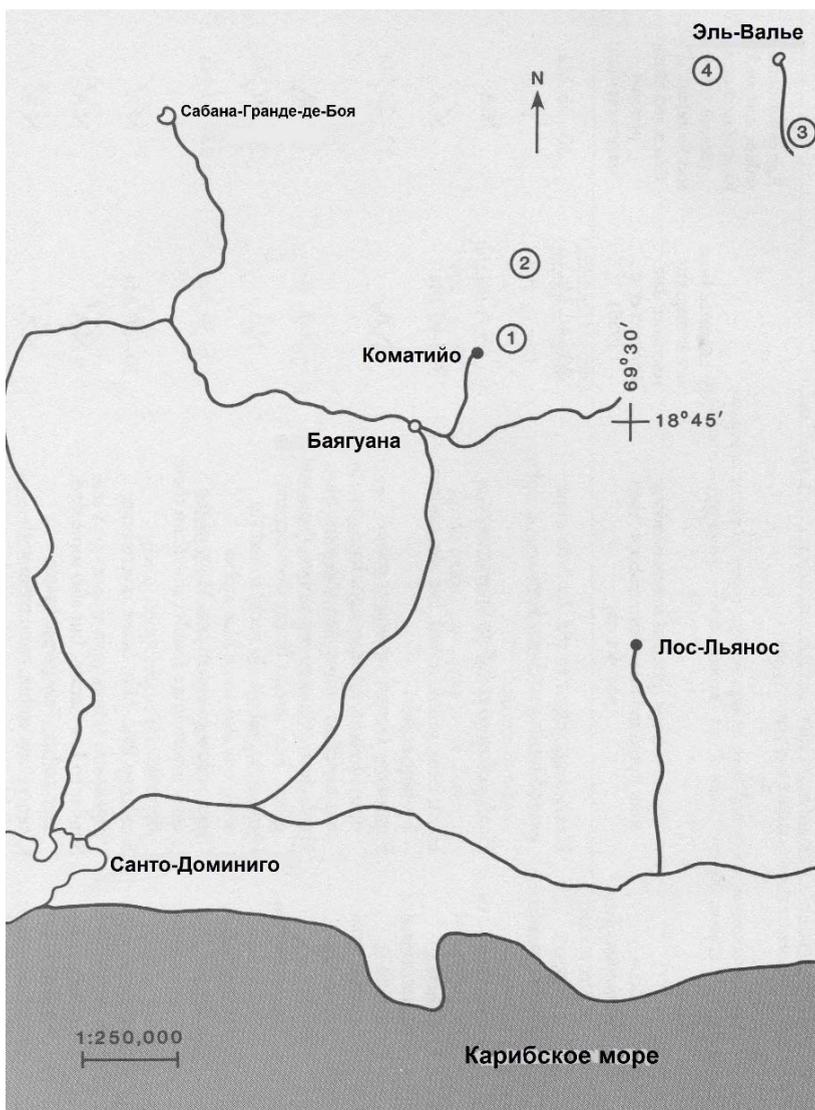


Рис. 2. Восточная янтареносная провинция  
 Месторождения:  
 1 – Comatillo; 2 – Sierra de Agua; 3 – La Medita; 4 – Ya Nigua

Источник: [28] с изменениями.

В месторождениях формации Ла Тока в Северных Кордильерах и Восточных Кордильерах (Восточное месторождение) добыча ведется в масштабах, близких к промышленным. На равнинах юго-восточной провинции Монте-Плата, близ Баяганы, Сабаны де ла Мер, а также к северу и юго-западу от Восточных Кордильер (рис. 2) известны менее значимые залежи.

На севере янтарь встречается в слоях ниже-средне миоценового формации Ла Тока, характеризующейся чередованием мергелей, аг-



риллита и морского песчаника с обломками раковин *Pecten burdigalensis* и *P. beudanti*. Мощность формации в целом составляет 1200 м, при этом янтарь находится лишь в верхнем 300-м слое. Янтарь в северном месторождении распределен неравномерно, встречается отдельными линзами в тонких, содержащих бурый уголь, относительно твердых отложениях песчаника.

В Восточной провинции янтарь залегает главным в формации Янигуа, где мощность янтареносного пласта достигает 100 м (рис. 2). Формация состоит из относительно мягких пород, залегает в глинистых глауконитовых песках с залежами бурого угля. Янтарь здесь распределен также неравномерно — как в глине, так и в угле. Фоссилии, обнаруженные в этих слоях — останки черепах, крокодилов и моллюсков, — указывают на то, что эти месторождения формировались в прибрежно-морской зоне.

Абсолютный возраст доминиканского янтаря из различных месторождений, согласно оценкам, варьировался от 50 млн лет в Северном месторождении до 20–15 млн лет в Восточных Кордильерах. Только к концу 1990-х гг. благодаря современным геологическим исследованиям выяснилось, что северное и восточное месторождения янтаря образовались в пределах единого осадочного бассейна, существовавшего с нижнего до среднего миоцена, то есть примерно 15–20 млн лет назад (бурдигальский ярус). Древний бассейн был разрушен тектоническими процессами [21], что привело к образованию Северного и Восточного месторождений.

Добывают доминиканский янтарь шахтным способом, используется исключительно ручной труд. В Западных Кордильерах шахты находятся на высоте около 800 м, в Восточных Кордильерах — в долинах. Называются они обычно в соответствии с близлежащими деревнями, наиболее продуктивные из них: Пало Альто, Ла Тока, Ла Кумбре в Северных Кордильерах и Эль Кабао, Эль Вале в Восточных Кордильерах [6].

В Восточных Кордильерах, в долине Эль Вале, шахты вертикальные. После удаления охрового цвета пустой породы старатели извлекают материал из глины серо-голубого цвета. Добыча ведется только в сухой сезон года, точное количество ежегодно добываемого сырья в Доминиканской Республике неизвестно.

В цветовой гамме доминиканского янтаря отсутствуют характерные для балтийского подкорково-внутриствольного происхождения непрозрачные молочно-белые матовые (в том числе «бастардные») фракции [8]. Редко встречаются цветовые разновидности, не известные в балтийском янтаре, — светящиеся зеленые или синие камни. Происхождение такой необычной окраски было обусловлено пребыванием янтаря в условия повышенного давления и температуры вследствие вулканической активности и тектонического давления. Аналогичные процессы происходят при искусственном колорировании балтийского янтаря в автоклавах.

Первое упоминание наличия ископаемых организмов содержится в работе В. Лонгвеллера [25], геологическое описание месторождений было опубликовано позже, в 1960 г. [32]. Более ранние сообщения только констатировали наличие янтаря на Гаити, касались главным обра-



зом культурно-этнографического наследия доколумбовского периода. Какого-либо целенаправленного интереса к палеофауне янтаря в этот период не наблюдалось. Долгие годы доминиканский янтарь был обойден вниманием также коммерсантов, поскольку Пальмникенское месторождение полностью обеспечивало потребность ювелирной промышленности. В конце 40-х гг. XX в. на западных рынках образовался дефицит сырья, что привело к возрастанию коммерческого интереса к доминиканскому янтарю, и вслед за этим пришло понимание его значения как источника палеонтологической информации. С середины 50-х гг. активно изучались геология, физические и химические свойства, печатные работы по палеонтологии появились несколько позже.

В 1960 г. в журнале *Science* была опубликована работа М. Сандерсона и Т. Ферра [32], где впервые были показаны научная значимость и перспективы изучения доминиканской свиты. Во многом благодаря этой публикации начинаются исследовательские работы по геологии и палеобиологии доминиканского янтаря. Вскоре были определены возраст янтаря Нового Света [11; 23].

С накоплением знаний о доминиканском янтаре ситуация постепенно меняется, вскоре появляются работы по систематике отдельных групп, растет число обнаруженных и описанных таксонов. О возрастании интереса к фауне доминиканского янтаря среди энтомологов свидетельствует устойчивый рост числа публикаций (рис. 3).

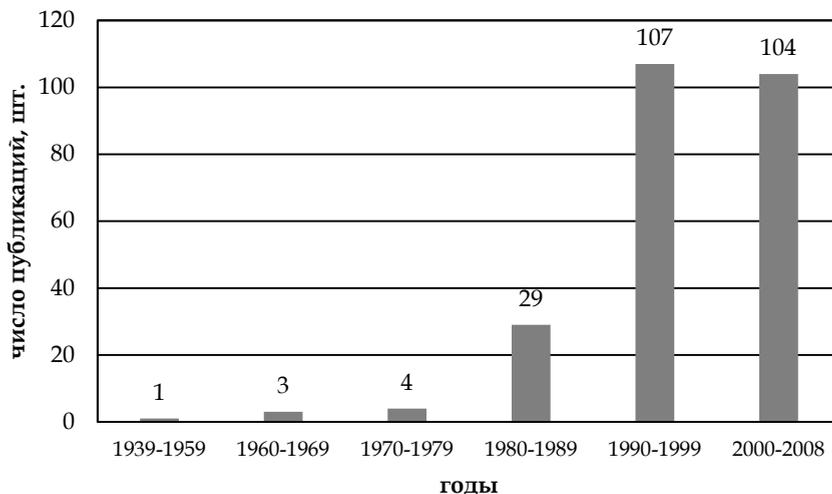


Рис. 3. Число публикаций по доминиканскому янтарию по десятилетиям на активной фазе изучения

Сравнительное количество публикаций также свидетельствует об активном интересе к этой фауне. Так, только в 2007 г. была опубликована 191 статья по палеоэнтомологии, из них 90 — по ископаемым смолам и 101 — по всем «неянтарным» ископаемым беспозвоночным.

По количеству публикаций доминиканский янтарь на стадии активного исследования уступает только балтийскому, что является свидетельством описательного этапа изучения «доминиканской» фауны.

В дальнейшем и по сей день наблюдается резкое падение количества публикаций, что вызвано выходом из описательной стадии изучения. Немаловажную роль в снижении интереса к этой палеофауне сыграло переключение интереса исследователей на бирманский янтарь — относительно новый источник палеоэнтомологической информации.

### Возраст и ботаническое происхождение

Сравнительно быстро было выяснено ботаническое происхождение доминиканского янтаря. Были привлечены различные методы исследования: инфракрасная спектрометрия [33], ядерный магнитный резонанс [13; 23], пиролизическая масс-спектрометрия [30], генетические, сравнительно биологические [27] и др.

Результаты этих исследований не подтвердили хвойное происхождение доминиканского янтаря и указали в пользу другого растительного объекта — бобового растения из рода *Нуменаеа* (семейство *Fabaceae*). В 1991 г. был обнаружен и описан вид-производитель доминиканского янтаря — ископаемый вид *Нуменаеа protera* [27]. Род *Нуменаеа* — группа тропических бобовых растений, в настоящее время известно 48 видов. Все виды приурочены к американским тропическим областям — встречаются на Карибских островах, в Мексике, Бразилии и Колумбии. Исключение составляет один вид — *H. verrucosa*, который в настоящее время встречается только на восточном побережье Африки. Исследование генетического материала, полученного из хлоропластов листьев *H. protera* классического месторождения Ла Тока в Доминиканской Республике, дал неожиданный результат — было обнаружено генетическое родство производителя доминиканского янтаря с биогеографически отдаленным восточноафриканским видом *H. verrucosa*. Таким образом, было доказано африканское происхождение производителя доминиканского янтаря. Удалось восстановить древний ареал *H. protera*; по современной классификации ареалов вид *H. protera* имел пантропическое распространение. Реконструкция древнего ареала *Нуменаеа protera* показана на рисунке 4.



Рис. 4. Ареал *Нуменаеа protera* в миоцене



Биогеографическое сходство фауны Антильских островов и южноафриканских территорий проявляется также в доминиканской палеофауне. Ряд факторов способствовал интенсивному обмену между материками. Согласно А. Грехему [18], на границе «палеоген — неоген» расстояние между Африкой и Антильскими островами было заметно меньше — от  $1/3$  до  $2/3$  современного. Ветровая активность и океанические течения имели бóльшую интенсивность. В совокупности это создавало непрерывно действующий обменный процесс между Южной Африкой и Антильскими островами. По аналогии с современным видом *H. verrucosa* ископаемый вид *H. protera* был эдификатором сообществ генезиса доминиканского янтаря.

Первый вид из доминиканского *Proplebeia dominicana* был описан в [37], эту дату можно обозначить как начало описательной стадии изучения доминиканского ископаемого комплекса. В 70—80-е гг. прошлого века описание фауны идет нарастающими темпами, особая активность имела место в последние два десятилетия. К настоящему времени изученность фауны отдельных групп насекомых можно считать исчерпывающей: опубликованы данные по семейству *Periscelididae* (*Diptera*) [37], отряду *Isoptera* [16], монография по пчелам [14] и другие, пока еще немногочисленные таксономические обзоры.

В 1992 г. вышла монографическое обобщение Дж. Пойнара «Жизнь в янтаре» [28]. В этой книге был дан анализ фаун всех более или менее значимых ископаемых смол, а сведения по доминиканскому янтарию были обобщены впервые. Некоторые положения этой книги критиковались [38], но работа Дж. Пойнара, наряду с монографией Д. Гримальди [19], по сей день остается самым цитируемым источником по ископаемым животным в янтарях.

В 1994 г. другим североамериканским энтомологом Н. Эвенхайзом [17] завершена каталогизация мировой, в том числе и «доминиканской» фауны ископаемых двукрылых. Несмотря на то, что труд посвящен только отряду *Diptera*, работа Н. Эвенхайза внесла значительный вклад в познание «доминиканской» фауны. Отряд *Diptera* — наиболее разнообразная и численно доминирующая группа в ископаемых смолах. Благодаря обобщению Эвенхайза стало возможным рассмотрение «доминиканской» фауны отряда *Diptera* в общем контексте эволюции жизни на Земле. Таксономический каталог фауны доминиканского янтаря был опубликован А. Арилло и В. Ортуно [10]: было систематизировано более 400 видов. Кроме родового и видового состава авторы привели практически всю существующую пока еще немногочисленную синонимику, а также место хранения типовых материалов.

Таким образом, «доминиканская» палеофауна прошла стадию описания в достаточно короткий промежуток времени — от первого описанного вида до первого обобщения на уровне открытой систематики понадобилось менее 30 лет, до первого систематического каталога — чуть более 40 лет.

К настоящему времени в доминиканском янтаре уже известен 521 вид насекомых, из них для 505 типовой стратой является доминиканский янтарь. Валидные виды распределяются по отрядам следующим обра-



зом: отряд *Archaeognatha* (1 вид), отряд *Zygentoma* (5), отряд *Ephemeroptera* (4), отряд *Odonata* (1); отряд *Plecoptera* (1), отряд *Zoraptera* (2), отряд *Embiopoptera* (2); отряд *Isoptera* (5); отряд *Orthoptera* (11); отряд *Hemiptera* (67), отряд *Neuroptera* (12); отряд *Strepsiptera* (7); отряд *Coleoptera* (104), отряд *Hymenoptera* (106), отряд *Trichoptera* (22), отряд *Lepidoptera* (3); отряд *Siphonaptera* (1), *Diptera* (167).

В этимологии названий видов наиболее часто используются связанные с географическим положением месторождения доминиканского янтаря. Так, слово *antilia* использовалось в 10 названиях, из них 3 идентичных названия *antilleana* были использованы в одном и том же семействе *Ceratopogonidae* — в родах *Dasyhelea*, *Forcipomyia* и *Stilobezzia*. В семействе *Anisopodidae* название *antillea* использовалось трижды. В 41 видовом названии используется название Доминиканской Республики в различных вариациях: *dominicana*, *dominica*, *dominicanensis*, *dominicapum* и др. В честь палеонтомологов Дж. Пойнара и Д. Гримальди названо 13 и 10 видов соответственно. В будущем неосторожное использование географических названий и персоналий может стать причиной различных таксономических казусов, образования омонимов и др.

Количество описанных видов и родов может дать приблизительную оценку вклада отдельных систематиков в описание доминиканского комплекса. Бесспорными лидерами в этой области являются североамериканские исследователи. Дж. Пойнар (Университет штата Орегон, США) описал более 126 таксонов, практически из всех отрядов насекомых, Д. Гримальди (Американский музей естественной истории, США) — 54 таксона, преимущественно из отряда *Diptera*. М. Энгелем (Университет штата Канзас, США) описано более 38 таксонов, главным образом из отрядов *Hymenoptera* и *Neuroptera*. Из европейских энтомологов наибольший вклад в изучение фауны доминиканского янтаря внесли польский энтомолог Р. Шацкевский (Гданьский университет, Польша) — более 30 видов из семейства *Ceratopogonidae* (*Diptera*) и С. Поденас (Вильнюсский университет, Литва) — более 14 видов из семейства *Limoniidae*.

Главнейшие исследовательские центры изучения фауны доминиканского янтаря находятся в США, здесь же находятся крупнейшие музейные коллекции, обеспечивающие накопление и хранение материалов. Значимость этих собраний также определяется хранением типовых материалов как главных носителей таксономической информации. Ниже приведен список наиболее значимых собраний.

**1. Американский Национальный Музей естественной истории, Вашингтон, США** — 5500 единиц, из них 43 голотипа, описанных из доминиканского янтаря видов.

**2. Естественно-исторический Музей, Штуттгарт, Германия** — 4600 единиц.

**3. Коллекция беспозвоночных животных штата Флорида, Гейневилл, США** — 3500 единиц, 11 голотипов.

**4. Американский Музей Естественной истории, Нью-Йорк, США** — 2000 единиц, 137 голотипов.

**5. Университет штата Орегон, США** — 139 голотипов.



6. Музей сравнительной зоологии, Гарвардский Университет, Кембридж, США — 28 голотипов, все из семейства *Formicidae* (*Hymenoptera*).

7. Музей Естественной Истории, Лондон, Англия — 630 единиц, 11 голотипов.

8. Геолого-Палеонтологический Институт и Музей, Гамбургский Университет, Германия — 325 единиц, 4 голотипа.

Остальные типовые материалы хранятся в более малочисленных фондах коллекций музеев естественно-исторического направления, университетов и научно-исследовательских учреждений.

**Доминиканская Республика:** Музей доминиканского янтаря, Пуэрто Плата — 2 голотипа, описанных Дж. Пойнаром двух видов мутилид (*Hym.*, *Mutillidae*).

**Бразилия:** Медицинский центр, Бело Горизонта — 2 голотипа из семейства *Psychodidae*.

**США:** Музей Бишопа, Гонолулу — голотип *Sceloenopla dominicana* (*Coleoptera*); Естественно-исторический музей М. Фильда, Чикаго — 3 голотипа стафилинид (*Coleoptera*); Естественно-историческая служба штата Иллинойс, Институт естественных ресурсов — хранится голотип первого описанного из доминиканского янтаря вида, пчелы *Proplebeia dominicana*; Естественно-исторический музей Канзасского Университета — голотип вида *Sialis casca* (*Megaloptera*); Университет Центральной Флориды, Орlando — голотип вида *Krocrites reflexa* (*Hemiptera*, *Cicadellidae*); Университет штата Флорида, Гейнесвилл — голотип *Discocoris dominicanus* (*Hemiptera*, *Thaumastocoridae*); Академия Наук штата Калифорния, Сан-Франциско — 3 голотипа.

**Канада:** Энтомологический Музей, Квебек — 5 (все из отряда *Orthoptera*).

**Франция:** Естественно-исторический Музей, Париж — голотип *Oeclidius browni* (*Hem.*, *Kinnaridae*).

**Австрия:** Естественно-исторический Музей, Вена — голотип *Oligocixia electrina* (*Hem.*, *Cixiidae*); Краеведческий Музей Инсбрука — голотип вида *Mezira scheveni* (*Hem.*, *Aradidae*).

**Испания:** Музей Науки, Барселона — 4 голотипа; Естественно-исторический Музей, Валенсия — голотип вида *Otroacizzia soriae* (*Psyllidae*).

**Швейцария:** Институт окружающей среды, Базельский университет — 3 голотипа; Музей Естественной истории, Базель — голотип *Lepthorax praecreolus* (*Hym.*, *Formicidae*).

**Германия:** Институт Палеонтологии, Автономный Университет, Берлин — голотип *Sceloenopla dominicana* (*Col.*, *Chrysomelidae*); Музей в Хофхайм-ам-Таунус — голотип вида *Succinarisemus scheveni* (*Dip.*, *Psychodidae*); Музей Дж. Зенкенберга, Франкфурт-на-Майне — голотип вида *Electromyrmosoccus abductus* (семейство *Pseudococcidae*); Хильдесхаймский Университет — 2 голотипа.

**Италия:** Естественно-научный Музей, Турин — 7 голотипов из отряда *Hymenoptera*.

**Польша:** Естественно-исторический Музей, Краков — голотип *Oliarus kulickae* (*Hemiptera*, *Cixiidae*).



**Китай:** Ханчжойский университет — голотип вида *Archaeopristocera mikii* (Нум., *Bethylidae*).

В 6 частных коллекциях хранится небольшое число типовых экземпляров:

- **колледж** Дж. Ворка, Орегон, США — 3 голотипа;
- **колледж** Д. Ландберга, компания «Amberica West», Колорадо, США — 4 вида из семейства *Dermestidae* (*Coleoptera*);
- **колледж** М. Переза, Доминиканская Республика — голотип вида *Trypoxylon dominicanum* (Нум., *Sphacidae*);
- **колледж** Я. Шевена, Хаген, Германия — голотип вида *Stichotrema dominicanum* (*Strepsiptera*);
- **колледж** Э. Морона, Турин, Италия — голотип *Euglossa moronei* (Нум., *Apoidea*);
- **колледж** Ф. Витали, Генуя, Италия — 4 вида из отряда *Coleoptera*;
- **колледж** Р. Шадзевского, Гданьск, Польша — голотип вида *Stilobezzia dominicana* (*Dip.*, *Ceratopogonidae*).

60

#### Характеристика палеофауны доминиканского янтаря на уровне открытой систематики

Уступая балтийскому янтарю по общему объему запаса и добычи, доминиканский янтарь значительно превосходит по встречаемости ископаемых организмов. По нашим данным в наиболее «насекомоносной» фракции слоистого янтаря количество камней с цельными включениями составляет не более 6 %, в то время как встречаемость в доминиканском превосходит почти в десятикратном размере (рис. 5). Более того, содержанием включений в одном камне (так называемые сининклюзы [22]) доминиканский янтарь превосходит балтийский в 3–4 раза (рис. 6–7).

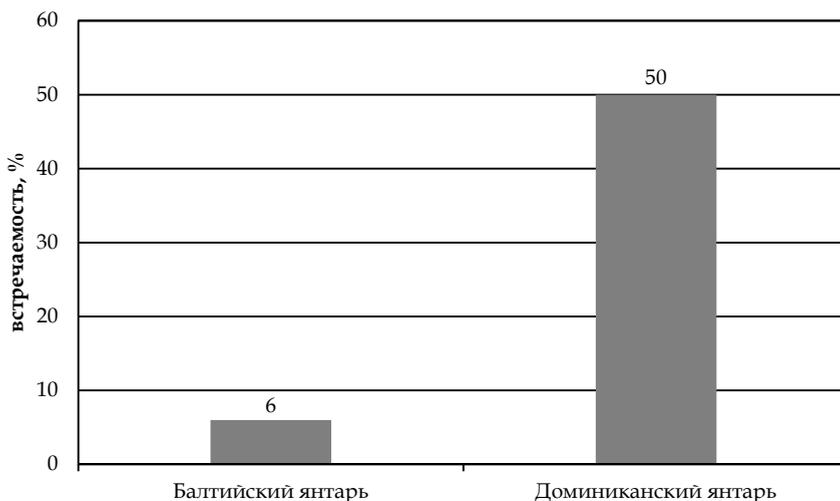


Рис. 5. Встречаемость камней с включениями в доминиканском и балтийском янтаре



Рис. 6. Встречаемость сининклюзов в балтийском янтаре по материалам Музея янтаря (Калининград) и число / доля кусков балтийского янтаря, содержащих включения



Рис. 7. Соотношение камней с различным количеством сининклюзов в балтийском янтаре по материалам Музея янтаря (Калининград) и число / доля камней, содержащих включения

Различия доминиканского и балтийского янтареи проявляются также при рассмотрении встречаемости позвоночных животных. Если находки включений пресмыкающихся, в частности подотряда *Lacertilia*, достаточно обычное явление для доминиканского янтаря, то в балтийском янтаре известно не более 10 находок за всю 200-летнюю историю изучения. Для доминиканского янтаря известна находка земноводного (*Eleutherodactylus sp.*, *Amphibia*, *Leptodactylidae* [29]), в других ископа-



емых смолах, включая балтийский янтарь, земноводные не отмечались. «Доминиканская» палеофауна характеризуется массовой встречаемостью насекомых, характерных исключительно для тропиков и неизвестных (или крайне малочисленных) в «балтийской» фауне. Анализ на уровне ключевых таксонов группы отрядов выявляет очевидные различия: во всех изученных образцах доминиканского янтаря были обнаружены рабочие особи термитов (отряд *Isoptera*), которые отсутствуют в балтийском; многочисленные находки в доминиканском янтаре безжальных пчел (*Hymenoptera, Apoidea, Meliponini*), которые являются характерным тропическим элементом, также отсутствуют в балтийском; в доминиканском янтаре богато и разнообразно представлены высшие семейства чешуекрылых (*Lepidoptera*), которые неизвестны в балтийском.

Перечисленные и другие особенности встречаемости насекомых ключевых экологических групп иллюстрируют отличия условий формирования доминиканского и балтийского янтарей. В частности, рабочие термиты перераспределяя органику, аэрируя почвенный профиль ускоряют работу детритных пищевых цепей и таким образом обеспечивают существование главных эдификаторов тропического леса. Без специализированных опылителей как *Proplebeia dominicana* невозможно воспроизводство низшего яруса леса.

#### Характеристика палеофауны доминиканского янтаря на родовом уровне

Родовой состав представлен 521 родом насекомых, из них только 68 родов не дошли до наших дней (13%), рецентный элемент отчетливо доминирует — 453 рода, или около 87% фауны. Отличия от балтийского янтаря, где доля рецентного элемента оценивается в пределах 50% [7], очевидны (рис. 8).



Рис. 8. Соотношение рецентных и ископаемых родов в доминиканском янтаре



Роды мелового происхождения — малочисленная, но очень важная для понимания эволюции сообщества группа. Связи этих родов с разными лагершкеттами показаны на рисунке 9. Связи доминиканского янтаря с мезозойскими палеофаунами иллюстрируют представлены ограниченным числом родов — всего 7 родов. Переход «бирманский — балтийский — доминиканский — мексиканский» представлен единственным мирмекофильным родом *Trichomyia* (Diptera, Psychodidae), в настоящее время распространенным в неотропиках [9]. Африканско-восточный азиатский род *Culicoides* (Dip., Ceratopogonidae) известен во всех крупных янтарных лагершкеттах: бирманском (верхний альб — ранний сеномен [12], в янтаре из Нью-Джерси (туронский ярус США [15]).

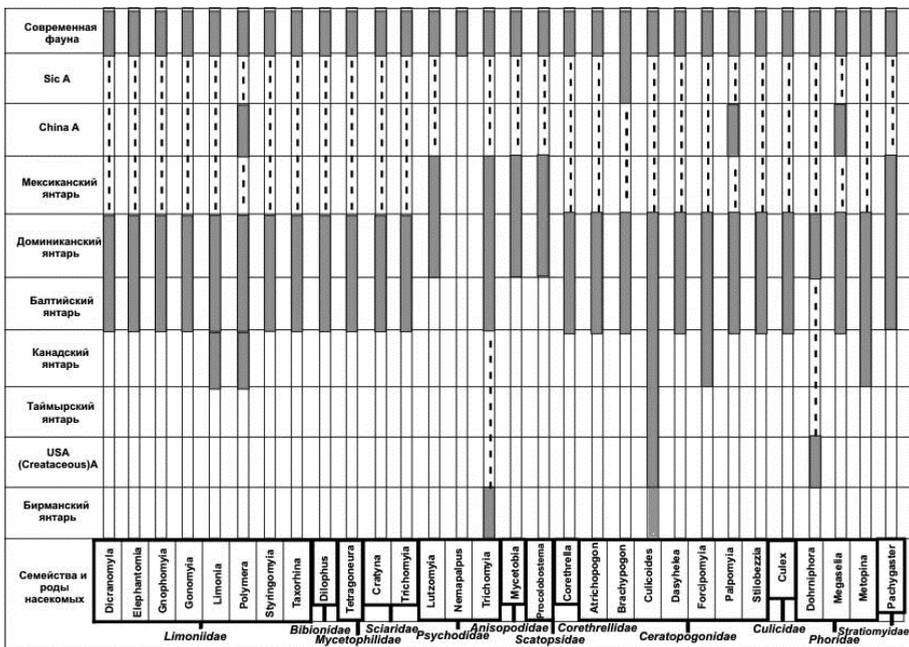


Рис. 9. Родовые связи «доминиканской» фауны

Очевидно, что в палеогене роды *Trichomyia* и *Culicoides* имели всеветное распространение, сокращение ареала произошло лишь в неогене. Исключение составляет распространенный ныне преимущественно в Южном полушарии род *Dohrniphora* (Dip., Phoridae), сокращение ареала которого произошло раньше, вероятно, на переходе «мезозой — кайнозой», об этом может свидетельствует отсутствие находок в балтийском янтаре. Среди мезозойских янтарей наиболее очевидные связи обнаружены для канадского янтаря (кампанский ярус [34]) — роды *Limonia*, *Polymera* (Dip., Limoniidae), *Forcipomyia* (Dip., Ceratopogonidae) и *Metopina* (Dip., Phoridae).

Среди родов, имеющих связи с другими смолами, большая часть родов имеет эоценовое происхождение. В палеонтологической летопи-



си они впервые появляются в балтийском янтаре [5]. Переходы «балтийский янтарь — доминиканский янтарь» оказались наиболее многочисленными — 24 рода. В географически близком и одновозрастном мексиканском янтаре количество общих родов значительно меньше — 5 родов. Примечательно, что среди рассматриваемых таксонов отсутствуют ископаемые роды. Возможно, по мере изучения фаун смол такие роды могут быть обнаружены.

**Эндемизм.** Роды, встречающиеся «только здесь», специфический элемент фауны — это вымершие роды, которые возникли и вымерли в период образования доминиканского янтара. К этой группе относится 67 родов. Типовой стратой для всех является доминиканский янтарь. Рецентные роды, которые в палеонтологической летописи впервые появляются в доминиканском янтаре, — наиболее многочисленная группа. Она включает 255 родов. Эти роды в других, более ранних ископаемых смолах пока неизвестны.

Таким образом, результаты нашего исследования доминиканского янтара указывают на ярко выраженный эндемизм на уровне родовой группы и полное отсутствие на уровне семейства. Связи с мезозойскими фаунами едва присутствуют и всецело связаны с современной неотропической фауной. Из ископаемых сообществ наиболее очевидное сходство обнаружено для балтийского янтара (25 общих родов). Фаунистические связи с рецентными сообществами (в том числе и с фаунами копалов) более отчетливо выражены, чем с верхнеэоценовыми лагершеттами, что дает основание для характеристики «доминиканской» фауны как наиболее близкой к современной из всех известных лагершеттов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта №19-05-00207 «Палеогеографическая и палеоэкологическая реконструкции сообществ янтареносного леса как модель глобальных климатических событий в верхнем эоцене».*

### Список литературы

1. Богдасаров М. А. Янтарь и другие ископаемые смолы Евразии. Брест, 2010.
2. Говорушко С. М. Энциклопедия взаимодействия человека и насекомых. Владивосток, 2019.
3. Жерихин В. В. История биота тропических дождевых лесов // Журнал общей биологии. 1993. Т. 54, №6. С. 659—666.
4. Жерихин В. В., Пономаренко А. Г., Расницын А. П. Введение в палеоэнтомологию. М., 2008.
5. Манукян А. Р. Изменения видового и родового состава насекомых в палеогене как отражение глобальных климатических событий // Природа морской Арктики: современные вызовы и роль науки. 2010. С. 143—144.
6. Манукян А. Р., Вайшат В. Доминиканский янтарь — окно в прошлое Земли // Наука и Жизнь. 2010. №3. С. 76—80.
7. Родендорф Б. Б., Жерихин В. В. Палеонтология и охрана природы // Природа, 1974. №5. С. 82—91.
8. Савкевич С. С. Янтарь. Л., 1970.
9. Araújo M. X., Bravo F. A new species of *Trichomyia* (Diptera: Psychodidae: Trichomyiinae) and report of antennal sensilla in adult // Papéis Avulsos de Zoologia. 2018. Vol. 58.



10. *Arillo A., Ortuño V.M.* Catalogue of fossil insect species described from Dominican amber (Miocene) // *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie B.* 2005. Vol. 352. P. 1–68.
11. *Baroni Urbani C., Saunders J.B.* The fauna of the Dominican Republic amber: the present status of knowledge // *Proc. 9th Caribbean Geological Conference.* Santo Domingo, 1980. P. 213–223.
12. *Cruickshank R.D., Ko K.* Geology of an amber locality in the Hukawng Valley, northern Myanmar // *Journal of Asian Earth Sciences.* 2003. Vol. 21, iss. 5. P. 441–455.
13. *Cunningham A., Gay I.D., Oehlschlager A.C., Langenheim J.H.* <sup>13</sup>C NMR and IR analyses of structure, aging and botanical origin of Dominican and Mexican ambers // *Phytochemistry.* 1983. Vol. 22, iss. 4. P. 965–968.
14. *Engel M.S.* A monograph of the Baltic Amber bees and evolution of the Apoidea (Hymenoptera). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 2001, №259.
15. *Engel M.S.* Two ensign wasps in Cretaceous amber from New Jersey and Myanmar (Hymenoptera: Evaniidae) // *Polskie Pismo Entomologiczne.* 2006. Vol. 75, iss. 3. P. 443–454.
16. *Engel M.S., Grimaldi D.A., Krishna K.* A synopsis of Baltic amber termites (Isoptera) // *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie B.* 2007. Vol. 372. P. 1–20.
17. *Evenhuis N.L.* Catalogue of the Fossil Flies of the World (Insecta: Diptera). Leiden, 1994.
18. *Graham A.* Modern processes and historical factors in the origin of the African element in Latin America // *Annals of the Missouri Botanical Garden.* 2006. Vol. 93, №2. P. 335–339.
19. *Grimaldi D.A.* Amber: window to the past. N. Y., 1996.
20. *Grimaldi D.A., Mathis W.N.* Fossil periscolididae (Diptera) // *Proceedings of the Entomological society of Washington.* 1993. Vol. 95, iss. 3. P. 383–403.
21. *Iturralde-Vinent M.A., MacPhee R.D.E.* Age and paleogeographical origin of Dominican amber // *Science.* 1996. Vol. 273, iss. 5283. P. 1850–1852.
22. *Koteja J.* Syninclusions // *Wrostek Inclusion.* 1989. №8. P. 7–8.
23. *Lambert J.B., Frye J.S. and Poinar G.O.* Amber from the Dominican Republic: analysis of nuclear magnetic resonance spectroscopy // *Archaeometry.* 1985. Vol. 27, iss. 1. P. 43–51.
24. *Langenheim J.H.* Present status of botanical studies of ambers // *Botanical Museum Leaflets, Harvard University.* 1964. Vol. 20. P. 225–287.
25. *Lengweiler W.* Minerals in the Dominican Republic // *Rocks and Minerals.* 1939. Vol. 14, iss. 7. P. 212–213.
26. *Penalver E., Grimaldi G.* New data on Miocene butterflies in Dominican amber (Lepidoptera, Riodinidae & Nymphalidae) with the description of a new nymphalid // *American Museum Novitates.* 2006. №3519. P. 1–17.
27. *Poinar G.O.* *Hymenaea protera* sp. n. (Leguminosae, Caesalpinioideae) from Dominican amber has African affinities // *Experientia.* 1991. Vol. 47. P. 1075–1082.
28. *Poinar G.O.* *Life in Amber.* Stenford, 1992.
29. *Poinar G.O., Cannatella D.C.* An Upper Eocene frog from the Dominican Republic and its implications for Caribbean biogeography // *Science.* 1987. Vol. 237, iss. 4819. P. 1215–1216.
30. *Poinar G.O., Heverkamp J.* Use of pyrolysis mass spectrometry in the identification of amber samples // *Journal of Baltic Studies.* 1985. Vol. 16, iss. 3. P. 210–221.
31. *Ross A.J.* The history of the Amber Collection at The Natural History Museum, London // *Amber in Collections. Amberif 2004, 11<sup>th</sup> International Fair of Amber Jewellery and Gemstones, 11<sup>th</sup> Seminar.* Gdańsk, 2004. P. 7–9.
32. *Sanderson M.W., Farr T.H.* Amber with insects and plant inclusions from the Dominican Republic // *Science.* 1960. Vol. 131, iss. 3409. P. 1313.
33. *Schlee D., Glöckner W.* Bernstein // *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie C.* 1978. Vol. 8. P. 1–72.



34. Sidorchuk E. A., Behan-Pelletier V.M. Megeremaeus cretaceous new species (Acari: Oribatida), the first oribatid mite from Canadian amber // The Canadian Entomologist. 2017. Vol. 149. P. 277–290.

35. Weitschat W. Amber collection of the Geological-Palaeontological Institute & Museum, University of Hamburg (Germany) // Amber in Collections. Amberif 2004, 11<sup>th</sup> International Fair of Amber Jewellery and Gemstones, 11<sup>th</sup> Seminar. Gdańsk, 2004. P. 10–12.

36. Weitschat W., Wichard W. Atlas of Plants and Animals in Baltic Amber. München, 2002.

37. Wille A., Chandler L. C. A new stingless bee from the Tertiary of the Dominican Republic (Hymenoptera, Meliponini) // Revista de Biología Tropical. 1964. Vol. 12, iss. 2. P. 187–195.

38. Woodruff R. E. Life or death in amber? // Insecta Mundi. 1994. Vol. 8, iss. 3. P. 136–142.

### Об авторах

Андраник Рафаелович Манукян — канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Калининградский областной музей янтаря, Россия.

E-mail: manukyan@list.ru

Леонид Алексеевич Жиндарев — д-р геогр. наук, ведущ. науч. сотр., Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия.

E-mail: LZhindarev@yandex.ru

Татьяна Владимировна Шаплыгина — канд. геогр. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: TSHaplygina@kantiana.ru

Анна Викторовна Смирнова — зав. научно-экспозиционным отделом, Калининградский областной музей янтаря, Россия.

E-mail: smirnit@gmail.com

Ирина Игоревна Волкова — канд. геогр. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: IVolkova@kantiana.ru

### The authors

Dr Andranik R. Manukyan, Senior Research Scientist, Amber Museum, Russia.

E-mail: manukyan@list.ru

Prof. Leonid A. Zhindarev, Moscow State University, Russia.

E-mail: LZhindarev@yandex.ru

Dr Tatiana V. Shaplygina, Associate Professor, I. Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: TSHaplygina@kantiana.ru

Anna V. Smirnova, Head of the Scientific and Exposition Department, Amber Museum, Russia.

E-mail: smirnit@gmail.com

Dr Irina I. Volkova, Associate Professor, I. Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: IVolkova@kantiana.ru

УДК 611

**В. А. Изранов, Н. В. Казанцева, И. А. Степанян  
М. В. Мартинович, В. С. Гордова, В. И. Бут-Гусаим**

### **ЭЛАСТОГРАФИЯ СДВИГОВОЙ ВОЛНОЙ ПЕЧЕНИ: ПРОБЛЕМА ТОЧНОСТИ И ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ**

67

Цель статьи – обзор влияния различных факторов на точность и воспроизводимость измерений жесткости печени с помощью эластографии сдвиговой волной (а также на достоверность суждений о норме и патологии). В работе определено, что наиболее важными факторами, влияющими на результаты измерений жесткости печени методами эластографии сдвиговой волной, являются используемая диагностическая аппаратура, применяемые датчики, глубина измерения и акустический доступ. Надежность различных методов приблизительно равноценна. Среди современных ультразвуковых технологий эластографии сдвиговой волной наиболее эффективными с точки зрения визуализации области измерения являются ARFI-технологии (точечная эластография сдвиговой волной и двухмерная эластография сдвиговой волной – pSWE и 2D-SWE). Максимум цветовой визуальной информации о состоянии эластичности тканей печени обеспечивает двухмерная эластография сдвиговой волной (2D-SWE).

*The article reviews the influence of various factors on the accuracy and reproducibility of liver stiffness measurements using shear wave elastography (SWE), as well as on the reliability of judgments about the norm and pathology. The tasks included analyzing the factors affecting the accuracy of measurements of liver stiffness depending on the equipment; testing various SWE techniques for their advantages and disadvantages; identifying the factors depending on the patient (body mass index, gender, respiration, etc.); finding out the reproducibility of liver stiffness measurements in SWE, depending on the skills of the operator, the minimal measurements, the use of contrast-enhanced ultrasound. The most important factors affecting the results of liver stiffness measurements include using SWE method, the diagnostic equipment and the sensors, the measurement depth and acoustic access; the reliability of various SWE methods is approximately equivalent. Among modern ultrasonic SWE technologies, the most efficient to visualize the measurement area are ARFI technologies – point shear wave elastography (pSWE) and two-dimensional shear wave elastography (2D-SWE). Two-dimensional SWE (2D-SWE) provides maximum color visual information about the state of liver tissue elasticity.*

**Ключевые слова:** ультразвук, жесткость печени, область измерения, индекс массы тела, навыки оператора, минимально необходимое количество измерений, скорость сдвиговой волны.

**Keywords:** ultrasound, stiffness of the liver, measurement area, body mass index, operator skills, the minimum required number of measurements, shear wave velocity.



## Введение

Технологии эластографии сдвиговой волной (ЭСВ) печени были разработаны для неинвазивной оценки жесткости органа с целью дифференцировки различных стадий фиброза. За последние годы получен и обобщен значительный объем знаний, касающихся возможностей неинвазивной оценки жесткости печени эластографическими методами [1–10]. Различные эластографические техники и методы исследования были детально описаны в рекомендациях Европейской федерации обществ ультразвука в медицине и биологии (European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology – EFSUMB) [11–13] и Всемирной федерации ультразвука в медицине и биологии (World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology – WFUMB) [14; 15]. Оценка жесткости печени невозможна без стандартизованной базы референсных значений. За последние десятилетия накоплен обширный объем нередко противоречивой информации о показателях жесткости печени у здоровых лиц. Осуществлены попытки систематизировать эти данные [10; 16; 17]. Однако есть факторы, зависящие от оборудования, техник исследования, опыта и обученности врача ультразвуковой диагностики, а также характеристик пациента (разновидность заболевания печени, телосложение). Они влияют на воспроизводимость и согласованность оценок ЭСВ при обследовании как одним, так и разными диагностами (внутриисследовательский и межисследовательский консенсус).

В данной работе рассматриваются проблемы влияния различных факторов на точность и воспроизводимость измерений с помощью ЭСВ, зависящих как от пациента, так и от используемой аппаратуры, техники ЭСВ, их достоинства и недостатки, возможности для достоверных суждений о норме и патологии при измерениях жесткости печени (ИЖП). Статья также освещает текущие нерешенные вопросы для будущих исследований и практических рекомендаций, в частности влияние стеатоза на результаты ИЖП, последовательность и этапность процедур серошкального УЗИ и эластографии и пр. Для достоверности суждений о норме и патологии при измерениях жесткости печени требуется консолидация усилий научной общественности по выработке нормативных значений жесткости печени в зависимости от устройств, технологий ультразвуковой диагностики, характера и степени поражения печени, а также утверждение единой терминологии и переводимых значений терминов с английского на русский язык.

**Цель** статьи – охарактеризовать роль различных факторов на точность измерений жесткости печени, техники ЭСВ.

**Задачи:** 1) провести анализ факторов, влияющих на точность измерений жесткости печени в зависимости от используемой аппаратуры; 2) различных техник ЭСВ, их достоинств и недостатков; 3) факторов, зависящих от пациента (индекс массы тела, пол, дыхание и др.); 4) воспроизводимости измерений жесткости печени при ЭСВ в зависимости от навыков оператора, минимального количества измерений, применения контраст-усиленного ультразвука.



## Методы исследования

Поиск научно-медицинской литературы в реферативных и наукометрических базах данных (БД) с платформ Web of Science, Scopus и eLIBRARY.ru, интегрированной с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ). Глубина поиска – с 2006 по 2018 г. Для поиска литературы использовались ключевые слова и термины MeSH: эластография печени, транзистентная эластография, эластография сдвиговой волной, ARFI-эластография, Shear Wave Elastography, Transient Elastography. Проведен критический анализ найденной литературы в соответствии с разделами, указанными в задачах исследования.

## Результаты и обсуждение

69

### **Факторы, влияющие на достоверность измерений эластографии сдвиговой волной**

#### *Ультразвуковая диагностическая аппаратура и технологии ЭСВ*

В настоящее время в клинической практике используется несколько ультразвуковых техник ЭСВ для эластографических измерений, которые могут быть разбиты на три основные группы: транзистентную эластографию (ТЭ, *FibroScan*), точечную эластографию сдвиговой волны (тЭСВ, *Siemens, Phillips*) и двухмерные техники эластографии сдвиговой волны (2D-ЭСВ, *Supersonic Imagine, Aixplorer; Toshiba Aplio 500*) [18–22]. Транзистентную эластографию иногда также обозначают как одномерную эластографию (1D-эластография) в связи с тем, что метод не позволяет обеспечить визуализацию той части органа, где осуществляется измерение жесткости [23; 24]. В ТЭ сдвиговые волны продуцируются внешним механическим толчком [25–27]. Две последние техники используют ARFI-технологии (*Acoustic Radiation Force Impulse*), то есть толчковый импульс акустического луча, генерирующий сдвиговые волны. Двухмерные техники эластографии нередко обозначают как «ЭСВ в реальном времени», поскольку жесткость печени может оцениваться визуально в режиме реального времени благодаря наличию цветовой карты жесткости [23; 28]. Тем не менее более традиционное использование термина «эластография в режиме реального времени» закреплено за компрессионной эластографией, так как при ЭСВ цветные эластограммы можно получить только при очень низкой частоте кадров [5]. Детали описаны в рекомендациях EFSUMB по эластографии [12; 13] и комментариях к рекомендациям [29].

ТЭ исторически является одним из первых эластографических методов, широко вошедших в клиническую практику. В связи с этим нормативы, методика измерений, интерпретация результатов для ТЭ довольно подробно представлены в литературе [3; 10; 11; 13; 22; 30–39]. В то же время для ЭСВ в реальном времени многие вопросы стандартизации процедуры измерений и оценки референсных значений остаются не полностью изученными.

Работы по сопоставлению результатов исследования различными технологиями ЭСВ предпринимались многократно [6; 7; 9; 22; 40–45]. В таблице приведена информация по сравнению возможностей ТЭ, тЭСВ и двухмерной ЭСВ [36; 37; 46; 47].

**Преимущества и недостатки различных методов измерения жесткости печени**

| Оценка       | ТЭ  | тЭСВ  | 2D-ЭСВ  |
|--------------|---|---|---|
| Преимущества | Хорошая воспроизводимость                                   | Высокая производительность (средняя продолжительность процедуры 2 – 5 мин)                  | –   |
|              | Легковполнима (быстрота, легкость обучения методу)          | Может проводиться на обычном УЗ-аппарате наряду с исследованием в В-режиме и доплерографией | Может проводиться на обычном УЗ-аппарате наряду с исследованием в В-режиме и доплерографией               |
|              | –   | Зона интереса меньше, чем при ТЭ, но может выбираться врачом (навигация в серой шкале)      | Область интереса выбирается оператором, оценка большой площади паренхимы печени (навигация в серой шкале) |
|              | Проверенные критерии качества                               | Шире применима при асците и ожирении, чем ТЭ  | Жесткость печени оценивается визуально в режиме реального времени   |
|              | Широкий диапазон измеряемых значений                        | При выраженном фиброзе значения сопоставимы с ТЭ  | Широкий диапазон значений   |
|              | Высокоэффективна для оценки различных стадий цирроза печени | –   | Высокоэффективна в диагностике цирроза  |
|              | Обладает прогностической ценностью при циррозе              | –   | Наличие цветовой карты жесткости паренхимы  |
|              | –   | –   | Возможность визуального картирования жесткости ткани печени   |

|            |   |  |   |
|------------|---|--|---|
| Недостатки | Слепой метод: область интереса не может быть выбрана визуально            | Отсутствие визуального картирования жесткости ткани печени в момент навигации  | — |
|            | Недостаточная дифференцировка между промежуточными стадиями фиброза       | Узкий диапазон измеряемых значений жесткости   | — |
|            | Ограничения в применении: ожирение, асцит                                 | Невозможность дифференцированного отображения высоких скоростей сдвиговой волны (свыше 5–6 м/с). Более высокие значения ССВ маркируются на экране прибора как «Х.ХХ м/с» | — |
|            | Ложноположительный результат при остром гепатите, внепеченочном холестазе | Нет четко определенных критериев качества измерения  | — |
|            | —   | Измерение жесткости не может быть выполнено ретроспективно   | — |
|            | —   | При измерении эластичности подсчитывается только среднее значение в зоне интереса без данных о стандартном отклонении  | — |
|            | —   | Оператор-зависимость; необходимость экспертного обучения специалиста   | — |
|            | —   |  |   |



Анализ таблицы позволяет сделать вывод, что наибольшим количеством преимуществ при отсутствии явных недостатков обладает двухмерная эластография. В связи с этим наиболее распространенное мнение на сегодняшний день: предпочтение отдается использованию 2D-ЭСВ для ИЖП [10]. Тем не менее для сравнения эффективности методов исследования следует провести отдельное исследование, предполагающее сравнение точности и воспроизводимости результатов ИЖП различными методами эластографии между однородными группами пациентов по выбранным критериям (например, характер заболевания печени, тип телосложения, возраст, пол и др.).

ЭСВ пока недоступна при эндоскопической ультрасонографии [48–50], однако полуколичественный анализ жесткости печени с применением компрессионной эластографии уже достаточно исследован [51–58].

### *Использование фантомов*

Для количественной оценки эластичности мягких тканей используется измерение скорости сдвиговой волны (ССВ). Безусловно, существует общее желание врачебного сообщества сделать значения ССВ сопоставимыми при использовании на различной ультразвуковой диагностической аппаратуре. Альянс количественной визуализации биомаркеров (Quantitative Imaging Biomarkers Alliance – QIBA) радиологического общества Северной Америки (Radiological Society of North America – RSNA) провел исследование сравнения ССВ, полученной на четырех ультразвуковых аппаратах различных производителей: *Fibroscan* (транзиентная эластография), *Philips iU22* (тЭСВ), *Siemens ACUSON S2000* (тЭСВ) и *Aixplorer* (2D-ЭСВ) – с использованием фантомов. Исследование продемонстрировало различие в значениях в зависимости от аппаратуры и измерения ССВ на разной глубине [59; 60].

Эластические фантомы используются для оценки вязко-эластических свойств. Гелевые фантомы обычно имеют известную жесткость и могут содержать включения заданной эластичности. Цель этих фантомов – сравнить производительность различных типов эластографических ультразвуковых приборов или датчиков. Ряд исследований с применением фантомов был выполнен для оценки точности транзиентной эластографии [61; 62]. В исследовании [61] авторы использовали PVA-криогель как материал, имитирующий ткань печени с известной жесткостью. Было показано, что для различных стадий фиброза ТЭ «переоценивает» (превышает) стандартные значения, полученные на фантоме.

Дж. Одри и соавторы [63] осуществили сравнение двух неинвазивных эластографических методов – ТЭ и магнитно-резонансной эластографии. Результаты показали хорошую корреляцию ( $r=0,93$ ) этих методов оценки. С. Чанг и соавторы [64] осуществили исследование с использованием точечной ЭСВ на фантоме, применяя конвексный (1–4 МГц) и линейный (4–9 МГц) датчики, и показали, что для включений, расположенных на одной глубине с различными датчиками, получены раз-



личные значения скорости. Авторы продемонстрировали, что для измерений на различной глубине должны использоваться датчики с различной частотой (датчики с высокой частотой рекомендуется для глубины 2–3 см, а датчики с низкой частотой — для 4–5 см).

Р. Кишимото и соавторы [65] оценили надежность и точность ARFI-эластографии на фантоме с использованием технологии «количественная оценка виртуальным прикосновением» (Virtual Touch Quantification — VTQ) на аппарате *Siemens S2000*. VTQ-измерения осуществляли с помощью конвексного датчика 4 МГц (4C) и линейного датчика 9 МГц (9L). Результаты VTQ-измерений более соответствовали реальным значениям при использовании линейного датчика. Конвексный датчик занижал значения на 15–30 %.

Х. Ксай и соавторы [24] осуществили сравнение 4 эластографических техник с использованием 6 фантомов с разными эластическими характеристиками, чтобы понять, какие эластические модули измеряются с помощью разных эластографических техник, и оценить технические факторы, влияющие на точность измерений. Сравнивались следующие эластографические техники: ElastoPQ (ARFI-технология *Philips*), ТЭ (*FibroScan*), МРЭ и Verasonics (ARFI-технология). Результаты исследования показали хорошее соответствие между двумя эластографическими технологиями, основанными на ARFI: Elasto PQ и Verasonics. Результаты измерений, полученных с помощью TE и MRE, были сходными. При сравнении техник ElastoPQ и ТЭ на твердом фантоме были получены несопоставимые результаты [24]. Таким образом, использование фантомов является эффективным методом контроля точности эластографических измерений и сравнения результатов измерений на диагностической аппаратуре различных производителей.

### Датчики

Несколько исследований было посвящено техническим аспектам ультразвуковой эластографии, связанным с использованием различных датчиков. Значительные различия результатов измерения жесткости печени у здоровых лиц (взрослых и детей) были показаны при использовании транзистентной эластографии с малым (S), средним (M) и крупным (XL) датчиками [66–68]. Следует подчеркнуть, что производитель аппарата *FibroScan* рекомендует использовать соответствующий датчик в зависимости от расстояния от капсулы печени до поверхности кожи. Следовательно, эти различия могут быть обусловлены подкожной тканью в зоне интереса, когда используется соответствующий датчик. Показатели жесткости печени были значительно выше при использовании конвексного датчика 1–6 МГц в сравнении с линейным датчиком линейным датчиком SL15–4 МГц (*Aixplorer, SuperSonic Imagine SA, Франция*). У здоровых детей жесткость печени составила  $5,96 \pm 1,31$  кПа при использовании датчика SL 15–4 МГц и  $6,94 \pm 1,42$  кПа при использовании датчика SC6-1,  $P=0,006$  [25].

С. Чанг и соавторы [64] показали, что ССВ при использовании VTQ-технологии с конвексным датчиком на УЗ-системе ACUSON S2000 (*Sie-*



mens) была значительно выше, чем при использовании линейного датчика на той же глубине как при исследовании на фантоме, так и у здоровых добровольцев. Было предположено, что эти различия обусловлены различной частотой и различным пространственным разрешением конвексного и линейного датчиков [69; 70]. Авторы исследования на фантоме, используя конвексный и линейный датчики (ACUSON S2000), выявили, что линейный датчик обеспечивал надежный коэффициент вариации на расстоянии 5–40 мм между датчиком и областью интереса и имел ограничения глубины, в то время как конвексный датчик обеспечивал надежный коэффициент вариации на расстоянии 25–60 мм [71]. Это понятно, так как максимальная сила толчкового импульса находится в точке фокуса акустического луча.

На контрасте с двумя указанными выше работами в двух других исследованиях, предпринятых у детей с использованием одной и той же эластографической техники, не выявлено отличий в измерениях при использовании двух различных датчиков (4С и 9L4), исключая новорожденных [69; 72].

Таким образом, анализ литературы свидетельствует, что результаты измерения жесткости печени следует интерпретировать, принимая в расчет частоту датчика, использованного для измерений. Влияние датчика на измерения может быть обусловлено как вязкоупругими свойствами тканей, так и частотой датчика, а также широкополосными характеристиками генерируемого механического возбуждения [25].

### *Различные техники ЭСВ, их достоинства и недостатки*

#### *Положение пациента*

Положение пациента на спине рекомендовано в большинстве опубликованных статей. Это справедливо и при использовании устройства *FibroScan*. Другие положения пациента на другой диагностической аппаратуре не были систематически исследованы. Показано, что может быть использовано положение для биопсии печени, выполняемое с небольшим (30°) поворотом пациента на левый бок в позиции на спине с перпендикулярным доступом датчика к исследуемому межреберью. Правая рука должна быть отведена вверх для максимального расширения межреберья [73–75].

#### *Положение датчика*

В процедуре измерения жесткости печени межреберное положение датчика имеет решающее значение. Любые другие положения датчика могут приводить к отклонению результатов измерения [74–76]. Кроме того, наиболее точные межисследовательские и внутриисследовательские согласования результатов ИЖП были получены при интеркостальном доступе [19; 77] в сравнении с субкостальным [17]. Узкие межреберные промежутки являются важной причиной технических затруднений и недостоверных ИЖП [78]. Ежедневный опыт работы де-



монстрирует, что положение датчика может несколько отличаться у различных операторов. Рекомендуется, чтобы датчик находился перпендикулярно капсуле печени для оптимизации смещения печени [73]. Ряд исследователей при проведении точечной эластографии сдвиговой волной рекомендуют доступ по передней и средней подмышечной линии в 5–6-м сегментах при одновременной визуализации правой почки [74; 79] (рис.).

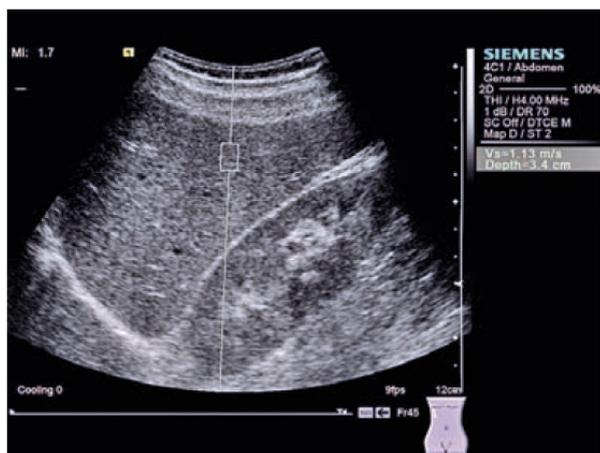


Рис. ARFI-эластография печени из правого межреберного доступа с одновременной визуализацией правой почки

### Глубина измерения

Скорость сдвиговой волны различается в зависимости от глубины измерения. Кроме того, ССВ различается при использовании ARFI-технологий на УЗ-системах ACUSON S2000-3000 (Siemens, Германия) и Aixplorer (SuperSonic Imagine, Франция) при использовании мягкого фантома [80]. Х. Дж. Шин и соавторы [81] исследовали согласованность ССВ при применении различных технологий ЭСВ на трех различных УЗ-аппаратах. Полученные средние значения ССВ значительно отличались ( $P \leq 0,002$ ) [81].

Существует различие в ССВ при ультразвуковой эластографии в зависимости от использования УЗ-аппаратов, датчиков и глубины измерения в ткани. Это означает, что необходимо соблюдать осторожность при использовании пороговых значений ССВ в различных условиях, так как это влияет на оценку жесткости печени степени и, соответственно, степени фиброза [81].

Ч. Ванг и соавторы [60] исследовали диапазон глубины измерения, внутри которого жесткость печени может быть надежно оценена при помощи 2D-ЭСВ. Диапазон успешных измерений и коэффициент вариации на глубине 3–7 см и 2–5 см от поверхности датчика были значительно выше и ниже соответственно, чем при измерениях на другой глубине ( $P < 0,001$ ). Авторы показали, что оптимальной глубиной измерения



ЖП является расстояние 3–5 см от поверхности датчика и 1–2 см от поверхности капсулы печени. Уровень успешных измерений составил 0 при измерении на расстоянии 0–1 см от капсулы печени. Более того, особенности 2D-картирования жесткости на эхографическом изображении печени, как было обнаружено, также меняются в зависимости от глубины [60]. В таком случае влияние капсулы печени минимизируется и достигается наиболее высокий уровень успешных измерений и надежность повторных измерений. М. Д'Онофрио с соавторами, используя метод точечной эластометрии сдвиговой волны, также выявили значительные различия между поверхностными и глубокими измерениями [17]. Однако в этом исследовании поверхностные измерения осуществлялись непосредственно под капсулой печени. Следовательно, различия могут быть вследствие артефактов, обусловленных капсулой. Ж. Хуан и соавторы [26] показали, что значения ИЖП были выше на глубине более 5 см ( $5,78 \pm 1,66$  кПа) в сравнении с глубиной менее (равно) 5 см ( $4,66 \pm 0,77$  кПа,  $p < 0,001$ ). Оптимальная глубина для ИЖП у взрослых составляет 5 см и меньше от капсулы [26; 73].

На сегодняшний день обобщенным мнением для клинического применения ИЖП при ЭСВ является рекомендация по расположению области измерения (бокса) на расстоянии 1–2 см ниже капсулы печени и 3–5 см от поверхности датчика [11–13; 60; 73; 79].

#### *Область измерения внутри печени*

Область измерения внутри печени оказывает значительное влияние на ИЖП. Так, сегмент печени V является лучшим местом для ИЖП с наиболее низким коэффициентом вариации ( $CV = 8\%$ ) [26; 74]. В. Линг и соавторы также обнаружили влияние области внутри печени на результаты ИЖП и сегмент V с минимальным коэффициентом вариации ( $CV = 21\%$ ) [19]. Это же было подтверждено в нашей работе [75].

Левая доля печени может быть обследована через субкостальный доступ. Тем не менее сегменты левой доли имеют низкий уровень успешных измерений, что может быть обусловлено различными факторами – сердечными сокращениями и, возможно, меньшей глубиной паренхимы печени.

#### *Факторы, зависящие от пациента*

##### *Индекс массы тела и возраст*

Высокий индекс массы тела (ИМТ), как было показано, является причиной технических неудач и ненадежных измерений в ЭСВ, особенно ИМТ  $25 \text{ кг/м}^2$  и более [36; 78]. Эластография в реальном времени не представлялась возможной у добровольцев с ИМТ  $\geq 29 \text{ кг/м}^2$ . Таким образом, эластография подвержена тем же ограничениям, что и традиционный ультразвук [70; 77]. Это может приводить к выраженному завышению стадий фиброза у пациентов с ожирением [82].



Однако другие авторы не обнаружили выраженных различий показателей ЭСВ у лиц с ИМТ более и менее  $25 \text{ кг/м}^2$  [83]. Обнаружено также, что жесткость печени была сопоставима в различных возрастных группах ( $P > 0,05$ ) [19]. Не было значимых различий в показателях ИЖП в зависимости от размеров зоны интереса (Region of Interest – ROI), возраста или ИМТ (для всех факторов  $P > 0,05$ ) [26]. Потенциально влияющие факторы, такие как возраст, стеатоз и ИМТ, которые рассматривались как оказывающие влияние на результаты эластографических измерений, продемонстрировали незначительные эффекты на нормальный диапазон эластичности печени [84].

#### *Пол*

В большинстве опубликованных исследований жесткость печени была выше у мужчин, чем у женщин [19; 26; 27; 85–91]. Тем не менее другие исследователи не нашли значимых различий в показателях жесткости печени у мужчин и женщин [25; 92–95].

#### *Дыхание*

Было показано значительное влияние дыхательного цикла на измерение жесткости печени при сравнении показателей жесткости на вдохе и на выдохе – как у одного пациента, так и при сравнении различных пациентов. Это обусловлено изменением внутривенного объема крови на протяжении дыхательного цикла [96]. Т. Карлас и соавторы [82] обнаружили повышение жесткости печени на 13 % при глубоком вдохе.

В исследовании [19] показатели жесткости на выдохе были значимо выше, чем на вдохе. Другие ученые показали, что респираторный статус (задержка дыхания в сравнении со свободным дыханием) не влияют на ИЖП [25]. Считается, что задержка дыхания на несколько секунд при спокойном дыхании может привести к оптимальным результатам ИЖП [29; 97].

#### *Другие препятствующие и способствующие факторы*

Опыт оператора [98], количество выполненных измерений, расположение области интереса в участке печени без крупных сосудов, исследование натощак или без периода воздержания от пищи, узкие межреберные промежутки – дополнительные факторы, влияющие на результаты исследования [99].

#### **Воспроизводимость измерений при ЭСВ**

##### *Навыки оператора*

Измерения при ЭСВ преимущественно зависят от качества полученных данных. Показатели эластичности, полученные с помощью ЭСВ, являются точными в случае высококачественных исследований,



проводимых в соответствии с определенными критериями качества, и должны быть интерпретированы с осторожностью при осуществлении некачественных измерений [31; 77]. Среди всех отклонений измерений 1–8 % обусловлены оператором [83].

При проведении 2D-ЭСВ операторы-эксперты имели наиболее высокую воспроизводимость результатов измерений по сравнению с начинающими операторами [31; 98]. Воспроизводимость измерений эластичности печени при 2D-ЭСВ была исследована в группе 42 волонтеров [31]. Внутриисследовательское соответствие продемонстрировало межклассовый коэффициент корреляции (МКК) 0,95 и 0,93. Межисследовательское соответствие составило 0,88. Коэффициент вариации между последовательными измерениями ранжировался от 0,12 до 0,17. Это исследование продемонстрировало, что 2D-ЭСВ является воспроизводимым неинвазивным методом оценки эластичности печени. Однако при проведении измерений в разные дни начинающий оператор продемонстрировал соответствие между измерениями ниже, чем оператор-эксперт. Таким образом, фактор обучения и приобретения опыта следует принимать во внимание.

Подобным же образом в другом исследовании на 15 пациентах [83] было показано, что внутриисследовательская надежность измерений, осуществленных на протяжении одного дня, была выше (МКК=0,91), чем межисследовательская (МКК=0,78). Внутриисследовательское соответствие снижалось, когда измерения осуществлялись в разные дни. Воспроизводимость ИЖП при 2D-ЭСВ зависит от «тренированности» (опыта) оператора [98]. Было показано, что «тренировка» оператора улучшает воспроизводимость ИЖП из межреберного доступа [78].

В работе [100] вариабельность результатов ИЖП оценивалась путем сравнения измерений, полученных начинающим оператором и опытным оператором, и двух автоматических измерений на одной и той же кинопетле. Средние значения составили 13 % и 22 % для высококачественных и низкокачественных исследований. Предложенный индекс качества обеспечивает объективную оценку точности и диагностической надежности измерений при ЭСВ. Авторы рекомендуют использовать для ИЖП при двухмерной ЭСВ сохраненные видеофрагменты (кинопетли), поскольку это позволяет при необходимости осуществлять дополнительную количественную оценку на «замороженном» кадре. Также это позволяет оценить качество данных.

Точечная ЭСВ продемонстрировала превосходное межисследовательское соответствие с диапазоном 0,80–0,97 для измерений из межреберного доступа. Требуется непродолжительный период приобретения исследовательских навыков («тренировки») для достижения надежных результатов измерений [17; 77; 79; 101].

Воспроизводимость транзитной эластографии (ТЭ) была исследована у пациентов с хроническими заболеваниями печени. Она была превосходной как для межисследовательского, так и для внутриисследовательского соответствия с МКК=0,98 [32]. Соответствие снижалось при низкой степени фиброза печени, стеатозе и повышении ИМТ. Исследование [30] показало подобные результаты. Л. Кастера и соавторы



[34] продемонстрировали, что ненадежность результатов измерения при ТЭ в значительной степени связана с недостаточным опытом и отсутствием адекватного обучения оператора.

Все авторы сходятся на том, что для эффективного ИЖП при различных видах ЭСВ требуется обязательное предварительное обучение оператора.

#### *Минимальное количество измерений при ЭСВ*

Конечно, в идеальной ситуации желательно ограничиться единственным измерением для получения надежных результатов ИЖП, но для ЭСВ это невозможно. Интересно, что большинство исследований использовали медиану 9–10 измерений [74; 75; 102; 103]. Однако в работе [78] на 86 пациентах было показано, что при проведении 15 измерений сравнение внутриклассового коэффициента корреляции (ВКК) в подгруппах последовательного сравнения результатов от 2 до 14 измерений значимого повышения ВКК после 6 измерений не наблюдалось. Было сделано заключение, что оптимальный минимум измерений для 2D-ЭСВ составляет 6, что демонстрирует превосходную межисследовательскую воспроизводимость [78].

Ряд авторов для определения количества необходимых измерений при 2D-ЭСВ предлагает пользоваться межквартильным диапазоном (Interquartile Range – IQR) [73; 104], первоначально предложенным для оценки надежности измерений при ТЭ. Если результат от деления IQR на медиану ИЖП составляет более 30 % ( $IQR \div \text{медиана ИЖП} > 30\%$ ), результаты расцениваются как ненадежные [34; 78; 105].

С минимальным количеством измерений связан также вопрос продолжительности процедуры ЭСВ. По данным различных авторов [18; 79], оптимальная продолжительность ЭСВ в ходе рутинного УЗИ ОБП составляет от 2 до 5 мин.

#### *Контраст-усиленный ультразвук*

Контраст-усиленный ультразвук не влияет на ЭСВ при использовании технологии количественной оценки виртуальным прикосновением (VTQ) (Siemens S2000) [106].

#### *Нерешенные проблемы*

Влияние стеатоза печени на ИЖП остается нерешенным вопросом, так как имеют место противоречивые литературные данные о его воздействии на результаты измерений. Исследование, проведенное на здоровых добровольцах, показало, что стеатоз не влияет на значения жесткости печени, однако большинство пациентов в этом исследовании имели незначительно выраженный стеатоз [84]. В другом исследовании среди 429 здоровых лиц с нормальными лабораторными тестами жесткость печени была значительно выше у субъектов с ИМТ > 30 кг/м<sup>2</sup>, чем у лиц с нормальным или умеренно избыточным весом [89].



Почти все исследования, которые сравнивали результаты, полученные с помощью двухмерной ЭСВ, показали, что эта технология имеет более высокую или по крайней мере сопоставимую точность в сравнении с транзитной эластографией. Тем не менее различия в значениях, полученных с использованием различных методов эластографии, ограничивают широкое распространение 2D-ЭСВ уже по причине более давней истории использования ТЭ [59].

Несмотря на то, что ЭСВ позиционирует себя как релевантный диагностический инструмент в клинической практике, остается целый ряд нерешенных вопросов. Существует множество методов ЭСВ, предложенных различными производителями диагностической аппаратуры, которые различаются определенными особенностями – хотя основаны на трех базовых технологиях (ТЭ, тЭСВ и 2D-ЭСВ). Эти методы нередко имеют собственные запатентованные названия, иную цветовую шкалу, что существенно затрудняет сопоставление результатов ИЖП, выполненных на различной УЗ-аппаратуре. Безусловно, перед производителями стоит задача обеспечить наилучший метод ИЖП для клиницистов. Однако сегодня наличие множества методов ЭСВ провоцирует множество вопросов. Существуют ли различия в точности между методами? Как результаты, полученные на аппаратуре различных производителей, сопоставимы друг с другом? Ясно, что необходимо стандартизировать методы различных производителей и гармонизировать референсные значения, чтобы избежать неверной интерпретации данных. Более того, нужны исследования, сравнивающие точность различных методов ЭСВ, возможно, увеличивая синхронизацию между производителями (рис.).

Как следует применять эластографию в повседневной клинической практике? ЭСВ является диагностическим инструментом, который должен быть использован с учетом клинических данных. Прежде всего необходимо знать анамнез пациента, данные клинического обследования и лабораторных анализов, если это возможно. УЗИ начинается с традиционного серошкального исследования, чтобы получить общее представление о структуре печени и найти возможные локальные изменения. В ходе УЗИ целесообразно применение доплеровского исследования для оценки гемодинамических изменений. Тогда ЭСВ дает оптимальный результат и лучше оценивается по отношению к общей клинической картине. С точки зрения удобства для пациента, экономии времени и ресурсов более предпочтительным является использование ARFI-технологий (тЭСВ и 2D-ЭСВ). Именно тЭСВ и 2D-ЭСВ позволяют в ходе одного и того же исследования (единой диагностической процедуры) получить весь комплекс необходимых данных, в том числе и ИЖП. К счастью, ЭСВ является неинвазивным методом, не имеет противопоказаний, легко применима в клинической практике, не требует значительного удлинения времени процедуры. Соответственно, ЭСВ следует применять во всех случаях, когда данные о жесткости паренхимы печени могут улучшить диагностику и лечение пациента.



Еще одной нерешенной проблемой является неоднозначность терминологии. Достаточно подробно она описана в статье [8]. Отсутствие четко обозначенных терминов очень часто приводит к невозможности эффективного сопоставления данных различных авторов как в англоязычной, так и в отечественной литературе. Мы уже упоминали различия в трактовке термина RTE (Real Time Elastography – эластография в режиме реального времени), описанных в работах [5; 28]. Особую проблему составляет перевод на русский язык «неустоявшихся» терминов в интерфейсе УЗ-сканеров зарубежных производителей. Да и само название метода исследования – «эластография сдвиговой волной» или «эластография сдвиговой волны» – остается неопределенным. В связи с этим, помимо дискуссионного обсуждения вопросов терминологии, необходимо их рекомендательное закрепление в России на уровне РАСУДМ, как это осуществлено в рекомендациях EFSUMB [11; 12].

### Выводы

1. Наиболее важными факторами, влияющими на результаты ИЖП методами ЭСВ, являются диагностическая аппаратура, применяемые датчики, глубина измерения и акустический доступ.

2. Надежность различных методов ЭСВ приблизительно равноценна. Среди современных ультразвуковых технологий ЭСВ наиболее эффективными с точки зрения визуализации области измерения являются ARFI-технологии (точечная эластография сдвиговой волны и двумерная эластография сдвиговой волны – pSWE и 2D-SWE). Максимум цветовой визуальной информации о состоянии эластичности тканей печени обеспечивает двумерная ЭСВ (2D-SWE).

### Список литературы

1. Bruno C., Minniti S., Bucci A., Mucelli R. P. ARFI: from basic principles to clinical applications in diffuse chronic disease – a review // *Insights Imaging*. 2016. №7(5). P. 735–746. doi: 10.1007/s13244-016-0514-5.
2. D’Onofrio M., Crosara S., De Robertis R. et al. Acoustic radiation force impulse of the liver // *World J Gastroenterol*. 2013. №19 (30). P. 4841–4849. doi: 10.3748/wjg.v19.i30.4841.
3. *Hepatic Elastography Using Ultrasound Waves* / eds. I. Sporea, R. Şirli, A. Popescu et al. Bentham Science Publishers, 2012. doi: 10.2174/97816080546331120101.
4. Afdhal N., Bedossa P., Friedrich-Rust M. et al. EASL-ALEH Clinical Practice Guidelines: Non-invasive tests for evaluation of liver disease severity and prognosis // *Journal of Hepatology*. 2015. №63. P. 237–264. doi: 10.1016/j.jhep.2015.04.006.
5. Garra B. S. Elastography: history, principles, and technique comparison // *Abdom Imaging*. 2015. №40 (4). P. 680–697. doi: 10.1007/s00261-014-0305-8.
6. *Эластография в клинической гепатологии (частные вопросы)* / под ред. А. В. Борсукова, С. Б. Крюковского, В. Н. Покусаевой и др. Смоленск, 2011.
7. Борсуков А. В., Морозова Т. Г. Метастатический рак печени: биопсия или эластография? // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2015. №4.
8. Митьков В. В., Митькова М. Д. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2015. №2. С. 94–108.
9. Борсуков А. В., Морозова Т. Г. Эластография сдвиговой волны в диагностике метастатического поражения печени при проведении мультипараметрического ультразвукового исследования // *Колопроктология*. 2017. №2 (60). С. 26–31.



10. *Эластография* сдвиговой волны: анализ клинических примеров / под ред. А.В. Борсукова, В.Г. Андреева, Т.Д. Гельт и др. Смоленск, 2017.

11. *Bamber J., Cosgrove D., Dietrich C.F et al.* EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology // *Ultraschall Med.* 2013. №34 (2). P. 169–184. doi: 10.1055/s-0033-1335205.

12. *Dietrich C.F., Bamber J., Berzigotti A. et al.* EFSUMB Guidelines and recommendations on the clinical use of liver ultrasound elastography, Update 2017 (Long Version) // *Ultraschall Med.* 2017. №38(4). P. 16–47. doi: 10.1055/s-0043-103952.

13. *Cosgrove D., Piscaglia F., Bamber J. et al.* EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications // *Ultraschall in Med.* 2013. №34 (3). P. 238–253. doi: 10.1055/s-0033-1335375.

14. *Ferraoli G., Filice C., Castera L. et al.* WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 3: Liver // *Ultrasound Med. Biol.* 2015. №41 (5). P. 1161–1179. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.007.

15. *Shina T., Nightingale K.R., Palmeri M.L. et al.* WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: Basic principles and terminology // *Ultrasound Med. Biol.* 2015. №41 (5). P. 1126–1147. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.009.

16. *Dong Y., Sirli R., Ferraioli G. et al.* Shear wave elastography of the liver – review on normal values // *Z Gastroenterol.* 2017. №55 (2). P. 153–166. doi: 10.1055/s-0042-117226.

17. *D’Onofrio M., Gallotti A, Mucelli R.P.* Tissue quantification with acoustic radiation force impulse imaging: Measurement repeatability and normal values in the healthy liver // *AJR Am J Roentgenol.* 2010. №195 (1). P. 132–136. doi: 10.2214/AJR.09.3923.

18. *Bavu E., Gennisson J.L., Couade M. et al.* Noninvasive in vivo liver fibrosis evaluation using supersonic shear imaging: a clinical study on 113 hepatitis C virus patients // *Ultrasound Med Biol.* 2011. №37 (9). P. 1361–1373. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2011.05.016.

19. *Ling W., Lu Q., Quan J. et al.* Assessment of impact factors on shear wave based liver stiffness measurement // *Eur J Radiol.* 2013. №82 (2). P. 335–341. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.10.004.

20. *Lu Q., Lu C., Li J. et al.* Stiffness values and serum biomarkers in liver fibrosis staging: study in large surgical specimens in patients with chronic Hepatitis B // *Radiology.* 2016. №280 (1). P. 290–299. doi: 10.1148/radiol.2016151229.

21. *Chen S., Sanchez W., Callstrom M. et al.* Assessment of liver viscoelasticity by using shear waves induced by ultrasound radiation force // *Radiology.* 2013. №266 (3). P. 964–970. doi: 10.1148/radiol.12120837.

22. *Sporea I., Gilja O.H., Bota S. et al.* Liver Elastography – an update // *Med Ultrason.* 2013. №15 (4). P. 304–314.

23. *Lee J. Y.* ShearWave™ Elastography: a reliable and outperforming diagnostic tool for liverfibrosisassessmentinchronic hepatitis. A literature review. White Paper, 2013.

24. *Xie H., Shamdasani V., Zhao H. et al.* A phantom study to cross-validate multimodality shear wave elastography techniques // *Dresden: IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS).* 2012. P. 1858–1861. doi: 10.1109/ULTSYM.2012.0466.

25. *Franchi-Abella S., Corno L., Gonzales E. et al.* Feasibility and diagnostic accuracy of supersonic shear-wave elastography for the assessment of liver stiffness and liver fibrosis in children: a pilot study of 96 patients // *Radiology.* 2016. №278 (2). P. 554–562. doi: 1148/radiol.2015142815.

26. *Huang Z., Zheng J., Zeng J. et al.* Normal liver stiffness in healthy adults assessed by real-time shear wave elastography and factors that influence this method // *Ultrasound Med Biol.* 2014. №40 (11). P. 2549–2555. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2014.05.008.



27. Leung V.Y., Shen J., Wong V.W. et al. Quantitative elastography of liver fibrosis and spleen stiffness in chronic hepatitis B carriers: comparison of shear-wave elastography and transient elastography with liver biopsy correlation // *Radiology*. 2013. №269 (3). P. 910–918. doi: 10.1148/radiol.13130128.
28. O'Hara S. A comparison of one shot and continuous modes for Shear Wave elastography on the Toshiba Aplio 500. URL: <https://de.medical.canon/wp-content/uploads/sites/17/2017/02/A-comparison-of-one-shot-and-continuous-modes-for-Shear-Wave-elastography-on-the-Toshiba-Aplio-500.pdf> (дата обращения: 20.02.2020).
29. Cui X.W., Friedrich-Rust M., De Molo C. et al. Liver elastography, comments on EFSUMB elastography guidelines 2013 // *World J Gastroenterol*. 2013. №19 (38). P. 6329–6347. doi: 10.3748/wjg.v19.i38.6329.
30. Boursier J., Konaté A., Gorea G. et al. Reproducibility of liver stiffness measurement by ultrasonographic elastometry // *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2008. №6 (11). P. 1263–1269. doi: 10.1016/j.cgh.2008.07.006.
31. Ferraioli G., Tinelli C., Zicchetti M. et al. Reproducibility of real-time shear wave elastography in the evaluation of liver elasticity // *Eur J Radiol*. 2012. №81 (11). P. 3102–3106. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.05.030.
32. Fraquelli M., Rigamonti C., Casazza G. et al. Reproducibility of transient elastography in the evaluation of liver fibrosis in patients with chronic liver disease // *Gut*. 2007. №56 (7). P. 968–973. doi: 10.1136/gut.2006.111302.
33. Castera L., Vergniol J., Foucher J. et al. Prospective comparison of transient elastography, fibrotest, APRI and liver biopsy for the assessment of fibrosis in chronic hepatitis C // *Gastroenterology*. 2005. №128 (2). P. 343–350.
34. Castera L., Foucher J., Bernard P.H. et al. Pitfalls of liver stiffness measurement: a 5-year prospective study of 13,369 examinations // *Hepatology*. 2010. №51 (3). P. 828–835. doi: 10.1002/hep.23425.
35. Castera L. Invasive and non-invasive methods for the assessment of fibrosis and disease progression in chronic liver disease // *Best Pract Res Clin Gastroenterol*. 2011. №25 (2). P. 291–303. doi: 10.1016/j.bpg.2011.02.003.
36. Castera L. Noninvasive methods to assess liver disease in patients with hepatitis B or C // *Gastroenterology*. 2012. №142 (6). P. 1293–1302. doi: 10.1053/j.gastro.2012.02.017.
37. Кляритская И.Л., Шелихова Е.О., Мошко Ю.А. Транзиентная эластография в оценке фиброза печени // *Крымский терапевтический журнал*. 2015. №3 (26). С. 18–30.
38. Сурков А.Н., Намазова-Баранова Л.С., Ваиакмадзе Н.Д. и др. Транзиентная эластография – неинвазивный метод диагностики стадий фиброза печени у детей с редкими болезнями // *Современные технологии в медицине*. 2016. №8 (3). С. 56–63.
39. Променашева Т.Е., Козлова Н.М. Транзиторная эластография как метод неинвазивной диагностики неалкогольной жировой болезни печени // *Сибирский медицинский журнал*. 2013. №123 (8). С. 56–60.
40. Sporea I., Sirlu R., Deleanu A., Popescu A., Cornianu M. Liver stiffness measurement by transient elastography in clinical practice // *J Gastrointest Liver Dis*. 2008. №17 (4). P. 395–399.
41. Sporea I., Bota S., Grădinaru-Tașcău O. et al. Comparative study between two point Shear Wave Elastographic techniques: Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI) elastography and ElastPQ // *Med Ultrason*. 2014. №16 (4). P. 309–314.
42. Cassinotto C., Lapuyade B., Ant-Ali A. et al. Liver Fibrosis: Noninvasive Assessment with Acoustic Radiation Force Impulse Elastography – Comparison with FibroScan M and XL Probes and FibroTest in Patients with Chronic Liver Disease // *Radiology*. 2014. №269 (1). P. 283–292. doi: 10.1148/radiol.13122208.
43. Cassinotto C., Lapuyade B., Mouries A. et al. Non-invasive assessment of liver fibrosis with impulse elastography: comparison of Supersonic Shear Imaging with ARFI and FibroScan® // *J Hepatol*. 2014. №61 (3). P. 550–557. doi: 10.1016/j.jhep.2014.04.044.



44. Ragazzo T.G., Paranagua-Vezozzo D., Lima F.R. et al. Accuracy of transient elastography-FibroScan®, acoustic radiation force impulse (ARFI) imaging, the enhanced liver fibrosis (ELF) test, APRI, and the FIB-4 index compared with liver biopsy in patients with chronic hepatitis C // Clinics (Sao Paulo). 2017. №72 (9). P. 516–525. doi: 10.6061/clinics/2017(09)01.

45. Скуратов А.Г., Лызигов А.Н., Свистунов С.В. Ультразвуковая эластография для неинвазивной оценки цирроза печени и портальной гипертензии // Проблемы здоровья и экологии. 2017. №3 (53). С. 105–110.

46. Диомидова В.Н., Петрова О.В. Сравнительный анализ результатов эластографии сдвиговой волной и транзитной эластографии в диагностике диффузных заболеваний печени // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. №5. С. 17–23.

47. Катрич А.Н., Охотина А.В., Шамахян К.А., Рябин Н.С. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной в диагностике стадии фиброза печени // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2017. №3. С. 10–21.

48. Dietrich C.F., Saftoiu A., Janssen C. Real time elastography endoscopic ultrasound (RTE-EUS), a comprehensive review // Eur J Radiol. 2014. №83 (3). P. 405–414. doi: 10.1016/j.ejrad.2013.03.023.

49. Dietrich C.F., Janssen C., Arcidiacono P.G. et al. Endoscopic ultrasound: Elastographic lymph node evaluation // Endosc Ultrasound. 2015. №4 (3). P. 176–190. doi: 10.4103/2303-9027.162995.

50. Cui X.W., Chang J.M., Kan Q.C. et al. Endoscopic ultrasound elastography: Current status and future perspectives // World J Gastroenterol. 2015. №21 (47). P. 13212–13224. doi: 10.3748/wjg.v21.i47.13212.

51. Saftoiu A., Iordache S.A., Gheonea D.I. et al. Combined contrast-enhanced power Doppler and real-time sonoelastography performed during EUS, used in the differential diagnosis of focal pancreatic masses (with videos) // Gastrointest Endosc. 2010. №72 (4). P. 739–747. doi: 10.1016/j.gie.2010.02.056.

52. Saftoiu A., Vilman P., Gorunescu F. et al. Accuracy of endoscopic ultrasound elastography used for differential diagnosis of focal pancreatic masses: a multicenter study // Endoscopy. 2011. №43 (7). P. 596–603. doi: 10.1055/s-0030-1256314.

53. Saftoiu A., Vilman P., Gorunescu F. et al. Efficacy of an artificial neural network-based approach to endoscopic ultrasound elastography in diagnosis of focal pancreatic masses // Clin Gastroenterol Hepatol. 2012. №10 (1). P. 84–90. doi: 10.1016/j.cgh.2011.09.014.

54. Carlsen J.F., Pedersen M.R., Ewertsen C. et al. A comparative study of strain and shear-wave elastography in an elasticity phantom // Am J Roentgenol. 2015. №204 (3). P. 236–242. doi: 10.2214/AJR.14.13076.

55. Морозова Т.Г., Борсуков А.В. Новое направление в диагностике алкогольной болезни печени: эластография печени и селезенки // Ученые записки Орловского государственного университета. Сер.: Естественные, технические и медицинские науки. 2011. №5. С. 64–73.

56. Морозова Т.Г., Борсуков А.В. Диагностические возможности эластографии печени при эндосонографии // Вестник новых медицинских технологий. 2014. №21 (1). С. 44–47.

57. Морозова Т.Г. Комплексная эластография при диффузных заболеваниях печени // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2015. №5. С. 117.

58. Морозова Т.Г., Борсуков А.В. Обоснование использования комплексной эластографии при диффузных заболеваниях печени // В мире научных открытий. 2016. №8 (80). С. 10–27. doi: 10.12731/wsd-2016-8-10-27.

59. Hall T.J., Milkowski A., Garra B. et al. RSNA/QIBA: shear wave speed as abiomarker for liver fibrosis staging // IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS). 2013. P. 397–400. doi: 10.1109/ULTSYM.2013.0103.



60. Wang C.Z., Zheng J., Huang Z.P. et al. Influence of measurement depth on the stiffness assessment of healthy liver with real-time shear wave elastography // *Ultrasound Med Biol.* 2014. №40 (3). P. 461–469. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2013.10.021.
61. Cournane S., Cannon L., Browne J., Fagan A.J. Assessment of the accuracy of an ultrasound elastography liver scanning system using a PVA-cryogel phantom with optimal acoustic and mechanical properties // *Phys Med Biol.* 2010. №55 (19). P. 5965–5983. doi: 10.1088/0031-9155/55/19/022.
62. Melodelima D., Bamber J.C., Duck F.A., Shipley J.A. Transient elastography using impulsive ultrasound radiation force: a preliminary comparison with surface palpation elastography // *Ultrasound Med Biol.* 2007. №33 (6). P. 959–969. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2006.12.004.
63. Oudry J., Chen J., Glaser K.J. et al. Cross-validation of magnetic resonance elastography and ultrasound-based transient elastography: a preliminary phantom study // *J Magn Reson Imaging.* 2009. №30 (5). P. 1145–1150. doi: 10.1002/jmri.21929.
64. Chang S., Kim M.J., Kim J., Lee M.J. Variability of shear wave velocity using different frequencies in acoustic radiation force impulse (ARFI) elastography: a phantom and normal liver study // *Ultraschall in Med.* 2013. №34 (3). P. 260–265. doi: 10.1055/s-0032-1313008.
65. Kishimoto R., Suga M., Koyama A. et al. Measuring shear-wave speed with point shear-wave elastography and MR elastography: a phantom study // *BMJ Open.* 2017. №7 (1). e013925- e013931. doi: 10.1136/bmjopen-2016-013925.
66. Goldschmidt I., Streckenbach C., Dingemann C. et al. Application and limitations of transient liver elastography in children // *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2013. №57 (1). P. 109–113. doi: 10.1097/MPG.0b013e31829206a0.
67. Ferraioli G., Lissandrin R., Zicchetti M., Filice C. Assessment of liver stiffness with transient elastography by using S and M probes in healthy children // *Eur J Pediatr.* 2012. №171 (9). P. 1415. doi: 10.1007/s00431-012-1777-6.
68. Myers R.P., Pomier-Layrargues G., Kirsch R. et al. Feasibility and diagnostic performance of the FibroScan XL probe for liver stiffness measurement in overweight and obese patients // *Hepatology.* 2012. №55 (1). P. 199–208. doi: 10.1002/hep.24624. Epub 2011 Nov 18.
69. Fontanilla T., Canas T., Macia A. et al. Normal values of liver shear wave velocity in healthy children assessed by acoustic radiation force impulse imaging using a convex probe and a linear probe // *Ultrasound Med Biol.* 2014. P. 40 (3). P. 470–477. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2013.10.024.
70. Galgenmueller S., Jaeger H., Kratzer W. et al. Parameters affecting different acoustic radiation force impulse applications in the diagnosis of fibrotic liver changes // *World J Gastroenterol.* 2015. №21 (27). P. 8425–8432. doi: 10.3748/wjg.v21.i27.8425.
71. Yamanaka N., Kaminuma C., Taketomi-Takahashi A., Tsushima Y. Reliable measurement by virtual touch tissue quantification with acoustic radiation force impulse imaging: phantom study // *J Ultrasound Med.* 2012. №31 (8). P. 1239–1244. doi: 10.7863/jum.2012.31.8.1239.
72. Hanquinet S., Courvoisier D., Kanavaki A. et al. Acoustic radiation force impulse imaging-normal values of liver stiffness in healthy children // *Pediatr Radiol.* 2013. №43 (5). P. 539–544. doi: 10.1007/s00247-012-2553-5.
73. Barr R.G., Ferraioli G., Palmeri M.L. et al. Elastography assessment of liver fibrosis: Society of Radiologists in Ultrasound consensus conference statement // *Radiology.* 2015. №276 (3). P. 845–861. doi: 10.1148/radiol.2015150619.
74. Изранов В.А., Степанян И.А., Мартинович М.В. ARFI-эластометрия печени у здоровых добровольцев: стандартизация методики // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки.* 2016. №2. С. 77–85.



75. Степанян И.А., Кобинец Ю.В., Изранов В.А., Овчинников О.И. Диффузные изменения печени: оценка эффективности диагностики методом стандартизованной ARFI-эластографии // Лучевая диагностика и терапия. 2018. №1. С. 30–35.

76. Muller M., Gennisson J.L., Deffieux T. et al. Quantitative viscoelasticity mapping of human liver using supersonic shear imaging: preliminary in vivo feasibility study // *Ultrasound Med Biol.* 2009. №35 (2). P. 219–229. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2008.08.018.

77. Ferraioli G., Tinelli C., Lissandrini R. et al. Ultrasound point shear wave elastography assessment of liver and spleen stiffness: effect of training on repeatability of measurements // *Eur Radiol.* 2014. №24 (6). P. 1283–1289. doi: 10.1007/s00330-014-3140-y.

78. Yoon J., Lee J.M., Han J.K., Choi B.I. Shear wave elastography for liver stiffness measurement in clinical sonographic examinations evaluation of intraobserver reproducibility, technical failure, and unreliable stiffness measurements // *J Ultrasound Med.* 2014. №33 (3). P. 437–447. doi: 10.7863/ultra.33.3.437.

79. Guzmán-Aroca F., Reus M., Berná-Serna J.D. et al. Reproducibility of shear wave velocity measurements by acoustic radiation force impulse imaging of the liver: a study in healthy volunteers // *J Ultrasound Med.* 2011. №30 (7). P. 975–979.

80. Dillman J.R., Chen S., Davenport M.S. et al. Superficial ultrasound shear wave speed measurements in soft and hard elasticity phantoms: repeatability and reproducibility using two ultrasound system // *Pediatr Radiol.* 2015. №45 (3). P. 376–385. doi: 10.1007/s00247-014-3150-6.

81. Shin H.J., Kim H.Y., Kim H.Y. et al. Comparison of shear wave velocities on ultrasound elastography between different machines, transducers, and acquisition depths: a phantom study // *Eur Radiol.* 2016. №26 (10). P. 3361–3367. doi: 10.1007/s00330-016-4212-y.

82. Karlas T., Dietrich A., Peter V. et al. Evaluation of transient elastography, acoustic radiation force impulse imaging (ARFI), and enhanced liver function (ELF) score for detection of fibrosis in morbidly obese patients // *PLoS One.* 2015. №10 (11). e0141649. doi: 10.1371/journal.pone.0141649.

83. Hudson J.M., Milot L., Parry C. et al. Inter- and intra-operator reliability and repeatability of shear wave elastography in the liver: a study in healthy volunteers // *Ultrasound Med Biol.* 2013. №39 (6). P. 950–955. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2012.

84. Suh C.H., Kim S.Y., Kim K.W. et al. Determination of normal hepatic elasticity by using real-time shear-wave elastography // *Radiology.* 2014. №271 (3). P. 895–900. doi: 10.1148/radiol.14131251.

85. Corpechot C., El Naggar A., Poupon R. Gender and liver: is the liver stiffness weaker in weaker sex? // *Hepatology.* 2006. №44 (2). P. 513–514. doi: 10.1002/hep.21306.

86. Colombo S., Belloli L., Zaccanelli M. et al. Normal liver stiffness and its determinants in healthy blood donors // *Dig Liver Dis.* 2011. №43 (3). P. 231–236. doi: 10.1016/j.dld.2010.07.008.

87. Engelmann G., Gebhardt C., Wenning D. et al. Feasibility study and control values of transient elastography in healthy children // *Eur J Pediatr.* 2012. №171 (2). P. 353–360. doi: 10.1007/s00431-011-1558-7.

88. Kumar M., Sharma P., Garg H. et al. Transient elastographic evaluation in adult subjects without overt liver disease: influence of alanine aminotransferase levels // *J Gastroenterol Hepatol.* 2011. №26 (8). P. 1318–1325. doi: 10.1111/j.1440-1746.2011.06736.x.

89. Roulot D., Czernichow S., Le Clésiau H. Liver stiffness values in apparently healthy subjects: influence of gender and metabolic syndrome // *J Hepatol.* 2008. №48 (4). P. 606–613. doi: 10.1016/j.jhep.2007.11.020.

90. Sirli R., Sporea I., Tudora A. et al. Transient elastographic evaluation of subjects without known hepatic pathology: does age change the liver stiffness? // *J Gastrointest Liver Dis.* 2009. №18 (1). P. 57–60.



91. Şirli R., Bota S., Sporea I. et al. Liver stiffness measurements by means of supersonic shear imaging in patients without known liver pathology // *Ultrasound Med Biol.* 2013. №39 (8). P. 1362–1367. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2013.03.021.
92. Arda K., Ciledag N., Aribas B.K. et al. Quantitative assessment of the elasticity values of liver with shear wave ultrasonographic elastography // *Indian J Med Res.* 2013. №137 (5). P. 911–915.
93. Alsebaey A., Allam N., Alswat K., Waked I. Normal liver stiffness: A study in living donors with normal liver histology // *World J Hepatol.* 2015. №7 (8). P. 1149–1153. doi: 10.4254/wjh.v7.i8.1149.
94. Popescu A., Sporea I., Sirli R. et al. The mean values of liver stiffness assessed by Acoustic Radiation Force Impulse elastography in normal subjects // *Med Ultrason.* 2011. №13 (1). P. 33–37.
95. Madhok R., Tapasvi C., Prasad U. et al. Acoustic radiation force impulse imaging of the liver: measurement of the normal mean values of the shearing wave velocity in a healthy liver // *J ClinDiagn Res.* 2013. №7(1). P. 39–42. doi: 10.7860/JCDR/2012/5070.2665.
96. Yun M.H., Seo Y.S., Kang H.S. et al. The effect of the respiratory cycle on liver stiffness values as measured by transient elastography // *J Viral Hepat.* 2011. №18 (9). P. 631–636. doi: 10.1111/j.1365-2893.2010.01376.x.
97. Barr R.G., Ferraioli G., Palmeri M.L. et al. Elastography assessment of liver fibrosis: Society of Radiologists in Ultrasound consensus conference statement // *Radiology.* 2015. №276 (3). P. 845–861. doi: 10.1148/radiol.2015150619.
98. Grădinaru-Taşcău O., Sporea I., Bota S. et al. Does experience play a role in the ability to perform liver stiffness measurements by means of supersonic shear imaging (SSI)? // *Med Ultrason.* 2013. №15 (3). P. 180–183.
99. Sporea I., Bota S., Săftoiu A. et al. Romanian national guidelines and practical recommendations on liver elastography // *Med Ultrason.* 2014. №16 (2). P. 123–138.
100. Pellot-Barakat C., Lefort M., Chami L. et al. Automatic assessment of shear wave elastography quality and measurement reliability in the liver // *Ultrasound Med Biol.* 2015. №41 (4). P. 936–943. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2014.11.010.
101. Ma J.J., Ding H., Mao F. et al. Assessment of liver fibrosis with elastography point quantification technique in chronic hepatitis B virus patients: a comparison with liver pathological results // *J Gastroenterol Hepatol.* 2014. №29 (4). P. 814–819. doi: 10.1111/jgh.12479.
102. Bert F., Stahmeyer J.T., Rossol S. Ultrasound Elastography Used for Preventive Non-Invasive Screening in Early Detection of Liver Fibrosis // *J Clin Med Res.* 2016. №8 (9). P. 650–655. doi: 10.14740/jocmr2625w.
103. Феоктистова Е.В., Пыков М.И., Амосова А.А. и др. Применение ARFI-эластографии для оценки жесткости печени у детей различных возрастных групп // *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2013. №6. С. 46–55.
104. Pang J.X., Zimmer S., Niu S. et al. Liver stiffness by transient elastography predicts liver related complications and mortality in patients with chronic liver disease // *PLoS One.* 2014. №9 (4). e95776. doi: 10.1371/journal.pone.0095776.
105. Ferraioli G., Tinelli C., Dal Bello B. et al. Accuracy of real-time shear wave elastography for assessing liver fibrosis in chronic hepatitis C: a pilot study // *Hepatology.* 2012. №56 (6). P. 2125–2133. doi: 10.1002/hep.25936.
106. Cui X.W., Pirri C., Ignee A., Dietrich C.F. Measurement of shear wave velocity using acoustic radiation force impulse imaging is not hampered by previous use of ultrasound contrast agents // *Z Gastroenterol.* 2014. №52 (7). P. 649–653. doi: 10.1055/s-0034-1366036.

#### Об авторах

Владимир Александрович Изранов — д-р мед. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: VIZranov@kantiana.ru



Наталья Владимировна Казанцева — канд. мед. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: NKazantseva@kantiana.ru

Ирина Андраниковна Степанян — асп., врач ультразвуковой диагностики, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: IAStepanyan@kantiana.ru

Мирослав Владимирович Мартинович — канд. техн. наук, доц., Новосибирский государственный технический университет, Россия.

E-mail: martinovich\_m@mail.ru

Валентина Сергеевна Гордова — канд. мед. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: VGordova@kantiana.ru

Валерий Иванович Бут-Гусаим — канд. мед. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: IBut-Gusaim@kantiana.ru

#### **The authors**

Prof. Vladimir A. Izranov, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: VIzranov@kantiana.ru

Dr Natalia V. Kazantseva, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: NKazantseva@kantiana.ru

Irina A. Stepanyan, PhD Student Ultrasonic Medical Investigation Specialist, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: IAStepanyan@kantiana.ru

Dr Miroslav V. Martinovich, Associate Professor, Novosibirsk State Technical University, Russia.

E-mail: martinovich\_m@mail.ru

Dr Valentina S. Gordova, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: VGordova@kantiana.ru

Dr Valery I. But-Gusaim, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: IBut-Gusaim@kantiana.ru

**С. В. Морозов, В. А. Изранов, Н. В. Казанцева**

## **ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ СПЛЕНОМЕГАЛИИ (ОБЗОР)**

Селезенка, являясь лимфоидным органом, при ряде заболеваний усиливает свою деятельность, что макроскопически проявляется увеличением ее размеров – спленомегалией. На определенных стадиях развития заболеваний спленомегалия может быть единственным симптомом. Существуют разные способы выявления спленомегалии физикальными методами диагностики и инструментальными исследованиями, однако результаты применения разных методов оценки спленомегалии могут противоречить друг другу. Целью работы является критический анализ фактов о методах исследования селезенки и расчета наличия спленомегалии. Проведен обзор публикаций по данной тематике в базах РИНЦ и PubMed, авторитетных учебных пособиях, указаны основные способы оценки наличия спленомегалии у детей и взрослых, их преимущества и недостатки. К детям и взрослым применяются разные методы определения спленомегалии. Большинство исследователей отмечает наличие связи размеров и объема селезенки с ростом пациентов и отсутствие связи с массой пациентов и индексом массы тела. В историческом плане отмечается переход от строгих критериев спленомегалии (определенное значение длины, объема органа, площади его поперечного среза) к формулам, учитывающим антропометрические характеристики пациентов (пол, рост).

*Spleen, as a lymphoid organ, can activate itself in certain diseases, which is macroscopically manifested by splenomegaly. At certain stages of a disease development, splenomegaly may be an only symptom. There are different ways to detect splenomegaly with physical diagnostic methods and instrumental studies, but their results can be rather contradictory. The aim of the research is to provide a critical analysis of a variety of instruments. The article offers a good review of a variety of papers and methodologies on this topic in the RSCI and PubMed databases. There are different methods for determining splenomegaly in children and adults. Most researchers note relationship between the size and volume of the spleen with the height of patients and the lack of connection with the patient's weight and body mass index. Historically, there is a transition from strict criteria for splenomegaly (a certain value of the length, volume of an organ, the area of its transverse section) to formulas that take into account the anthropometric characteristics of patients (gender, height).*

**Ключевые слова:** селезенка, размер, объем, ультразвуковая диагностика, компьютерная томография.

**Keywords:** spleen, size, volume, ultrasound, computed tomography.



## Введение

Оценка спленомегалии требует всеобъемлющей клинической оценки — помимо измерения размеров селезенки, последующих интенсивных лабораторных и антропометрических исследований.

Селезенка является крупнейшим лимфоидным органом в организме человека, поэтому при заболеваниях системы крови, инфекционных болезнях, системных заболеваниях соединительной ткани и онкологических заболеваниях происходят изменения ее структуры, как правило, проявляющиеся в виде увеличения ее размеров, — спленомегалии. Возникает потребность в критериях определения, является селезенка неизменной или присутствует спленомегалия. В настоящее время имеются разные методы расчета объема органа и определения, увеличен ли он. Однако их результаты могут противоречить друг другу. Кроме того, очевидно, что при определении критериев увеличения органа недостаточно опираться на значения отдельных линейных размеров, площади или объема органа без учета пола, возраста, роста, массы тела. Отсутствуют работы, сравнивающие различные способы расчета между собой (у детей — методы по Ч. У. Эзу с соавторами [1] и коэффициент массы селезенки по О. В. Возгоменту с соавторами [2], у взрослых — критерий площади органа [3], расчет селезеночного индекса [29], методы по Л. Б. Арклесу с соавторами [4] и К. У. Чау с соавторами [5]).

Поэтому цель работы — систематизация факторов, влияющих на спленомегалию, методов исследования спленомегалии и критериев спленомегалии.

Задачи: 1) систематизировать критерии спленомегалии у взрослых и детей; 2) сделать обзор формул расчета размеров селезенки и ее объема; 3) выделить наиболее важные критерии определения размеров селезенки.

**Методы исследования.** Исследование проводилось путем изучения статей из баз данных РИНЦ (<https://elibrary.ru/defaultx.asp>) и PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/>) по поисковым терминам «селезенка», «спленомегалия», «размер», «объем», «spleen», «splenomegaly», «size», «volume», а также учебных пособий по ультразвуковой диагностике, компьютерной томографии, клинической хирургии и гематологии. Изучались все доступные статьи (давность публикаций не ограничена).

## Результаты и обсуждение

### *Причины возникновения спленомегалии*

Спленомегалия является не самостоятельным заболеванием, а симптомом какого-либо заболевания, при котором селезенка увеличивается в размерах [6]. Спленомегалия может быть первым проявлением инфекционных заболеваний (в частности, инфекционного мононуклеоза), гематологических, воспалительных, опухолевых заболеваний и болезней накопления, портальной гипертензии, тромбоза селезеночной вены [7; 8]. При этом до 66 % случаев спленомегалии связано с болезнями системы крови [7]. Кроме того, селезенка часто бывает увели-



чена во время острых респираторных заболеваний, сопровождающихся ярко выраженной клинической картиной; в период реконвалесценции отмечается постепенное уменьшение размеров органа до нормальных значений. Спленомегалия считается фактором риска разрыва селезенки [5; 8].

Изменение размеров селезенки в возможно также при различных физиологических состояниях. При физической нагрузке, а также при задержке дыхания или в условиях гипоксии объем селезенки уменьшается до 40–49 % от исходного [9–11]. Также объем селезенки меняется после приема пищи — через селезенку при этом увеличивается поток крови, но объем ее уменьшается незначительно — на 3,2 % [12].

У беременных отмечается увеличение размеров и площади селезенки с течением беременности, к окончанию гестации площадь селезенки становится до 50 % больше, чем в первом триместре [13]. Это может быть связано с ростом объема циркулирующей крови у беременных.

У людей, живущих в горных районах, объем селезенки уменьшается, как установило исследование Г. Сонмез с соавторами [14]. По их данным, средний объем селезенки, определенный методом ультразвуковой диагностики, составлял  $299 \pm 97$  см<sup>3</sup> (от 116 до 574 см<sup>3</sup>). Через 3 месяца после переселения в высокогорные районы (1750 м над уровнем моря) объем органа уменьшался до  $247 \pm 75$  см<sup>3</sup>, а через 6 месяцев составлял  $239 \pm 70$  см<sup>3</sup>.

Хороший обзор факторов спленомегалии в норме и при патологических состояниях, а также методов клинической диагностики первого и второго выбора дан в работе А. Л. Позо и соавторов [15]. Радиологические методы исследования спленомегалии являются методами первого выбора, особенно ультразвуковые методы исследования, так как они не оказывают ионизирующего излучения.

### *Методы исследования селезенки*

Размеры и объем селезенки определяют с помощью перкуссии, ультразвуковой диагностики (УЗД), компьютерной томографии (КТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ) и радионуклидными методами исследования.

Пальпация и перкуссия — это рутинные методы диагностики, но они не помогают в диагностике пограничных степеней спленомегалии. Принято считать, что размер селезенки нормальный, если ее край не пальпируется из-под левой реберной дуги, а если пальпируется, то она увеличена. Однако возможно низкое стояние селезенки при висцероптозе.

Л. Б. Арклес с соавторами [4], исследовав 1600 пациентов при помощи радионуклидного исследования, выяснили, что край селезенки пальпировался только у 21 из них, а при дальнейшем наблюдении оказалось, что у 18 из 21 пациентов не появилось никаких заболеваний, которые могли бы вызвать спленомегалию. У здоровых пациентов длинна селезенки была 13 см или меньше, из них у 98 % пациентов масса органа при аутопсии оказалась не больше 250 г.

Ультразвуковая диагностика — метод выбора для определения размеров селезенки. Он является неинвазивным, безопасным, доступным и

воспроизводимым методом визуализации селезенки, однако точность измерений зависит от типа датчика, способа доступа, положения пациента [16; 17]. Использование портативных аппаратов позволяет использовать метод УЗД в отделениях реанимации и интенсивной терапии, реанимобилях для исследований пациентов на дому, месте происшествий, в ходе медицинской эвакуации.

Компьютерная томография – более точная методика расчета объема селезенки, однако при этом организм пациента подвергается воздействию ионизирующих излучений [1].

Кроме того, размеры селезенки можно определить с помощью метода магнитно-резонансной томографии. В литературе не удалось найти исследований размеров селезенки с помощью данного метода, а также его сравнений с методом КТ.

Размеры селезенки можно также определять путем статической гаммасцинтиграфии с мечеными  $^{99}\text{Tc}$  эритроцитами, поврежденными нагреванием. Но этот способ является трудоемким, связан с воздействием на организм ионизирующих излучений, требует наличия специальной радионуклидной лаборатории.

Помимо прочего, разные авторы предлагают разные наименования для линейных размеров органа методом ультразвуковой диагностики. Опишем нашу традиционную методику визуализации селезенки во время ультразвукового исследования; такой же принцип измерения применяют Ч.У. Эз с соавторами [1]. При расположении пациента в положении лежа на спине или на правом боку и при установке датчика в 10-е межреберье по задней подмышечной линии мы получаем типичную картину «полулуния». Селезенку необходимо визуализировать так, чтобы на ее вогнутой стороне лоцировались селезеночные артерия и вена. Тогда наибольшее расстояние от верхнего до нижнего краев «месяца» считается длинником (length, L), а линия, перпендикулярная ей и проходящая в области ворот, – толщиной (thickness, T) (рис. 1). В этом же срезе определяют площадь селезенки путем трассировки контура. При развороте датчика на  $90^\circ$  мы получаем изображение селезенки в поперечнике. Расстояние от наиболее удаленных краев селезенки в таком случае считается ее шириной (width, W).

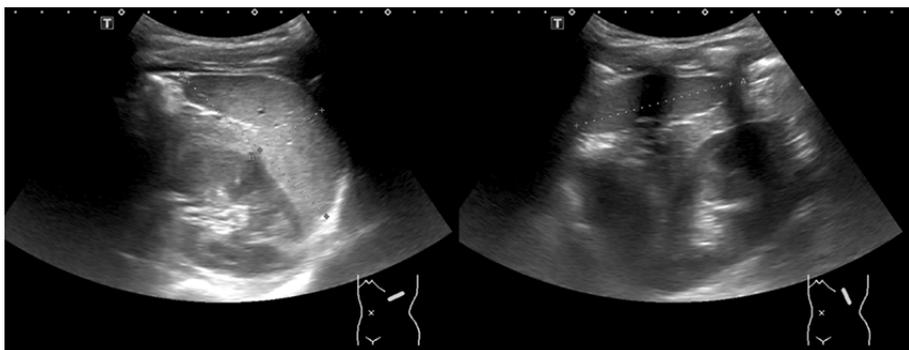


Рис. 1. Методика визуализации селезенки методом УЗД: слева отрезком А измеряется длинник селезенки (length, L), отрезком В – толщина органа (thickness, T); справа отрезком А обозначена ширина селезенки (width, W)



Е.М. Йеттер с соавторами [18] измеряют толщину селезенки по схожей с применяемой нами методике, но шириной считают то, что мы называем длинником — оба измерения проводятся на изображении, полученном установкой датчика в межреберье. Длина селезенки измеряется при расположении датчика продольно, во фронтальной плоскости (тогда под длинником понимают то же, что и при КТ). Максимальная длина — наибольшее расстояние между двумя крайними точками органа на срезе, краниокаудальная длина — часть вертикальной оси тела, соединяющая проекции на нее наиболее краниальной и каудальной точек.

Для определения объема селезенки и других паренхиматозных органов используется формула эллипсоида (1) [19]:

$$V = \frac{4}{3} \pi abc, \quad (1)$$

где  $a$ ,  $b$  и  $c$  — полуоси.

Таким образом, мы получаем формулу (2):

$$V = \frac{4}{3} \pi \times \frac{L}{2} \times \frac{T}{2} \times \frac{W}{2} = \frac{4\pi LTW}{24} = \frac{4\pi}{24} LTW = 0,523LTW \quad (2)$$

В 2013 г. О.В. Возгомент с соавторами [2] исследовали макропрепараты селезенки от 60 аутопсий детей в возрасте от 1 суток до 17 лет и по результатам рассчитали коэффициент объема органа (отношение реального объема макропрепарата селезенки к произведению трех известных линейных размеров — длина, толщина и ширина), который составил 0,589. Это значение оказалось близко к используемому коэффициенту в расчетной формуле объема эллипсоида — 0,523.

Без четкого определения, что является нормой, невозможно судить о патологии. Ошибочное суждение о наличии у человека спленомегалии приводит к ненужным обследованиям, росту тревожности, снижению доверия к официальной медицине [5]. В то же время своевременно установленное заключение о спленомегалии позволяет начать диагностический поиск и предостерегает человека от видов деятельности, способной повредить организму, например тяжелой физической работы или контактных видов спорта [20].

Нормальные размеры селезенки также следует определять, опираясь на результаты лабораторных исследований. При выявлении у пациента спленомегалии необходимо проводить диагностический поиск, чтобы выявить возможную ее причину. Помочь в установлении диагноза могут следующие лабораторные и инструментальные исследования [15; 21]:

- клинический анализ крови с подсчетом количества тромбоцитов по Фонию и ретикулоцитов;
- определение активности трансаминаз, щелочной фосфатазы сыворотки крови, уровня билирубина и его фракций;
- исследование уровня общего белка сыворотки крови и его фракций, наличие С-реактивного белка;
- маркеры вирусных гепатитов;



- рентгенологическое исследование органов грудной клетки для выявления увеличения лимфатических узлов средостения;
- ультразвуковое исследование органов брюшной полости, которое позволяет оценить размеры и структуру печени и селезенки, определить диаметр воротной, селезеночной, нижней полой вен и других крупных сосудов, выявить увеличение лимфатических узлов, асцит;
- фиброгастроскопия – возможно выявление варикозного расширения вен пищевода вследствие портальной гипертензии.

К примеру, в исследование К. Чау и соавторы [5] включали только пациентов, у которых выявлена норма по следующим исследованиям: физикальное исследование, измерение артериального давления, электрокардиограмма (ЭКГ) от 12 отведений, общеклинический анализ крови, концентрация С-реактивного белка, лактатдегидрогеназы, ферментов печени, электролитов; также исследованы функции почек и щитовидной железы, коагулограмма, проведен электрофорез белков сыворотки, исключено наличие вирусов гепатита А, В, С, иммунодефицита человека, цитомегаловируса, вируса Эпштейна – Барра, возбудителей токсоплазмоза и сифилиса. По их данным, у 95 % взрослых селезенка имеет длину менее 12 см [5].

В литературе представлены многочисленные попытки определить нормальные размеры селезенки, выявить зависимость размеров и объема от возраста, пола, роста, массы тела, этнической принадлежности.

Исследователи из разных стран отмечают свои особенности нормативов размеров в зависимости от наличия эндемичных возбудителей и заболеваний. Например, на размеры селезенки у нигерийских детей влияют распространенность малярии, брюшного тифа, а также недостаточность питания [1]. При определении нормального объема у здоровых взрослых африканцев средняя цифра – 120 см<sup>3</sup>, что меньше, чем в западных источниках [22]. Очевидно, для представителей разных национальностей и рас необходимо определять собственные критерии нормальных размеров селезенки.

Длинник селезенки является более воспроизводимым параметром, чем ширина [1]. Длина селезенки хорошо коррелирует со всеми параметрами тела (рост, масса тела и индекс массы тела), а также с полом [5]. Поскольку воспроизведение ширины селезенки является менее надежным, определение спленомегалии по объему селезенки – неопределенный метод [1].

В частности, С. А. Хан с соавторами, обследовав методом УЗД 3136 здоровых добровольцев возрастом старше 16 лет, выявляли, что размеры селезенки прямо пропорциональны возрасту человека [23].

В компьютерной томографии принято по-другому получать значения линейных размеров селезенки. Поперечный размер (или длина) и ширина селезенки определяются на одном горизонтальном срезе, длина – расстояние между наиболее удаленными друг от друга краями (не должна превышать 10 см), ширина перпендикулярна длине (не больше 5 см). Размер селезенки в краниокаудальном направлении не должен превышать 15 см. При спленомегалии увеличены два из трех этих размеров [24].



### Особенности определения спленомегалии у детей

Результаты исследований, выявляющих зависимости размеров селезенки от других антропометрических параметров, носят противоречивый характер. Селезенка варьируется по своей форме, и эту взаимосвязь линейных размеров трудно отразить в конкретном значении и оценить применительно к росту ребенка [2]. При исследовании новорожденных не выявлено значимой разницы между мальчиками и девочками, но выявлена корреляция линейных размеров селезенки с ростом и массой тела [25]. При исследовании детей не отмечают разницы размеров селезенки между мальчиками и девочками [1; 16; 26]. И. В. Дворяковский и соавторы [27] предложили оценивать линейные размеры селезенки в зависимости от роста ребенка.

Другие исследования отмечают отсутствие связи длины селезенки с возрастом и массой, при этом выявляется связь с ростом и площадью поверхности тела [17]. Выявлена зависимость длины селезенки от роста [1; 17].

Ч. У. Эз и соавторы [1] представили уравнения для расчета наибольших нормальных значений длины и ширины селезенки в зависимости от роста (4), (5):

$$\text{длина селезенки (мм)} = 0,518 \times \text{рост (см)} + 18,29, \quad (4)$$

$$\text{ширина селезенки (мм)} = 0,242 \times \text{рост (см)} + 13,65. \quad (5)$$

Значимое исследование провели О. В. Возгомент с соавторами [2]. Они исследовали макропрепараты селезенки по данным 60 аутопсий детей в возрасте от 1 суток до 17 лет, по результатам определили плотность органа ( $1,012 \text{ г/см}^3$ ) и подтвердили возможность использования формулы эллипсоида для определения объема селезенки. Предложен способ расчета массы (г) селезенки у детей при эхографическом измерении ее длины и толщины по формуле:

$$m = 0,34l^2h, \quad (6)$$

где  $l$  — длина селезенки;  $h$  — толщина селезенки.

Однако неясно, как авторы пришли к данной формуле. Известно, что масса органа измеряется по формуле

$$m = \rho V, \quad (7)$$

а плотность селезенки —  $1 \text{ г/см}^3$ . Тогда объем селезенки и равен массе (например, объем  $250 \text{ см}^3$  — масса  $250 \text{ г}$ ).

Для оценки размеров селезенки у детей предложен коэффициент массы селезенки ( $K_m$ ), определяемый по формуле [2]

$$K_m = \text{масса селезенки (г)} \times 1000 / \text{масса тела (г)}. \quad (8)$$

Учитывая отсутствие значимой связи с возрастом, коэффициент массы селезенки является оптимальным для оценки размеров органа у детей. Определен диапазон значений коэффициента массы селезенки



для здоровых детей в возрасте от 3 до 15 лет, который составляет от 2,3 до 3,9 ( $M \pm \sigma$ ) [2]. Если числовое значение вышеуказанного индекса более 4, констатируется увеличение органа, а если менее 2, то уменьшение [28]. Если коэффициент массы селезенки выше или ниже предложенной нормы, разрабатывается индивидуальная программа обследования у ребенка иммунной и кроветворной систем как основных систем, связанных с функциональным состоянием селезенки [28].

Таким образом, мы получаем таблицу с различными методами выявления спленомегалии у детей (табл. 1).

Таблица 1

### Методы определения спленомегалии у детей

| Автор                     | Формула   |
|---------------------------|---|
| С. U. Eze et al. [1]      | Длина селезенки (мм) = $0,518 \times \text{рост (см)} + 18,29$ ,<br>Ширина селезенки (мм) = $0,242 \times \text{рост (см)} + 13,65$ .<br>Спленомегалия – если измеренные значения длины или ширины больше расчетных по формулам |
| О. В. Возгомент и др. [2] | $K_m = m \text{ (г)} \times 1000 / \text{масса тела (г)}$ , $m = 0,3412h$ .<br>Спленомегалия – если $K_m > 4,0$   |

### Особенности определения спленомегалии у взрослых

При увеличении селезенки в размерах ее края закругляются, нарушается нормальная ее полукруглая форма, расширяется селезеночная вена, она может извиваться [6].

У взрослых широко распространен такой критерий спленомегалии, как площадь органа, определяемая методом УЗД: орган увеличен при значении площади более  $50 \text{ см}^2$  [3]. Этот критерий широко применяется в практике, но при этом не учитывают антропометрических характеристик пациентов (возраст, рост, масса тела).

Исследователи Л. Б. Арклес и соавторы [4] на основании исследования 123 пациентов *post mortem* предлагают длинник 13 см считать верхней границей нормы (внутри этой группы 98 % препаратов селезенки имели массы до 250 г).

В 2016 г. К. У. Чау с соавторами [5] было исследовано 1230 добровольцев – доноров стволовых клеток и выявлена положительная связь между полом, ростом и весом. Наибольшие длину и объем имеют селезенки у высоких и тяжелых мужчин, а индекс массы тела больше коррелирует с размерами печени и почек.

Медианные значения длины, переднезаднего размера, ширины и объема оказались следующими: 10,9 см (8,7–13,3 см); 4,5 см (3,2–6,7 см); 6,5 см (4,1–8,9 см);  $166 \text{ см}^3$  ( $80–324 \text{ см}^3$ ) соответственно. Авторы исследования отмечают, что значение длинника селезенки 13 см можно использовать как верхний предел нормы для женщин ростом менее 180 см, а среди мужчин – 13 см (для роста до 170 см), 14 см (для роста от 171 до 190 см).



Также они получили формулы (9), (10), (11), (12) для определения максимального значения длинника и объема селезенки, позволяющих говорить о нормальных ее размерах, в зависимости от роста:

$$\begin{aligned} \text{верхний предел нормы длины селезенки у женщин (см)} &= \\ &= 0,0282 \cdot \text{рост (см)} + 7,5526, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \text{верхний предел нормы объема селезенки у женщин (см}^3\text{)} &= \\ &= 7,0996 \cdot \text{рост (см)} - 939,5, \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \text{верхний предел нормы длины селезенки у мужчин (см)} &= \\ &= 0,0544 \cdot \text{рост (см)} + 3,6693, \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \text{верхний предел нормы объема селезенки у мужчин (см}^3\text{)} &= \\ &= 4,3803 \cdot \text{рост (см)} - 457,15. \end{aligned} \quad (12)$$

Выяснено, что соприкосновение краев селезенки и левой доли печени не является признаком спленоомегалии, а в случае, если нижний край селезенки находится на уровне или ниже нижней трети левой почки, это симптом спленоомегалии (обладающий высокой специфичностью, но низкой чувствительностью — то есть не у всех пациентов с увеличенной селезенкой ее край находится ниже края левой почки, но если такая находка есть — обычно это признак спленоомегалии) [29].

В компьютерной томографии для расчета объема селезенки используют методы суммирования объемов и расчет селезеночного индекса. Селезеночный индекс — это произведение длины, толщины и ширины, которое в норме составляет 120—480 см<sup>3</sup>. При спленоомегалии селезеночный индекс превышает 500 см<sup>3</sup> [30].

По данным, полученным М.Г. Лингурару и соавторами, при помощи мультиспиральной компьютерной томографии с контрастным усилением (МСКТ с КУ), средний объем селезенки в норме составляет 237±78 мл, при спленоомегалии — 1005±644 мл, критериями слабой и выраженной спленоомегалии являются 315 мл и 431 мл соответственно [7].

Мы получили таблицу с различными методами выявления спленоомегалии у взрослых (табл. 2).

Таблица 2

**Методы определения спленоомегалии у взрослых**

| Автор                   | Формула  |
|-------------------------|--|
| L. B. Arkles et al. [4] | Спленоомегалия — если длина селезенки > 13 см или масса селезенки > 250 грамм  |
| K. U. Chow et al. [5]   | Верхний предел нормы длины селезенки у женщин (см) = 0,0282*рост (см) + 7,5526;<br>верхний предел нормы объема селезенки у женщин (см <sup>3</sup> ) = 7,0996*рост (см) - 939,5;<br>верхний предел нормы длины селезенки у мужчин (см) = 0,0544*рост (см) + 3,6693;<br>верхний предел нормы объема селезенки у мужчин (см <sup>3</sup> ) = 4,3803*рост (см) - 457,15 |



| Автор                     | Формула  |
|---------------------------|--|
| А. Камая и др. [30]       | Селезеночный индекс = $LTW$ , где $L$ – длина селезенки; $T$ – толщина селезенки; $W$ – ширина селезенки.<br>Спленомегалия – если селезеночный индекс более $500 \text{ см}^3$ |
| И. И. Затевахин и др. [3] | Спленомегалия – если площадь органа, определяемая методом УЗД, орган увеличен при значении площади более $50 \text{ см}^2$   |

### Выводы

98

В результате исследования можно сделать следующие выводы:

1) среди причин спленомегалии преобладают болезни системы крови и острые респираторные заболевания. Размеры селезенки увеличиваются во время беременности, а уменьшаются после приема пищи, при физической нагрузке, у проживающих в высокогорных районах;

2) основными методами исследования селезенки являются пальпация и перкуссия, ультразвуковая диагностика и компьютерная томография;

3) главные методики определения спленомегалии у детей – расчет длины и ширины органа в зависимости от роста по Ч. У. Эзу [7] и расчет коэффициента массы селезенки по О. В. Возгоменту [28]. Большинство исследователей заметило связь размеров селезенки с ростом ребенка и отметили отсутствие связи размеров с полом и возрастом, по массе и площади поверхности тела данные противоречивы;

4) ключевыми методиками определения спленомегалии у взрослых являются использование критерия площади органа посредством УЗД [3], расчет селезеночного индекса [30], метод по Л. Б. Арклесу [4] и вычисление наибольших значений длины и объема органа по К. У. Чау [5].

Заметен переход от попыток определить наличие спленомегалии по отдельным линейным параметрам к составлению формул, включающих в себя сразу несколько измерений селезенки, а также различные антропометрические характеристики. Кроме того, исследователи по всему миру отмечают необходимость разработки собственных номограмм для определения нормальных размеров селезенки у детей – представителей разных национальностей и рас.

### Список литературы

1. Eze C. U., Agwu K. K., Ezeasor D. N. et al. Sonographic biometry of spleen among school age children in Nsukka, Southeast, Nigeria // African Health Sciences. 2013. Vol. XIII, №2. P. 384 – 392.
2. Возгомент О. В., Пыков М. И., Зайцева Н. В. Новые подходы к ультразвуковой оценке размеров селезенки у детей // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. №6. С. 56 – 63.
3. Абдоминальная хирургия. Национальное руководство: краткое издание / под ред. И. И. Затевахина, А. И. Кириенко, В. А. Кубышкина. М., 2016.
4. Arkles L. B., Gill G. D., Molan M. P. A palpable spleen is not necessarily enlarged or pathological // Med J Aust. 1986. Vol. CXLV, №1. P. 15 – 17.



5. Chow K.U., Luxembourg B., Seifried E., Bonig H. Spleen size is significantly influenced by Body height and sex: Establishment of Normal Values for Spleen Size at US with a Cohort of 1200 Healthy Individuals // Radiology. 2016. Vol. CCLXXIX, №1. P. 306–313.

6. Практическая ультразвуковая диагностика: руководство для врачей : в 5 т. Т. 1: Ультразвуковая диагностика заболеваний органов брюшной полости / под ред. Г. Е. Труфанова, В. В. Рязанова. М., 2016.

7. Linguraru M.G., Sandberg J.K., Jones E.C., Summers R.M. Assessing splenomegaly: automated volumetric analysis of the spleen // Acad Radiol. 2013. Vol. XX, №6. P. 675–684.

8. McCorkle R., Thomas B., Suffaletto H., Jehle D. Normative Spleen Size in Tall Healthy Athletes: Implications for Safe Return to Contact Sports After Infectious Mononucleosis // Clin J Sport Med. 2010. Vol. XX, №6. P. 413–415.

9. Shephard R.J. Responses of the human spleen to exercise // Journal of Sports Sciences. 2015. Vol. XXXIV, №10. P. 929–936.

10. Jahic D., Kapur E., Radjo I., Zerem E. Changes in Splenic Volume After the Treadmill Exercise at Specific Workloads in Elite Long-Distance Runners and Recreational Runners // Med Arch. 2019. Vol. LXXIII, №1. P. 32–34.

11. Engan H.K., Lodin-Sundstrom A., Schagatay F., Schagatay E. The Effect of Climbing Mount Everest on Spleen Contraction and Increase in Hemoglobin Concentration During Breath Holding and Exercise // High Altitude Medicine & Biology. 2014. Vol. XV, №1. P. 52–57.

12. Roshdy M.S., Larsson S.A., Kimiaei S., Jacobsson H. Effect of food intake on liver and spleen volume: assessment with single photon emission computed tomography // Acad Radiol. 1997. Vol. IV, №3. P. 193–196.

13. Maymon R., Zimerman A.L., Strauss S., Gayer G. Maternal Spleen Size Throughout Normal Pregnancy // Semin Ultrasound CT MR. 2007. Vol. XXVIII, №1. P. 64–66.

14. Sonmez G., Ozturk E., Baskim C.C. et al. Effects of Altitude on Spleen Volume: Sonographic Assessment // J Clin Ultrasound. 2007. Vol. XXXV, №4. P. 182–185.

15. Pozo A.L., Godfrey E.M., Bowles K.M. Splenomegaly: Investigation, diagnosis and management // Blood Reviews. 2009. Vol. 23. P. 105–111. doi: 10.1016/j.blre.2008.10.001.

16. Poddar U., Jagadisan B. Measuring Liver and Spleen by Ultrasonography // Indian Pediatrics. 2010. Vol. XLVII, №6. P. 475–476.

17. Dhingra B., Sharma S., Mishra D. et al. Normal Values of Liver and Spleen Size by Ultrasonography in Indian Children // Indian Pediatrics. 2010. Vol. XLVII, №6. P. 487–492.

18. Yetter E.M., Acosta K.B., Olson M.C., Blundell K. Estimating Splenic Volume: Sonographic Measurements Correlated with Helical CT Determination // Am J Roentgenol. 2003. Vol. CLXXXI, №6. P. 1615–1620.

19. Downey M.T. Estimation of splenic weight from ultrasonographic measurements // Can Assoc Radiol J. 1992. Vol. XLIII, №4. P. 273–277.

20. Lee M., Roberts J.M., Chen L. et al. Estimation of Spleen Size With Hand-Carried Ultrasound // J Ultrasound Med. 2014. Vol. XXXIII, №7. P. 1225–1230.

21. Гематология: национальное руководство / под ред. О. А. Рукавицына. М., 2015.

22. Mustaphaa Z., Tahira A., Tukurb M. et al. Sonographic determination of normal spleen size in an adult African population // European Journal of Radiology. 2010. Vol. LXXV, №1. P. e133-e135.

23. Khan S.A., Yasmeen S., Adel H. et al. Sonographic Evaluation of Normal Liver, Spleen, and Renal Parameters in Adult Population: A Multicenter Study // J Coll Physicians Surg Pak. 2018. Vol. XXVIII, №11. P. 834–839.

24. Компьютерная томография. Базовое руководство. М., 2008.



25. Kahramaner Z., Erdemir A., Arik B. *et al.* Reference ranges of liver and spleen dimensions in term infants: sonographic measurements // J. Med. Ultrason. 2015. Vol. XLII, №1. P. 77–81.

26. Rousan L. A., Fataftah J., Al-Omari M. *et al.* Sonographic assessment of liver and spleen size based on age, height, and weight: evaluation of Jordanian children // Minerva Pediatr. 2019. Vol. LXXI, №1. P. 28–33.

27. Дворяковский И. В., Сугак А. Б., Дворяковская Г. М. Размеры и структура селезенки у здоровых детей по данным ультразвукового исследования // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2007. №1. С. 20–29.

28. Возгомент О. В., Пыков М. И., Зайцева Н. В. и др. Нормативные критерии и способ оценки размеров селезенки у детей // Педиатрия. 2014. Т. ХСІХ, №11. С. 9–13.

29. Bezerra A. S., D'Ippolito G., Faintuch S. *et al.* Determination of Splenomegaly by CT: Is There a Place for a Single Measurement? // Am J Roentgenol. 2005. Vol. CLXXXIV, №5. P. 1510–1513.

30. Камая А., Сон Н. Х., Вон-Ю-Чон Дж. Ультразвуковая диагностика Органы брюшной полости и малого таза. М., 2018.

#### Об авторах

Сергей Викторович Морозов – асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: sm9310@mail.ru

Владимир Александрович Изранов – д-р мед. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: Vlzranov@kantiana.ru

Наталья Владимировна Казанцева – канд. мед. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: NKazantseva@kantiana.ru

#### The authors

Sergey V. Morozov, PhD Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: sm9310@mail.ru

Prof. Vladimir A. Izranov, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: Vlzranov@kantiana.ru

Dr Natalia V. Kazantseva, Associate Professor, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: NKazantseva@kantiana.ru

**В. В. Масляков, В. Г. Барсуков, П. С. Доржиев, С. Е. Урядов  
В. Р. Горбелик, С. А. Низовцева**

**ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРОВИ И ГЕМОСТАЗА  
ПРИ КОЛОТО-РЕЗАННЫХ РАНЕНИЯХ СЕРДЦА**

101

Цель статьи – дать характеристику изменений вязкостных свойств крови и тромборезистентности эндотелия сосудов после колото-резаных ранений сердца. Для этого проведено исследование показателей микроциркуляции крови у 34 пациентов. Все пациенты были разделены на 2 группы: в первую вошли 17 человек, которые были прооперированы по поводу ранений сердца (выполнялась торакотомия, ушивание ран сердца и дренирование плевральной полости), а вторую составили 17 раненых с колото-резаными ранениями груди (выполнялась первичная хирургическая обработка ран, дренирование плевральной полости). Проводилось изучение коагуляционной способности крови, исследование маркеров внутрисосудистого свертывания крови, уровня D-димера, вязкость крови.

В результате установлено, что ранения сердца характеризуются нарушениями микроциркуляторного русла в ближайшем послеоперационном периоде. При этом максимальные изменения выявлены на 5–7-е послеоперационные сутки, когда происходили изменения всех исследуемых показателей, в частности коагуляционного звена системы гемостаза в сторону ее активации, что проявлялось укорочением времени рекальцификации плазмы крови, тромбинового времени. Одновременно с этим происходила активация конечного процесса свертывания крови, что проявлялось увеличением уровня фибрина в крови. Также данный период характеризовался снижением активности антитромбина III, повышением Хагеман-калликреин-зависимого фибринолиза, увеличением уровня D-димера в крови и вязкостных свойств крови на всех скоростях сдвига. Кроме того, в этот период было зарегистрировано снижение как антикоагулянтной, так и фибринолитической активности эндотелия, что можно расценить как проявление ДВС-синдрома. Полное восстановление исследуемых показателей происходило на 17–19-е послеоперационные сутки.

Таким образом, ранения сердца приводят к изменению показателей микроциркуляции, максимум которых приходится на 5–7-е послеоперационные сутки. Пациентов с ранениями сердца можно отнести к тромбоопасным на 5–7-е послеоперационные сутки.

*The authors try to characterize changes in viscosities of blood and thromboresistance of vascular endothelium after stab wounds of heart. To achieve the goal, the indicators of microblood circulation were studied in 34 patients. All patients were divided into two groups: the first group of 17 people has been operated for the wounds of heart with the thoracotomy, suturing heart wounds and the pleural cavity drainage. The second group of 17 patients had stab wounds of the chest, they underwent primary surgical treatment of wounds, drainage of the pleural cavity. A study of the patient's blood coagulation capacity, the examination of markers of intravascular coagulation of the blood, the level of D-dimer, and the viscosity of the blood were made. The study established that the heart wounds are characterized by disturbances of*



*the microcirculatory bed in the nearest post-surgery term. At the same time the maximum changes are revealed for 5 – 7 post-surgery days when all studied indicators showed some changes of, in particular a coagulative hemostasis system got more activated which was manifested by shortening of blood plasma recalcification time, thrombin time, at the same time, the final process of blood coagulation was activated, which resulted in an increase in the level of fibrin in the blood. In addition, this period was characterized by a decrease in the activity of antithrombin III and an increase in HAEM-kallikrein-dependent fibrinolysis as well as the increased level of D-dimer in the blood, the increase of the viscosity of blood at all shear rates, in addition, in this period there was a decline in anticoagulant and fibrinolytic activity of the endothelium, which can be regarded as a manifestation of DIC. The complete recovery of the studied indicators occurred on 17 – 19 postoperative days. Heart wounds lead to a change in the microcirculation, the maximum of which falls on 5 – 7 post-surgery days. Patients with heart wounds can be referred to as thrombotic for 5 – 7 post-surgery days.*

**Ключевые слова:** ранения сердца, коагуляционное звено системы гемостаза, эндотелий сосудистой стенки.

**Keywords:** heart wounds, coagulation unit of the hemostasis system, endothelium of the vascular wall.

### Введение

Согласно данным, представленным различными авторами в литературных источниках, ранения сердца при открытых повреждениях груди встречаются в 15 – 16 % наблюдений [1]. Ранения сердца относятся к наиболее тяжелым повреждениям, возникающим при открытых повреждениях груди, а ведение таких пациентов в ближайшем послеоперационном периоде требует интенсивной терапии и проводится в условиях реанимации. Как правило, пациенты с такими ранениями ведутся по протоколу инфаркта миокарда [2]. Кровопотеря, сопровождающая ранение сердца, приводит к развитию гемодинамических нарушений и геморрагического шока, который является основной причиной летального исхода в ближайшем послеоперационном периоде [3]. Такие нарушения, развитие шока приводят к запуску механизмов нарушения коагуляционного звена системы гемостаза [4]. Несмотря на то, что проблемам нарушения микроциркуляции при ранениях сердца отводится большое внимание, некоторые из них, которые можно связать с влиянием вышеописанных факторов на развитие осложнений после оперативного лечения, не решены окончательно.

**Цель.** Дать характеристику изменений вязкостных свойств крови и тромборезистентности эндотелия сосудов после колото-резаных ранений сердца.

Задачи исследования:

- 1) изучить изменения реологических свойств крови при ранениях сердца;
- 2) провести исследование тромборезистентности эндотелия сосудистой стенки при колото-резаных ранениях сердца;
- 3) определить риск развития тромбозов после ранений сердца в ближайшем периоде после операции.



## Материалы и методы

Было проведено исследование основных показателей микроциркуляции и их изменений, возникающих при ранениях сердца в ближайшем послеоперационном периоде. Группа исследования — 34 человека, поступивших с колото-резаными ранениями груди, которые были разделены на две подгруппы. В первую вошли 17 человек, которые на момент поступления имели признаки ранения сердца, что явилось показанием для оперативного лечения. Данным пациентам была выполнена переднебоковая торакотомия в IV или V межреберье, ушивание ран сердца и дренирование плевральной полости без проведения первичной хирургической обработки раны, под наркозом. Вторую группу составили 17 раненых с колото-резаными ранениями груди без признаков ранения сердца, которым выполнялась первичная хирургическая обработка раны, дренирование плевральной полости под местной анестезией. При сопоставлении раненых по основным показателям было установлено, что они сопоставимы по возрасту (средний возраст составил  $25 \pm 12,6$  лет ( $M \pm \sigma$ )), полу (преобладали лица мужского пола — 30 (88,2%)), объему кровопотери (средний объем кровопотери составил  $1200 \pm 200$  мл), тяжести состояния (на момент поступления у раненых обеих групп была зарегистрирована средняя степень тяжести), времени доставки в лечебное учреждение (от момента получения ранения оно составило  $25 \pm 15,3$  мин ( $M \pm \sigma$ )). В обеих группах не применялись лекарственные препараты, оказывающие влияние на процесс свертывания крови. Взятие крови осуществлялось путем катетеризации кубитальной вены на 1–3-и; 5–7-е; 10–15-е и 17–19-е послеоперационные сутки. Для сравнения нами было проведено исследование аналогичных показателей у 15 относительно здоровых людей того же возраста и пола, забор крови у них осуществлялся однократно.

В соответствии с требованиями этики все обследованные дали свое согласие на участие в исследовании согласно Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (WMA Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013). Исследование одобрено комиссией по вопросам биоэтики медицинского университета «Реавиз».

В процессе исследования были изучены следующие показатели, характеризующие микроциркуляцию: общая коагуляционная способность крови, оценка которой давалась путем определения времени свертывания цельной крови, силиконового времени свертывания крови, показателя времени рекальцификации плазмы, а также тромбинового времени. Осуществлялась оценка трех фаз свертывания крови.

Использовалась методика активированного парциального тромбопластинового времени (АПТВ) для оценки процессов свертывания крови [5], применялась оценка индекса диапазона контактной активации (ИДКА) [6], протромбинового времени и протромбинового индекса, оценивался уровень фибриногена в крови. Определение активности XIII-го фактора свертывания крови, а также показателя фибринолиза осуществлялось с применением методики Хагеман-калликреин-зависи-



мого фибринолиза. Маркеры внутрисосудистого свертывания крови (ДВС-синдрома) проводилось путем определения  $\beta$ -нафталого теста, проведением пробы на фибриноген «В», исследованием растворимых фибрин-мономерных комплексов [5]. Кроме этого, проводилось определение уровня D-димеров в крови, который осуществляли с использованием иммунофлуоресцентного анализа на аппарате *Triage MeterPro* (Bio-site, США). Оценка антикоагулянтной активности системы гемостаза проводилась путем исследования активности антитромбина III (АТ III).

Функцию эндотелия стенок сосудов изучали методикой создания локальной ишемии в течение трех минут. Для этого накладывали манжету на плечо обследованного и нагнетали воздух. Оценку теста осуществляли путем анализа антикоагулянтной активности и активности фибринолиза и его активаторов. В тех случаях, когда локальная ишемия приводила к увеличению антикоагулянтной активности на 25 % и более от тех показателей, которые были до ишемии, и на 30 % и более активность фибринолиза и его активаторов, проба считалась положительной. При увеличении антикоагулянтной активности и активности активаторов фибринолиза в диапазоне 15–30 % проба считалась сомнительной, а увеличении менее чем на 15–20 % результат был отрицательным.

Для исследования вязкостных свойств крови был использован ротационный вискозиметр АКР-2, изучение вязкости крови проводилось на следующих скоростях сдвига: 200, 100, 150, 50 и 20  $\text{с}^{-1}$ . На основании полученных результатов исследований вязкости крови на различных скоростях сдвига был проведен расчет индексов агрегации эритроцитов (ИАЭ) и деформации эритроцитов (ИДЭ). Расчет ИАЭ осуществлялся путем деления величины вязкости крови, полученной при 20  $\text{с}^{-1}$  на величину при 100  $\text{с}^{-1}$ ; ИДЭ – деления величины, полученной при скорости сдвига 100  $\text{с}^{-1}$ , на величину, полученную при скорости сдвига 200  $\text{с}^{-1}$  [7]. Для исследования вязкостных свойств крови был использован ротационный вискозиметр АКР-2, определение вязкостных свойств крови определялось на скоростях сдвига 200, 100, 150, 50 и 20  $\text{с}^{-1}$ . Полученные результаты реологии крови давали возможность производить расчеты индекса агрегации эритроцитов (ИАЭ) и индекса деформации эритроцитов (ИДЭ), а также гематокритного показателя и оценки эффективности доставки кислорода к тканям.

ИАЭ рассчитывался по формуле

$$\text{вязкость крови при } 20 \text{ с}^{-1} / \text{вязкость крови при } 100 \text{ с}^{-1},$$

а ИДЭ –

$$\text{вязкость крови при } 100 \text{ с}^{-1} / \text{вязкость крови при } 200 \text{ с}^{-1} [7].$$

Для определения гематокритного показателя центрифугировали кровь, которую предварительно стабилизировали гепарином в капилляре. Оценку эффективности доставки кислорода к тканям определяли по величине отношения гематокритного числа к вязкости крови при 200  $\text{с}^{-1}$ .



## Статистическая обработка данных

Математическая обработка полученных в исследовании результатов осуществлялась с помощью выборочной дескриптивной статистики в виде  $M \pm m$ . Для выборок рассчитывали следующие показатели: среднее значение ( $M$ ) и ошибку репрезентативности ( $m$ ). Критический уровень статистической значимости при проверке статистических гипотез принимался при 0,05.

## Результаты

105

В результате проведенных исследований было установлено, что на 1–3-и сутки после ушивания раны сердца и операций по поводу ранений груди анализируемые показатели, которые характеризуют как антикоагулянтную, так и коагуляционную активность крови, статистически достоверно не изменялись по сравнению с данными, полученными у здоровых обследованных. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Показатели коагуляционного звена системы гемостаза на 1–3-и послеоперационные сутки ( $m \pm m$ )**

| Показатели системы гемостаза              | Результаты по группам |                      |                                   |
|---|-----------------------|----------------------|-----------------------------------|
|   | ранения сердца (n=17) | ранения груди (n=17) | относительно здоровые люди (n=15) |
| Время свертывания крови, мин              | 7,4±1,2               | 7,4±1,1              | 7,5±1,3                           |
| Тромбиновое время, с                      | 118±0,4               | 119±0,7              | 120±0,1                           |
| АПТВ, с                                   | 14,9±0,7              | 14,5±0,3             | 14,3±0,6                          |
| Силиконовое время свертывания крови, мин  | 38,5±0,7              | 37,9±0,3             | 38,4±0,6                          |
| ИДКА, %                                   | 8,7±0,2               | 8,5±0,1              | 8,6±0,3                           |
| Протромбиновое время, с                   | 1,2±0,6               | 1,1±0,3              | 1,1±0,2                           |
| Протромбиновый индекс, %                  | 11,7±0,3              | 11,6±0,5             | 11,4±0,4                          |
| Содержание фибриногена, г/л               | 96,8±0,7              | 97,8±0,1             | 96,2±0,1                          |
| Активность XIII фактора, с                | 3,8±0,3               | 3,7±0,4              | 3,6±0,2                           |
| Антитромбин III, %                        | 78,8±0,8              | 77,9±0,4             | 78,5±0,7                          |
| XIIa-калликреин-зависимый фибринолиз, мин | 86,7±0,8              | 87,5±0,3             | 86,3±0,4                          |
| β-нафтоловый тест, % положительных проб   | 9,7±0,6               | 9,9±0,5              | 9,6±0,7                           |
| Фибриноген «В», % положительных проб      | 7,3±0,4               | 7,5±0,3              | 7,6±0,4                           |
| РФМК-тест, мг/100 мл                      | 0                     | 0                    | 0                                 |
| Тромбиновое время, с                      | 3,1±0,5               | 3,2±0,2              | 3,0±0,1                           |



На 5–7-е сутки после операции в коагуляционном звене системы гемостаза были выявлены изменения, показывающие ее активацию, что подтверждалось уменьшением показателя времени рекальцификации плазмы крови, а также тромбинового времени. Усиление активности коагуляционного звена можно связать с увеличением выброса протромбиназ – как тканевой, так и кровяной. Это предположение подтверждается уменьшением таких показателей, как АПТВ и протромбиновое время. Эти процессы сопровождались активацией 3-й фазы свертывания крови, проявляющейся повышением количества фибрина. Одновременно с этим происходило снижение активации АТ III на фоне повышения активности Хагеман-калликреин-зависимого фибринолиза. Кроме выявленных нарушений коагуляционного звена системы гемостаза, увеличивалось количество положительного  $\beta$ -нафтолового теста, что свидетельствует о наличии маркеров ДВС-синдрома. Необходимо отметить, что данные изменения были выявлены только в группе с ранениями сердца, в группе с ранениями груди существенных изменений в исследуемых показателях отмечено не было (табл. 2).

Таблица 2

Показатели коагуляционного звена системы гемостаза на 5–7-е послеоперационные сутки ( $M \pm m$ )

| Показатели системы гемостаза                   | Результаты по группам   |                        |                                     |
|--|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|
|  | ранения сердца (n = 17) | ранения груди (n = 17) | относительно здоровые люди (n = 15) |
| Время свертывания крови, мин                   | 6,2±3,2                 | 7,7±1,1                | 7,5±1,3                             |
| Тромбиновое время, с                           | 78,3±0,9*               | 121±0,7                | 120±0,1                             |
| АПТВ, с  | 10,2±0,8*               | 14,8±0,3               | 14,3±0,6                            |
| Силиконовое время свертывания крови, мин       | 34,3±0,5                | 38,6±0,3               | 38,4±0,6                            |
| ИДКА, %  | 7,4±0,9                 | 8,5±0,1                | 8,6±0,3                             |
| Протромбиновое время, с                        | 1,2±0,4                 | 1,3±0,3                | 1,1±0,2                             |
| Протромбиновый индекс, %                       | 10,1±0,4                | 11,6±0,5               | 11,4±0,4                            |
| Содержание фибриногена, г/л                    | 103,4±0,7*              | 97,8±0,1               | 96,2±0,1                            |
| Активность XIII фактора, с                     | 4,6±0,7*                | 3,7±0,4                | 3,6±0,2                             |
| Антитромбин III, %                             | 52,1±0,7*               | 77,9±0,4               | 78,5±0,7                            |
| XIIa-калликреин-зависимый фибринолиз, мин      | 133,3±0,2*              | 87,5±0,3               | 86,3±0,4                            |
| $\beta$ -нафтоловый тест, % положительных проб | 11,8±0,5*               | 9,9±0,5                | 9,6±0,7                             |
| Фибриноген «В», % положительных проб           | 7,5±0,4                 | 7,5±0,3                | 7,6±0,4                             |
| РФМК-тест, мг/100 мл                           | 0                       | 0                      | 0                                   |
| Тромбиновое время, с                           | 3,9±0,4                 | 3,2±0,2                | 3,0±0,1                             |

Примечание. \* – знак статистической достоверности ( $p < 0,05$ ).



На 10–15-е сутки после операции на сердце регистрировалось повышение количества фибриногена, одновременно с этим отмечалось увеличение активности АТ III и снижение активности Хагеман-калликреин-зависимого фибринолиза. Остальные анализируемые показатели статистически достоверно не изменялись. Отсюда можно сделать заключение, что в данный период происходило частичное восстановление исследуемых показателей. При этом в группе с ранениями груди существенных изменений в исследуемых показателях выявлено не было; 17–19-е послеоперационные сутки при ранениях сердца характеризовались полным восстановлением показателей коагуляционного звена системы гемостаза.

Исследование уровня D-димера (рис.) в крови показало, что в группе с ранениями груди за весь период наблюдений статистически достоверных изменений по сравнению с данными, полученными у относительно здоровых обследованных, получено не было. В то же время в группе с ранениями сердца происходило значительное, статистически достоверное увеличение данного показателя на 5–7-е послеоперационные сутки и постепенное снижение его на 10–15-е сутки с нормализацией на 17–19-е.

107

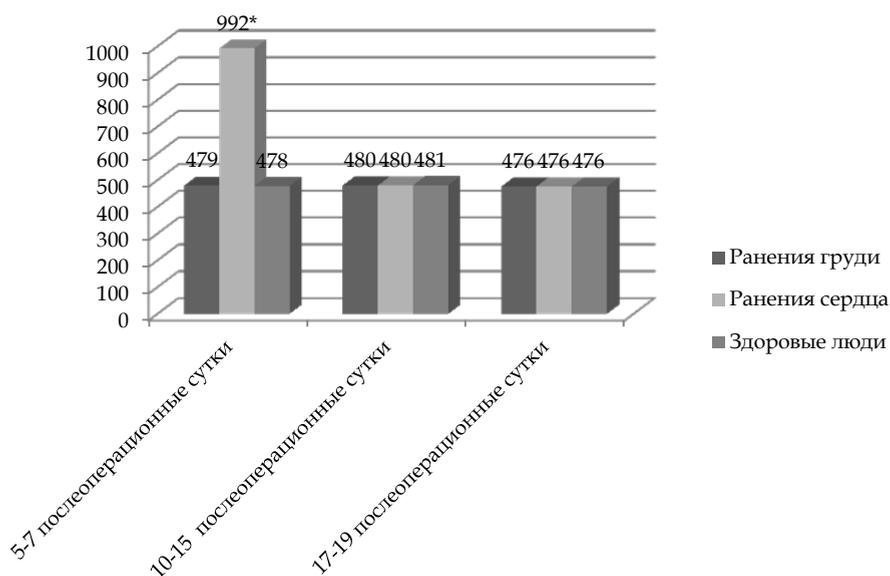


Рис. Изменения уровня D-димера в ближайшем послеоперационном периоде

Примечание. \* – знак статистической достоверности ( $p < 0,05$ ).

В результате проведенных исследований можно заключить, что при ранении сердца именно период от 5-х до 7-х послеоперационных суток характеризуется повышенной опасностью по развитию тромбозных осложнений.



Результаты исследования тромборезистентности эндотелия сосудистой стенки показали, что в случаях ранений сердца происходят следующие изменения: в 1–3-и сутки после выполненной операции показатель времени свертывания нестабилизированной крови увеличился на 89,3 %, показатель активности АТ III — на 45,4 %, а показатель эуглобулинового фибринолиза — на 19,4 %. Одновременно с этим в группах относительно здоровых людей и с ранениями груди увеличение этих показателей отмечалось на 88,0 %, 45,1 % и 17,1 % соответственно. Активность активаторов плазминогена увеличивалась при ранениях сердца на 27,8 %, а в группах с ранениями груди и относительно здоровых людей — на 26,7 % и 25,5 % соответственно. В группе с ранениями сердца на 5–7-е послеоперационные сутки после окклюзии показания времени свертывания нестабилизированной крови в результате проведения окклюзионной пробы составило 27 %, АТ III — 23,1 %. Эуглобулиновый фибринолиз вырос на 21,5 %, а активность активаторов плазминогена — на 29,9 %.

Полученные показатели свидетельствуют о том, что в этой группе происходило снижение как антикоагулянтной, так и фибринолитической активности эндотелия, что можно расценить как проявление ДВС-синдрома. Восстановление исследуемых показателей регистрировалось на 10–15-е послеоперационные сутки, когда время свертывания крови увеличивалось на 67,7 %, активность анитромбина III возрастала на 41,5 %, увеличение показателя эуглобулинового фибринолиза происходило на 111,6 %, а активность активаторов плазминогена возрастала на 13,3 %. На основании этого можно заключить, что данные сутки характеризовались нормализацией антикоагулянтной активности эндотелия, однако в этот период происходило некоторое снижение фибринолитической активности сосудов. Полное восстановление показателей эндотелия сосудистой стенки регистрировалось на 17–19-е послеоперационные сутки. Следует отметить, что в группе с ранениями груди существенных изменений в анализируемых показателях за этот период отмечено не было.

Изучение реологических свойств крови показало, что в обеих группах изменений вязкостных свойств крови на 1–3-и послеоперационные сутки не отмечалось. Это подтверждалось тем, что полученные в группе оперированных результаты существенно не отличались от тех, которые получены в группе относительно здоровых. Существенные изменения в исследуемых показателях в группе с ранениями сердца были отмечены на 5–7-е послеоперационные сутки. В этот период отмечалось резкое увеличение вязкостных свойств крови на всех скоростях сдвига в 3,5 раза по сравнению с данными относительно здоровых людей. Кроме того, регистрировалось увеличение гематокрита и степени доставки кислорода к тканям в 4 раза. Увеличение вязкости крови закономерно приводило к увеличению ИАЭ и ИДЭ.

К 10–15-м послеоперационным суткам у пациентов, оперированных по поводу ранений сердца, были получены результаты, подтверждающие тот факт, что цифры вязкости крови на низких скоростях сдвига соответствовали физиологически нормальным показателям. Однако изменений цифр, характеризующих высокую скорость, получено



не было, они были статистически достоверно повышены в 1,5 раза ( $p < 0,05$ ). Полное восстановленное вязкостных свойств крови отмечалось на 17–19-е послеоперационные сутки. При этом существенных изменений вязкостных свойств крови в группе с ранениями груди отмечено не было.

### Обсуждение

В результате проведенного исследования установлено, что ранения сердца характеризуются нарушениями микроциркуляторного русла в ближайшем послеоперационном периоде. При этом максимальные изменения выявлены на 5–7-е послеоперационные сутки, когда происходили изменения всех исследуемых показателей. На основании полученных результатов можно утверждать, что ранения сердца сопряжены с развитием ДВС-синдрома. Также такие пациенты являются опасными из-за угрозы образования тромбов именно на 5–7-е послеоперационные сутки. Результаты подтверждают, что ранение сердца приводит к развитию нарушений микроциркуляции в ближайшем послеоперационном периоде и развитию различных осложнений [8–17]. При этом многие данные по исследованию показателей микроциркуляции у таких пациентов не были найдены в доступной литературе.

109

### Выводы

В результате можно сделать следующие выводы.

1. Изучение реологических свойств крови показало, что в ранение сердца приводит к увеличению реологических свойств крови на 5–7-е послеоперационные сутки.

2. Результаты исследования тромборезистентности эндотелия сосудистой стенки показали, что в случаях ранений сердца происходят следующие изменения: в первые 3 суток после выполненной операции увеличение времени свертываемости крови без применения стабилизатора составило 89,3 %, увеличение активности АТ III – 45,4 %, а эуглобулинового фибринолиза – 19,4 %. Увеличение активности активаторов пламиногена при ранении этого органа – 27,8 %. На 5–7-е сутки после выполненной операции по поводу ранения сердца время свертывания крови увеличилось на 27 %, показателя АТ III – на 23,1 %, а эуглобулинового фибринолиза – на 21,5 %. Одновременно с этим активность активатора пламиногена увеличилась на 29,9 %.

3. У пациентов с ранениями сердца в ближайшем послеоперационном периоде имеется высокий риск развития тромбозов, что требует индивидуального подбора антикоагулянтной терапии.

### Список литературы

1. Шаймарданов Р.Ш., Губаев Р.Ф., Коробков В.Н., Филиппов В.А. Диагностика и хирургическая тактика при ранениях сердца // Вестник современной клинической медицины. 2014. №7. С. 205–208.



2. Тарасенко В.С., Аркушенко В.А., Мхоян С.А. Хирургическая тактика при ранениях груди // Медицинский вестник Башкортостана. 2014. №3 (9). С. 40–43.
3. Радченко Ю.А., Абакумов М.М., Владимирова Е.С. и др. Послеоперационные осложнения ранений и перикарда // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2013. №4. С. 23–28.
4. Доржиев П.С., Масляков В.В. Непосредственные и отдаленные результаты лечения открытых травм сердца // Хирург. 2013. №5. С. 42–47.
5. Момот А.П., Мамаев А.Н. Современные аспекты патогенеза, диагностики и терапии ДВС-синдрома // Клиническая онкогематология. Фундаментальные исследования и клиническая практика. 2008. №1. С. 63–71.
6. Литвинов Р.И. Молекулярные механизмы и клиническое значение фибринолиза // Казанский медицинский журнал. 2013. №5. С. 711–718.
7. Пахрова О.А., Гринева М.Р., Иванов С.К. Методология и клиническое значение исследования реологических свойств крови // Вестник Ивановской медицинской академии. 2008. №1–2. С. 89–98.
8. Воскресенский О.В., Абакумов М.М. Применение эндохирургических технологий при ранениях груди // Журнал им. Н.В. Склифосовского. Неотложная медицинская помощь. 2016. №1. С. 45–53.
9. Волков В.Е., Волков С.В. Ранения сердца: состояние проблемы и перспективы // Acta Medica Eurasica. 2017. №1. С. 17–21.
10. Юлдашев Ф.А., Рахманов Р.О., Дадаев Х.Х. и др. Особенности диагностики повреждения сердца при закрытой травме груди // Вестник экстренной медицины. 2015. №4. С. 73–76.
11. Курсов С.В., Белецкий А.В., Никонов В.В. и др. Травма сердца: классификация, механизмы и проблемы диагностики у пострадавших с травмой грудной клетки (литературный обзор с результатами собственных наблюдений) // Медицина неотложных состояний. 2018. №8 (95). С. 7–18
12. Alborzi Z., Zangouri V., Paydar S. et al. Diagnosing Myocardial Contusion after Blunt Chest Trauma // Journal of Tehran Heart Center. 2016. Vol. 11, iss. 1. P. 4554. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5027160/> (дата обращения: 07.02.2020).
13. Skinner D.L., Laing J.L., Rodseth R.N. et al. Cardiac Injury in Critically Ill Trauma Patients: a Single Center Experience // Injury. 2015. Vol. 46, iss. 1. P. 66–70.
14. Гиляревский С.Р., Косолапов Д.А., Иванов П.А. и др. Алгоритм ведения больных с предполагаемым закрытым повреждением сердца // Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. 2013. №1. С. 55–60.
15. Kutsukata N., Sakamoto Y., Mashiko K. et al. Morphological evaluation of areas of damage in blunt cardiac injury and investigation of traffic accident research // Gen. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2012. Vol. 60, iss. 1. P. 31–35.
16. Масляков В.В., Крюков Е.В., Барсуков В.Г. и др. Основные клинические симптомы при ранениях сердца // Вестник Российского государственного медицинского университета. 2019. №1. С. 58–62.
17. Самохвалов И.М., Гаврилов С.В., Кузьмин А.М. и др. Ушиб сердца при огнестрельных ранениях // Военно-медицинский журнал. 2018. №9. С. 21–28.

#### Об авторах

Владимир Владимирович Масляков – д-р мед. наук, проф., Медицинский университет «Реавиз», Россия.

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

Виталий Геннадиевич Барсуков – канд. мед. наук, доц., Медицинский университет «Реавиз», Россия.

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



Павел Сергеевич Доржиев — асп., Медицинский университет «Реавиз», Россия.

E-mail: saratov@reaviz.ru

Сергей Евгеньевич Урядов — д-р мед. наук, проф., Медицинский университет «Реавиз», Россия.

E-mail: saratov@reaviz.ru

Виктор Ростиславович Горбелик — канд. мед. наук, доц., Медицинский университет «Реавиз», Россия.

E-mail: saratov@reaviz.ru

Светлана Анатольевна Низовцева — канд. мед. наук, доц., Медицинский университет «Реавиз», Россия.

E-mail: saratov@reaviz.ru

111

### **The authors**

Prof. Vladimir V. Maslyakov, Reaviz Medical University, Russia.

E-mail: maslyakov@inbox.ru

Dr Vitaliy G. Barsukov, Associate Professor, Reaviz Medical University, Russia.

E-mail: saratov@reaviz.ru

Pavel S. Dorzhiev, PhD Student, Reaviz Medical University, Russia.

E-mail: saratov@reaviz.ru

Prof. Sergey E. Uryadov, Reaviz Medical University, Russia.

E-mail: saratov@reaviz.ru

Dr Victor R. Gorbelyk, Associate Professor, Reaviz Medical University, Russia.

E-mail: saratov@reaviz.ru

Dr Svetlana A. Nizovtseva, Associate Professor, Reaviz Medical University, Russia.

E-mail: saratov@reaviz.ru

## ТРЕБОВАНИЯ И УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ В ВЕСТНИКЕ БФУ ИМ. И. КАНТА

### Правила публикации статей в журнале

1. Представляемая для публикации статья должна быть актуальной, обладать новизной, содержать постановку задач (проблем), описание основных результатов исследования, полученных автором, выводы, а также соответствовать правилам оформления.

2. Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не публиковавшимся ранее в других печатных изданиях. При отправке рукописи в редакцию журнала автор автоматически принимает на себя обязательство не публиковать ее ни полностью, ни частично без согласия редакции.

3. Рекомендованный объем статьи для докторантов и докторов наук – 20–30 тыс. знаков с пробелами, для доцентов, преподавателей и аспирантов – не более 20 тыс. знаков.

4. Список литературы должен составлять от 15 до 30 источников, не менее 50 % которых должны представлять современные (не старше 10 лет) публикации в изданиях, рецензируемых ВАК и (или) международных изданиях. Оптимальный уровень самоцитирования автора – не выше 10 % от списка использованных источников.

5. Все присланные в редакцию работы проходят *внутреннее* и *внешнее рецензирование*, а также проверку системой «Антиплагиат», по результатам которых принимается решение о возможности включения статьи в журнал.

6. Статья на рассмотрение редакционной коллегией направляется ответственному редактору по e-mail. Контакты ответственных редакторов: [http://journals.kantiana.ru/vestnik/contact\\_editorial/](http://journals.kantiana.ru/vestnik/contact_editorial/)

7. Статьи на рассмотрение принимаются в режиме онлайн. Для этого авторам нужно зарегистрироваться на портале Единой редакции научных журналов БФУ им. И. Канта [http://journals.kantiana.ru/submit\\_an\\_article](http://journals.kantiana.ru/submit_an_article) и следовать подсказкам в разделе «Подать статью онлайн».

9. Решение о публикации (или отклонении) статьи принимается редакционной коллегией журнала после ее рецензирования и обсуждения.

10. Автор имеет право публиковаться в одном выпуске «Вестника Балтийского федерального университета им. И. Канта» один раз; второй раз в соавторстве – в исключительном случае, только по решению редакционной коллегии.

### Комплектность и форма представления авторских материалов

1. Статья должна содержать следующие элементы:

1) индекс УДК – должен достаточно подробно отражать тематику статьи (основные правила индексирования по УДК см.: <http://www.naukapro.ru/metod.htm>);

2) название статьи строчными буквами на русском и английском языках (до 12 слов);

3) аннотацию на русском и английском языках (150–250 слов, то есть 500 печатных знаков). Располагается перед ключевыми словами после заглавия;

4) ключевые слова на русском и английском языках (4–8 слов). Располагаются перед текстом после аннотации;

5) список литературы (примерно 25 источников) оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5. – 2008;

7) сведения об авторах на русском и английском языках (Ф. И. О. полностью, ученые степени, звания, должность, место работы, e-mail, контактный телефон);

8) сведения о языке текста, с которого переведен публикуемый материал.

2. Ссылки на литературу в тексте статей даются только в квадратных скобках с указанием номера источника из списка литературы, приведенного в конце статьи: первая цифра – номер источника, вторая – номер страницы (например: [12, с. 4]).

3. Рукописи, не отвечающие требованиям, изложенным в пункте 1, в печать не принимаются, не редактируются и не рецензируются.

## Общие правила оформления текста

Авторские материалы должны быть подготовлены *в электронной форме* в формате листа А4 (210 × 297 мм).

Все текстовые авторские материалы принимаются исключительно в формате *doc* и *docx* (Microsoft Office).

Подробная *информация о правилах оформления текста*, в том числе *таблиц, рисунков, ссылок и списка литературы*, размещена на сайте Единой редакции научных журналов БФУ им. И. Канта: <http://journals.kantiana.ru/vestnik/monograph/>.

Рекомендуем авторам ознакомиться с информационно-методическим комплексом «Как написать научную статью»: <http://journals.kantiana.ru/authors/imk/>.

## Порядок рецензирования рукописей статей

1. Все научные статьи, поступившие в редколлегию Вестника БФУ им. И. Канта, подлежат обязательному рецензированию. Отзыв научного руководителя или консультанта не может заменить рецензии.

2. Ответственный редактор серии определяет соответствие статьи профилю журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на рецензирование специалисту, доктору или кандидату наук, имеющему наиболее близкую к теме статьи научную специализацию.

3. Сроки рецензирования в каждом отдельном случае определяются ответственным редактором серии с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статьи.

4. В рецензии освещаются следующие вопросы:

- а) соответствует ли содержание статьи заявленной в названии теме;
- б) насколько статья соответствует современным достижениям научно-теоретической мысли;
- в) доступна ли статья читателям, на которых она рассчитана, с точки зрения языка, стиля, расположения материала, наглядности таблиц, диаграмм, рисунков и формул;
- г) целесообразна ли публикация статьи с учетом ранее выпущенной по данному вопросу литературы;
- д) в чем конкретно заключаются положительные стороны, а также недостатки статьи, какие исправления и дополнения должны быть внесены автором;
- е) рекомендуется (с учетом исправления отмеченных рецензентом недостатков) или не рекомендуется статья к публикации в журнале, входящем в Перечень ведущих периодических изданий ВАК.

5. Рецензирование проводится конфиденциально. Автор рецензируемой статьи может ознакомиться с текстом рецензии. Нарушение конфиденциальности допускается только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье.

6. Если в рецензии содержатся рекомендации по исправлению и доработке статьи, ответственный редактор серии направляет автору текст рецензии с предложением учесть их при подготовке нового варианта статьи или аргументированно (частично или полностью) их опровергнуть. Доработанная (переработанная) автором статья повторно направляется на рецензирование.

7. Статья, не рекомендованная рецензентом к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Текст отрицательной рецензии направляется автору по электронной почте, факсом или обычной почтой.

8. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редколлегией серии.

9. После принятия редколлегией серии решения о допуске статьи к публикации ответственный секретарь серии информирует об этом автора и указывает сроки публикации.

Текст рецензии направляется автору по электронной почте, факсом или обычным почтовым отправлением.

10. Оригиналы рецензий хранятся в редколлегии серии и редакции «Вестника Балтийского федерального университета им. И. Канта» в течение пяти лет.

*Научное издание*

ВЕСТНИК  
БАЛТИЙСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
им. И. КАНТА

2020

Серия

Естественные и медицинские науки

№ 2

Редактор *Н. С. Шкутко*. Корректор *В. Н. Ковалев*  
Компьютерная верстка *Г. И. Винокуровой*

Подписано в печать 07.07.2020 г.  
Формат 70×108 1/16. Усл. печ. л. 10,0  
Тираж 1000 экз. (1-й завод 50 экз.). Цена свободная. Заказ  
Подписной индекс 94113

Издательство Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта  
236022, г. Калининград, ул. Гайдара, 6