

# ВЕСТНИК

## МОСКОВСКОГО ГОРОДСКОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Научный журнал

СЕРИЯ  
«ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»

№ 4 (28)

Издается с 2008 года  
Выходит 4 раза в год

Москва  
2017

# VESTNIK

## MOSCOW CITY UNIVERSITY

SCIENTIFIC JOURNAL

NATURAL SCIENCES

№ 4 (28)

Published since 2008  
Quarterly

Moscow  
2017

**Редакционный совет:**

- Реморенко И.М.** ректор ГАОУ ВО МГПУ, кандидат педагогических наук, доцент, председатель почетный работник общего образования Российской Федерации
- Рябов В.В.** президент ГАОУ ВО МГПУ, доктор исторических наук, профессор, заместитель председателя член-корреспондент РАО
- Геворкян Е.Н.** первый проректор ГАОУ ВО МГПУ, доктор экономических наук, заместитель председателя профессор, академик РАО
- Агранат Д.Л.** проректор по учебной работе ГАОУ ВО МГПУ, заместитель председателя доктор социологических наук, доцент

**Редакционная коллегия:**

- Шульгина О.В.** заведующая кафедрой географии ИМИЕН МГПУ, доктор исторических наук, главный редактор кандидат географических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации
- Григорьев С.Г.** директор Института математики, информатики и естественных наук (ИМИЕН) МГПУ, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАО, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации
- Бубнов В.А.** профессор кафедры информатизации образования ИМИЕН МГПУ, доктор технических наук, профессор, действительный член Академии информатизации образования
- Дикарев В.А.** заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и прикладных технологий ИМИЕН МГПУ, доктор технических наук, профессор
- Оржековский П.А.** заведующий кафедрой методики обучения химии, экологии и естествознанию Московского института открытого образования, доктор педагогических наук, профессор, отличник народного просвещения
- Резанов А.Г.** профессор кафедры биологии, экологии и методики обучения биологии ИМИЕН МГПУ, доктор биологических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации
- Суматохин С.В.** заведующий кафедрой биологии, экологии и методики обучения биологии ИМИЕН МГПУ, доктор педагогических наук, профессор, почетный работник общего образования Российской Федерации
- Чечельницкая С.М.** заведующая кафедрой медико-биологических дисциплин Педагогического института физической культуры и спорта МГПУ, доктор медицинских наук, профессор
- Чугунов В.А.** заведующий кафедрой высшей математики и методики преподавания математики ИМИЕН МГПУ, доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации

**Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.**

**ISSN 2076-9091**

## СОДЕРЖАНИЕ

### **Актуальная тема: 870-летие Москвы**

Шульгина О.В. Картографирование Москвы как феномен истории развития отечественной и зарубежной картографии .....	9
Гайворон Т.Д., Майнашева Г.М. Возможности экологического туризма в особо охраняемых природных территориях Москвы .....	25

### **Естественнонаучные исследования**

#### **Биология**

Гончарук Е.А., Горчакова Ю.А., Шевергина Е.С., Николаева Т.Н., Назаренко Л.В., Загоскина Н.В. Ответная реакция культивируемых в условиях <i>in vitro</i> клеток <i>Linum usitatissimum</i> на действие гербицида (на примере глифосата).....	36
Спиридонов С.Н., Сарычев В.С. Видовая структура орнитокомплексов рыболовных водоемов лесостепной зоны .....	48

#### **География**

Синцеров Л.М. Географические аспекты международной миграции населения.....	57
Самусенко Д.Н. Деятельность зарубежных бизнес-структур в приморских регионах Европейской России: географический аспект .....	65
Нагирная А.В. География международной телефонной связи .....	71
Намазова А.М. Роль термальных и минеральных вод Апшеронского и Шеки-Загатальского экономико-географических районов в развитии туристско-рекреационного хозяйства Азербайджана .....	82

**Экология**

- Вилков В.С., Пацков С.В.* Состояние популяции сибирской косули в лесостепи Северного Казахстана в условиях антропогенного прессинга..... 91

**Физика**

- Бубнов В.А.* О постановке задач газовой динамики ..... 104

**Междисциплинарные исследования**

- Попов Н.И., Адиганова Н.А.* Об одной математической модели биологической задачи «хищник – жертва» ..... 119

**Авторы «Вестника МГПУ», серия «Естественные науки»,**

- 2017, № 4 (28)** ..... 127

**Требования к оформлению статей** ..... 132

## CONTENTS

### **Actual Topic: 870<sup>th</sup> Anniversary of Moscow**

<i>Shulgina O.V.</i> Mapping of Moscow as a Phenomenon of the History of Development of Domestic and Foreign Cartography .....	9
<i>Gayvoron E.D., Mainasheva G.M.</i> The Possibilities of Ecological Tourism in the Specially Protected Natural Areas of Moscow .....	25

### **Natural and Scientific Research**

#### **B I O L O G Y**

<i>Goncharuk E.A., Gorchakova Yu.A., Shevergina E.S., Nikolaeva T.N., Nazarenko L.V., Zagorskina N.V.</i> Responsiveness of Cells <i>Linum Usitatissimum</i> Cultivated <i>in vitro</i> to the Action of the Herbicide (for Example, Glyphosate) .....	36
<i>Spiridonov S.N., Sarychev V.S.</i> Species Structure of the Ornithocomplexes of Fish-Breeding Reservoirs of the Forest-Steppe Zone .....	48

#### **G E O G R A P H Y**

<i>Sintserov L.M.</i> Geographical Aspects of International Migration of Population .....	57
<i>Samusenko D.N.</i> The Activities of Foreign Business Structures in the Coastal Regions of European Russia: the Geographical Aspect .....	65
<i>Nagirnaya A.V.</i> Geography of International Telephone Communication .....	71
<i>Namazova A.M.</i> The Role of Thermal and Mineral Waters of Apsheron and Shaki-Zagatalsky Economical and Geographical Areas in Development of Tourist and the Recreational Economy of Azerbaijan .....	82

---

**ECOLOGY**

- Vilkov V.S., Pashkov S.V.* The State of the Siberian Roe Deer Population in the Forest-Steppe of Northern Kazakhstan under Conditions of Anthropogenic Pressure ..... 91

**PHYSICS**

- Bubnov V.A.* On the Statement of the Problems of Gas Dynamics ..... 104

**Interdisciplinary Research**

- Popov N.I., Adiganova N.A.* On a Mathematical Model of the Biological Problem “Predator-Victim” ..... 119

**MCU Vestnik. Series «Natural Science» / Authors, 2017, № 4 (28)** ..... 127**Requirements for Style of Articles** ..... 132

...великая книга природы открыта перед всеми, и в этой великой книге до сих пор... прочтены только первые страницы.

*Дмитрий Писарев*

Без географических знаний невозможно сложить правильное представление о мире, о жизни, о назначении человека. В деле самосознания человека география идёт рядом с философией и историей, она участвует в оформлении мировоззрения.

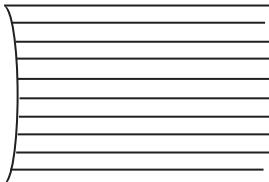
*Алексей Арманд*

Наука никогда не решает вопроса, не поставив при этом десятка новых.

*Бернард Шоу*

Привычка странствовать по картам, видеть в своем воображении разные места помогает правильно увидеть их в действительности.

*Константин Паустовский*



## Актуальная тема: 870-ЛЕТИЕ МОСКВЫ

О.В. Шульгина

### Картографирование Москвы как феномен истории развития отечественной и зарубежной картографии

В статье рассматриваются основные этапы картографирования Москвы в сопоставлении с историей развития картографии. Исследование охватывает период от XVII до начала XXI века. Анализируются основные картографические произведения: их математическая основа, содержание, оформление, степень географической точности. Статья иллюстрирована картами, отражающими образ территории Москвы в различные исторические периоды.

*Ключевые слова:* географические карты Москвы; история картографии; образ территории Москвы; географическая изученность.

История картографирования Москвы отражает не только особенности формирования ее территории, планировочной структуры, характера застройки, но и является яркой страницей в развитии российской и мировой картографии. Москва как столичный город, во многом создающий образ России в мире, в процессе усиления российской государственности становилась неотъемлемым сюжетом картографирования. Ее изображения на картах разных эпох — интересный феномен, позволяющий представить и понять изменения в подходах, способах и технике картографирования, в картографическом дизайне, в развитии полиграфии и отчасти в стилях живописи на ранних этапах развития картографии [17].

Картографический язык развивался по пути все большей абстракции и стандартизации. Это во многом было связано с потребностью отражения на картах все более насыщенной географической информации, упрощения ее восприятия (чтения карты); возможностью наложения содержательной информации на математическую подоснову с максимально возможной геометрической точностью; наконец, с потребностью облегчения массового тиражирования карт. Вспомним, что первые карты, в том числе и карты Москвы, создавались в единичных экземплярах или выпускались чрезвычайно малыми тиражами.

Картография как особая отрасль науки, техники и производства, тесно связанная с географией, прошла в своем развитии целый ряд этапов. В рамках данной статьи мы коснемся основных из них, непосредственно затронувших процесс картографирования Москвы:

– XV–XVII вв. — ранний период. Планы Москвы, дошедшие до нас в зарубежных изданиях. Годуновский план (1523 г.) и Петров чертеж (1597 г.). Особенности планов Москвы той эпохи: отсутствие математической основы, унифицированных условных знаков, единого ориентирования.

– XVIII–XIX вв. до 1917 г. — досоветский период. Первый печатный план Москвы на основе геодезической съемки (1739 г.). Подробные общедоступные планы и карты Москвы, выполненные в России.

– 1917–1985 гг. — советский период. Недостоверность общедоступных отечественных карт Москвы. Зарубежные карты, изданные в Германии, США, Венгрии.

С 1985 г. — постсоветский период. Начало издания в России подробных общедоступных карт Москвы, ставших источником зарубежных переизданий. «Розовая карта» (1985 г.), карта Москвы (1989 г.). Атлас Москвы, где указан каждый дом (1996 г.). Электронные карты. Тематические карты Москвы.

Следует отметить, что российская картография в ходе своего развития хоть и заимствовала зарубежные образцы, всегда имела свою специфику. Все это очень наглядно можно проследить на примере географических карт Москвы.

Прежде чем говорить непосредственно о картах, представим общую схему изменения во времени облика территории Москвы: ее общих очертаний и размеров в XII–XX вв. (рис. 1), а также в ретроспективе по периодам XX в. до последних территориальных преобразований Москвы. Это позволит лучше проследить динамику изображения города на подлинных картах разных эпох и даст возможность без ущерба восприятия ограничиться отдельными их характерными фрагментами.

На раннем периоде развития картографирования Москвы первые карты (планы, чертежи) города дошли до нас по зарубежным изданиям XVI–XVII вв. Все они, неполные и неточные, относятся ко времени доинструментальной картографии: еще не были изобретены и широко распространены оптические приборы; не существовало специально подготовленных профессионалов-картографов; чертежные приборы и средства изображения были несовершенны. Особенно это касалось российской картографии, где в тот период только начинались масштабные работы по картографированию — создание Большого чертежа, который, как известно, в ходе Смутного времени и пожара Москвы был утрачен. Есть много свидетельств того, что некоторые карты Большого чертежа были впоследствии изданы за рубежом, и иногда без ссылок на русские источники.

Необходимость создания карт России и карт Москвы диктовалась потребностями времени не только в России. Начавшееся в зарубежных странах (прежде всего в Голландии) создание мировых карт и мировых атласов (космографий)

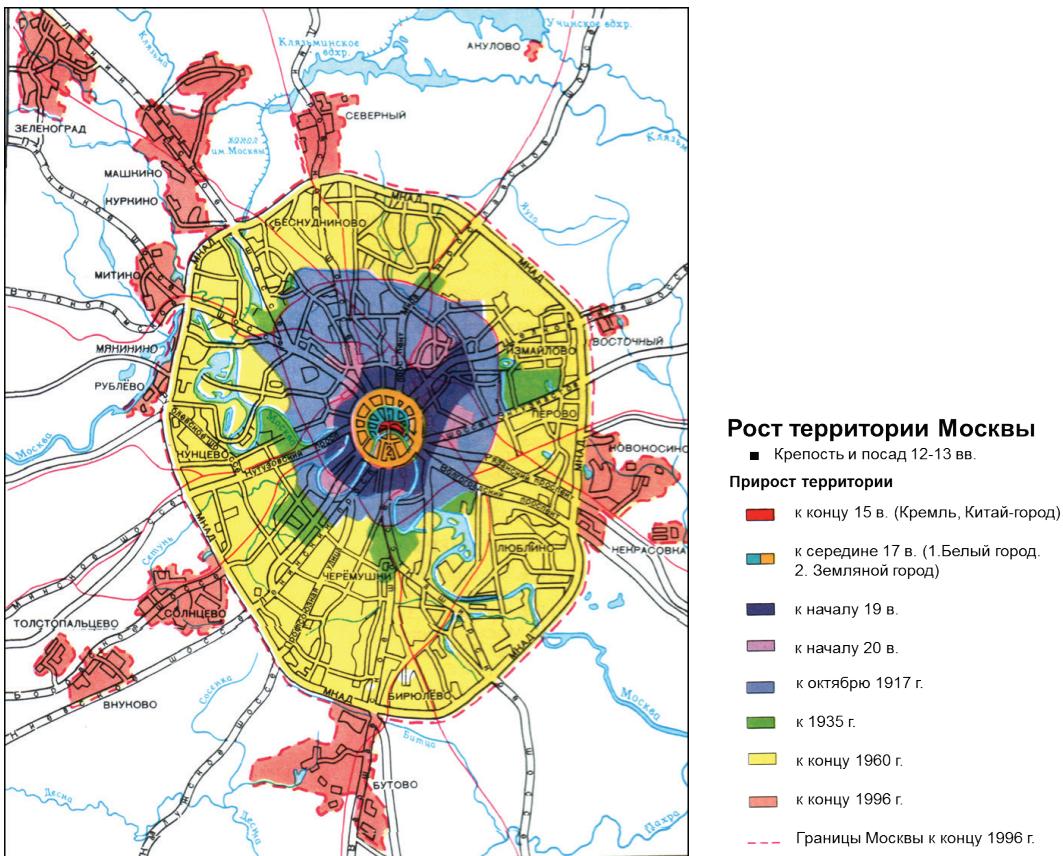


Рис. 1. Изменение территории Москвы в XII–XX вв. [10: с. 32]

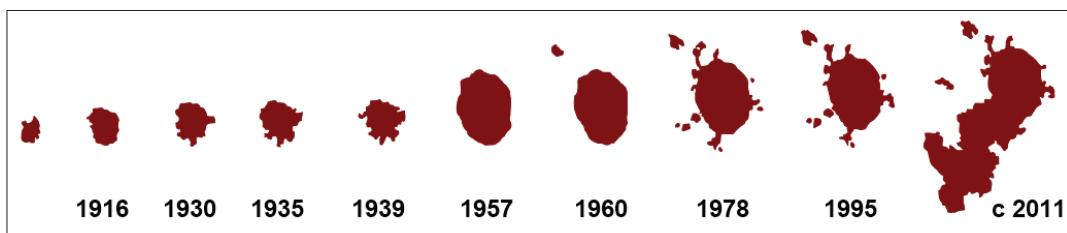


Рис. 2. Изменения размеров и конфигурации территории Москвы в XX – начале XXI вв. (обобщенная компьютерная версия О.В. Шульгиной официально изданных карт Москвы в соответствующие годы)

вызывало потребность в картографическом изображении территории, занимавшей огромное пространство Евразии и воспринимавшейся европейцами как *Terra Incognita* из-за отсутствия составленных и изданных географических карт.

Нередко в качестве картографов выступали тогда зарубежные дипломаты, такие как, например, австрийский посол С. Герберштейн (начало XVI в.),

английский посол Э. Дженкинсон (XVI в.). Известная карта России Энтона Дженкинсона, хранящаяся в Государственном историческом музее Москвы, была создана им в 1562 г. и впервые показала недоступные для европейцев того времени территории нашей страны. Москва (Moskua) изображена была на этой карте в виде рисованного значка, отдаленно напоминающего кремлевские строения. Западнее Москвы — тоже рисованным, но более лаконичным значком, изображен Можайск, восточнее — Коломна и Владимир, на северо-западе от Москвы, почему-то более крупным шрифтом, нанесен Торжок (рис. 3). Очевидно, что, в отличие от более позднего периода развития картографии, шрифты еще не выполняли роли условного обозначения для подчеркивания статуса и людности населенных пунктов.



Рис. 3. Изображение Москвы на фрагменте карты России Э. Дженкинсона. 1562 (фото автора)

По исследованиям академика Б.А. Рыбакова [13], в основу карты Дженкинсона был положен более ранний по времени русский чертеж 1497 г., о чем свидетельствуют границы княжеств, названия городов и другие признаки.

Среди первых карт Москвы XVI в. следует назвать фрагмент известной карты России, изданной в 1613 г. голландским картографом Гесселем Герритсом (рис. 4). Иногда эта карта, совершенно очевидно имеющая русский источник, доказанный и датированный Б.А. Рыбаковым 1523 г., упоминается в литературе как Годуновский план. Царевич Федор Годунов, с именем которого связывается создание этой карты, известным во многом благодаря сюжету известной трагедии А.С. Пушкина «Борис Годунов», вряд ли мог в пятнадцатилетнем возрасте собственноручно начертить столь обширную по охвату территории карту. Однако, кто бы ни был составителем этой карты, она несет в себе информацию о территории Москвы того времени.



Рис. 4. Карта России, изданная в Голландии Гесселем Герритсом. 1613 [7]

Карта-врезка с изображением Москвы в левом верхнем углу показывает ее территорию в непривычном для нас ракурсе: перевернутой на 90° по часовой стрелке. В те времена подобная ориентировка географических карт (не по северу, как в настоящее время) была распространена в зарубежной картографии. Масштаб на этой карте не соблюден: территории Кремля и Китай-города выглядят гипертрофированно увеличенными по сравнению с остальным пространством. Рисованными объемными значками показаны элементы застройки: церкви, жилые здания, стены составных частей города, которые обозначены латинскими буквами: *A* — Кремль, *B* — Китай-город, *C* — Белый город, *D* — Земляной город, *E* — Замоскворечье. Эта карта больше напоминает рисунок, чем привычное нашему современнику картографическое изображение.

Первый подробный план территории Москвы был создан русскими картографами в 1597 г., он также получил известность по его более позднему зарубежному изданию в начале XVII в. В 1837 г. среди предметов, хранившихся в кабинете Петра I при Петербургской академии наук, была обнаружена гравюра с этого плана из атласа голландского издателя Я. Блау. Этот факт послужил поводом для названия его Петровым планом или чертежом. Этот план имеет определенные сходства с Годуновским по стилю картографирования:

он также ориентирован по западу, но на нем уже более четкая прорисовка всех элементов городской застройки и в меньшей степени искажены масштаб и общее очертание территории города (рис. 5).

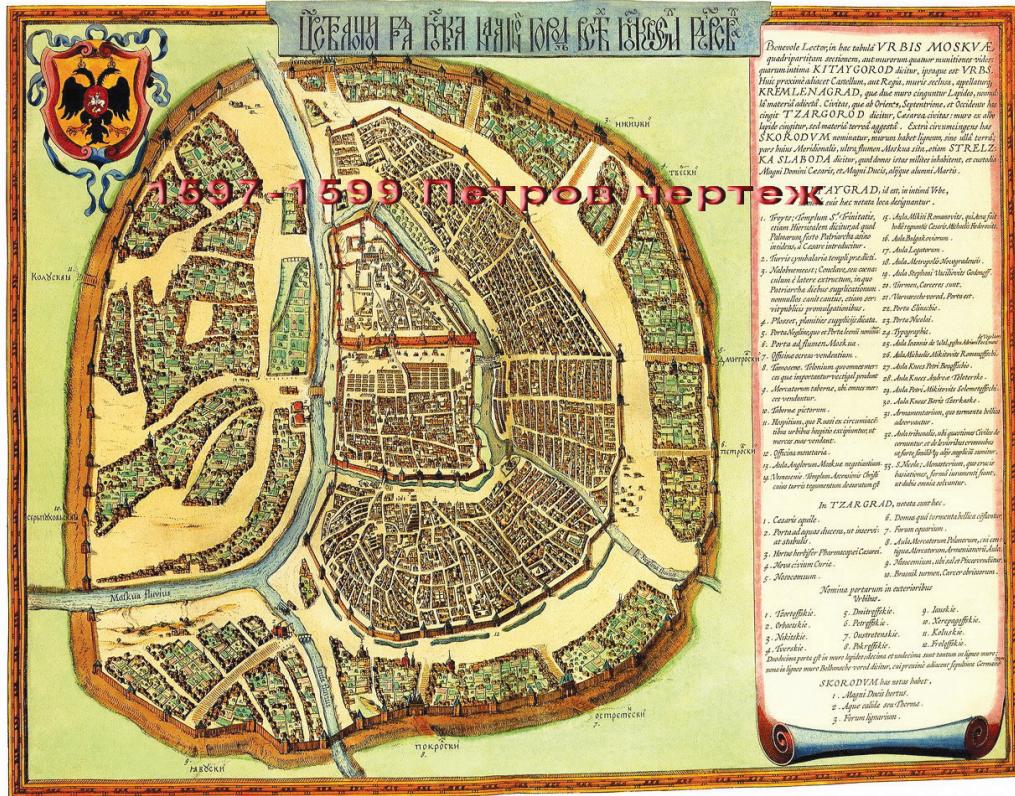


Рис. 5. План Москвы (Петров чертеж) «Царствующий град Москва начальный город всех Московских государствах». 1597 [11]

Этот план еще более отчетливо подтверждает, что главные черты радиально-кольцевой структуры города к концу XVI в. уже сложились. На нем «воспроизведен неповторимый облик старой Москвы, лучшие черты которого будут сохранены и развиты в генеральном плане столицы» [4]. Вверху плана славянской вязью написано его название — «Царствующий градъ Москва начальный городъ всех московскихъ государствахъ». Справа — обращение к читателю и указатель значительных зданий (на латинском языке). План ориентирован с запада на восток. Он фиксирует панораму жилой застройки города конца XVI в., наглядно передает характерные особенности планировки Москвы с четырьмя поясами оборонительных стен (Кремль, Китай-город, Белый и Земляной города) и улицами, веером расходящимися от Кремля. Именно этот план лег в основу всех известных зарубежных планов Москвы [3].

Для всех планов Москвы, изданных до XVIII в., характерно то, что они составлялись без математической основы, не имели унифицированных условных

знаков и строго выдержанного масштаба, координатной сетки и единого ориентирования. Картографическую основу составляла лишь речная сеть. Эти планы были в основном рисованные. «Начертание земель», как тогда говорили, представляло собой иллюстрирование пути, пройденного путешественником, и выполнялось на глазок или на основе слухов. Карты тех времен не несли точной графической информации и были во многом субъективны. Однако, несмотря на это дошедшие до нас планы Москвы XVI–XVII вв. дали возможность представить, каким был наш город в ту эпоху.

Систематические геодезические и картографические работы, в том числе по созданию карт Москвы, начались во время правления Петра I. Первый план города, выполненный по результатам инструментальной съемки, был начат в 1729 году, а завершен в 1739 году. Его издание стало важным этапом в истории картографирования Москвы. Несмотря на то, что план выполнен с помощью еще не совершенных инструментов, он поражает тщательностью проработки всех деталей и по наглядности вполне может быть сравним с современными картами.

Созданию этого плана предшествовали систематические и планомерные топографо-геодезические работы, строгая математическая и картографическая обработка их результатов. Царским указом 1731 г. предписывалось: «Понеже Москве, яко резиденции нашей, аккуратного плана поныне не имеетя и дома строятся непорядочно, того ради указали мы всей Москве большим и малым улицам сделать аккуратный план». Подчеркивалось далее, что «покамест оной сделан будет, до тех мест никакого деревянного строения никому не делать...» [5].

Опубликованный в 1741 г. этот план Москвы воплотил картографические идеи и методические разработки И. Кириллова, градостроительные замыслы И. Мичурина. «План императорского столичного города Москвы, сочиненной под смотрением архитектора Ивана Мичурина в 1739 году» — таково его название — является замечательным памятником отечественной картографии (см. рис. 6).

План удачно скомпонован, строго и изящно оформлен. В левом верхнем углу — аллегорическая фигура феи воды, держащей в правой руке щит с гербом Москвы. Левой рукой фея опирается на кувшин, из которого изливается Москва-река.

Четкими надписями выделены основные части города: Кремль, Китай-город, Белый и Земляной города (см. рис. 7). Имеются также надписи «Москварека», «Гофшпиталь», «Болото» и «Сухарева башня». Цифрами обозначены ворота, монастыри и подворья, приходские церкви, публичные строения, буквами латинского алфавита — улицы. Таким образом, топонимика представлена в основном знаками и буквами. Этот прием позволил создать четко читаемое изображение города и его структуры.

На плане представлена физико-географическая характеристика территории города: показаны все реки, пруды, заболоченные пространства, значительные береговые обрывы, леса, кустарники, сады, парки, пашни, огороды, луга.



Рис. 6. «План императорского столичного города Москвы»  
И.Ф. Мичурина. 1739 [11]

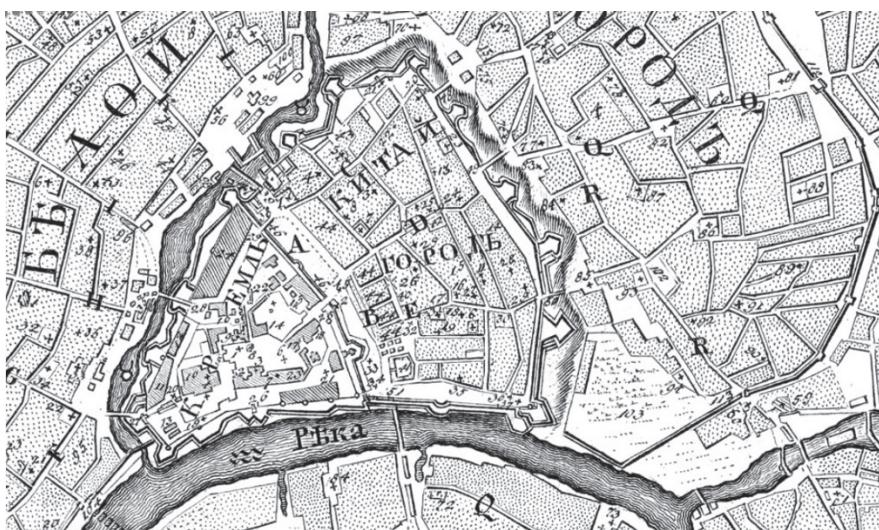


Рис. 7. «План императорского столичного города Москвы»  
И.Ф. Мичурина. 1739 (фрагмент) [16]

Сетка координат на плане отсутствует. В правом нижнем углу помещены роза ветров, дающая представление об ориентировке картографического изображения и линейный масштаб в саженях — 250 саженей в дюйме или 1 : 21 000. Ниже приведены сведения о геодезистах — непосредственных исполнителях плана, что нечасто встречается на картах XVIII в.

Условные знаки, примененные на плане, типичны для отечественных карт XVIII в. Все объекты изображены в плане, но для выражения их сущности использованы условные знаки, позволяющие передать ее в художественной манере и в полуперспективе.

На отдельном листе к плану приложен указатель под названием: «*Чертеж местоположения столичного города Москвы, в котором означенены не только Кремль, Китай-город, Белый город и Земляной город, но и все находящиеся в оном ворота, улицы, императорские дома и публичные строения, соборные и приходские церкви, монастыри, архиерейские и другие подворья, реки, пруды, сады и прочия знатнейшим места*». В конце указателя перечислены улицы, пролегающие через все части города, за исключением Кремля. В небольшой легенде приведено 12 условных обозначений. В целом содержание плана — это уникальный по достоверности исторический материал, представляющий Москву XVIII в.

Этот план сразу после выхода в свет стал важнейшим документом для проектировочных работ, совершенствования планировки, строительства различных зданий и сооружений, улучшения городского хозяйства и даже для проведения отдельных мероприятий по охране природной среды города. Естественно, что из-за относительно мелкого масштаба план мог использоваться при составлении лишь генеральных проектов городского строительства. Не исключено, что для детальных работ привлекались результаты крупномасштабной съемки.

Традиции, заложенные при создании этого выдающегося отечественно-го картографического произведения, надолго определили дальнейший ход картографических работ в России. Практически на основе этого плана был выполнен так называемый Прожектированный план (1775), утвержденный Екатериной II и представлявший собой проект реконструкции Москвы.

Очень подробный характер носил план Москвы 1817 г., составленный Комиссией для строений. Он фиксирует как проект Комиссии, так и сложившуюся к этому времени картину застройки: границы участков, каменные и деревянные здания, вновь выстроенные после пожара 1812 г., частично — зеленые насаждения.

В XIX в. карта города стала обычным явлением не только для административных или учебных заведений, но и для многих образованных горожан. Великолепным картографическим произведением является последний, предреволюционный План города Москвы с пригородами (1914 г.), выпущенный Санкт-Петербургским издательством товарищества А.С. Суворина «Новое время». На нем показаны основные достопримечательности города, церкви, общественные здания, вокзалы, присутственные места, околодки и пр. (см. рис. 8).



Рис. 8. План Москвы А.С. Суворина. 1914 (фрагмент) [16]

Особый характер носило картографирование Москвы в советский период. Это был период расцвета отечественной картографии. Для создания карт активно использовалась аэрофото- и космическая съемка, были созданы выдающиеся карты и атласы, получившие международную известность. Однако по соображениям безопасности в условиях жесткого противостояния двух политических систем общедоступное картографирование, в частности картографирование Москвы, было намеренно недостоверным: по таким картам нельзя было точно определить местоположение не только отдельных объектов, но и переулков и даже улиц. Долгое время нельзя было показывать линии метро в местах их выхода на поверхность, внутригородские железнодорожные ветки, ведущие к заводам и предприятиям, многие правительственные и военные объекты, расположение зданий в Кремле и пр. При составлении карт Москвы специально выбирались проекции, дававшие максимальные искажения. На картах советского периода, выполненных в реальном масштабе и предназначенных для инженерных работ, нужд военных или правоохранительных органов, обязательно ставился гриф «Секретно» или «Совершенно секретно».

Бывали и исключения. В 1939 г. немецким картографам разрешили провести топографическую съемку местности, в результате чего на столе Генерального штаба в Берлине появилась точная карта Москвы. В 70-е гг. в США по результатам космической съемки был выпущен подробный план Москвы с точной схемой улиц и линий железных дорог и метро. Однако он имел

существенный недостаток — названия улиц были даны в форме, не соответствующей нашей топонимике. Достаточно точную карту Москвы составил и издал в 80-х гг. известный венгерский картограф Шандор Радо. Ему очень помогли его земляки студенты, учившиеся в Москве. Они по крохам собирали информацию о расположении улиц и площадей нашей столицы. В результате изданная в Будапеште туристская схема Москвы быстро получила признание и была переиздана в других странах [14].

Одним из примеров картографирования советского времени является отечественная карта Москвы 1939 г. (рис. 9). На ней, например, вместо зданий и соборов Кремля изображена красная звезда.

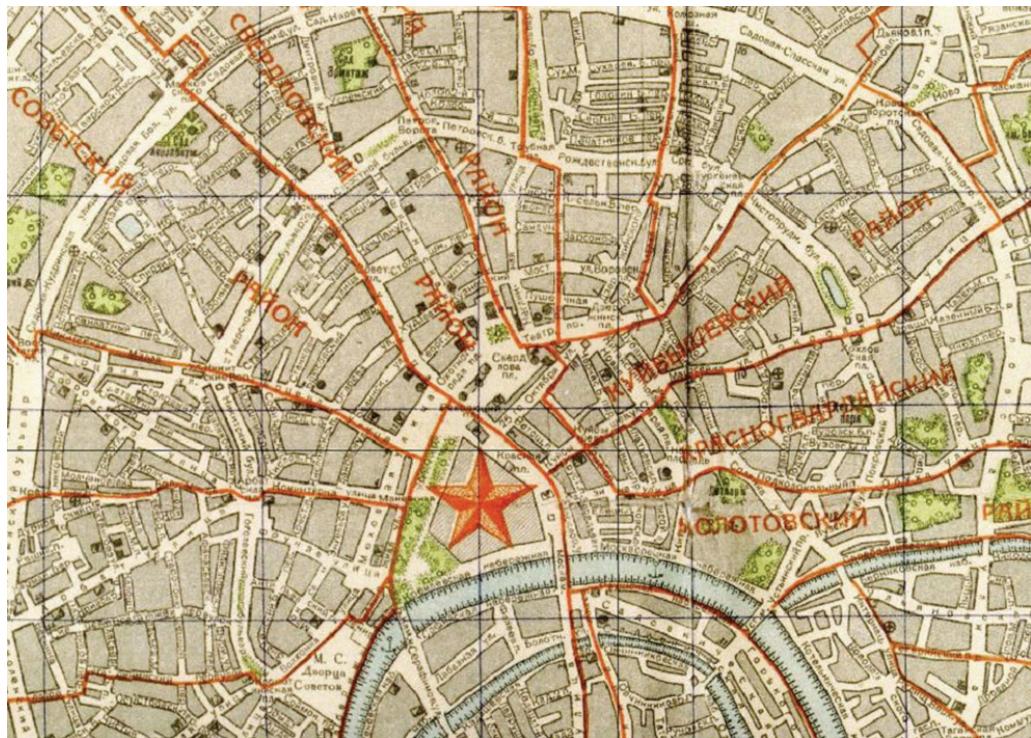


Рис. 9. Карта Москвы. 1939 (фрагмент) [15]

И на туристских картах Москвы, изданных в СССР, территория города изображалась очень схематично: выделялись только кварталы, и не показывались небольшие улицы, переулки, не отражался характер застройки (см. рис. 10).

В 1985 г. в нашей стране была выпущена так называемая розовая карта Москвы, считавшаяся тогда самой правдивой. Однако и на ней было умышленно искажено до 60 % улиц и переулков. Перекрестки и выходы из метро были изображены с точностью до 200 м.

Наконец, в 1989 г. производственным картосоставительским объединением «Картография» была издана первая отечественная карта Москвы в реальном масштабе, достаточно четко отражающая действительное расположение улиц,



Рис. 10. Туристская карта Москвы. 1976 (фрагмент) [16]

переулков, тупиков, городских кварталов и многих зданий, станций метро, сети внутригородских железных дорог и веток и пр. Эта карта сразу же получила престижные награды на международных конкурсах и стала образцом для многочисленных зарубежных подражаний. Поэтому дату выпуска этой карты, пожалуй, можно считать началом нового периода современного картографирования Москвы (рис. 11).

С 1990-х гг. начало разрабатываться специальное направление «Картографирование культурного и природного наследия». Значимой вехой в развитии этого направления стало создание карты «Москва: духовное и историко-культурное наследие», которая была издана в 2000 г. Карта создана на топографической крупномасштабной подоснове: общая карта выполнена в масштабе 1 : 50 000, центр города — в масштабе 1 : 12 500 (рис. 12).

Впервые была разработана специальная легенда (свод условных обозначений) карты наследия. Ее составлению предшествовала большая научная работа по сбору, обобщению и систематизации данных по объектам наследия Москвы. К числу таких объектов, отраженных на карте, относятся: памятники археологии (стоянки, городища и селища, курганы славян-вятичей, места отдельных находок); памятники истории (места, связанные с жизнью и деятельностью выдающихся людей; места исторических событий; места легендарных событий и событий, описанных в литературе, мемориальные кладбища); памятники архитектуры и выдающиеся сооружения (православные монастыри, православные храмы, колокольни утраченных православных храмов; католические храмы; протестантские храмы; общественные здания, жилые дома, палаты, усадьбы, промышленные здания, мосты, станции метро — памятники архитектуры; станции метро, рекомендованные к охране); памятники монументального искусства.

Для каждого из этих видов объектов предложен особый схематичный значок, напоминающий образ объекта, цветом значка показано время создания объекта.

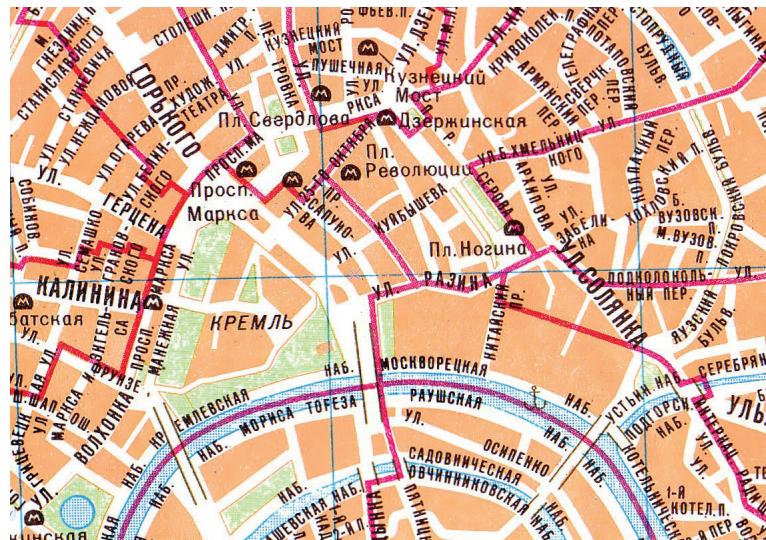
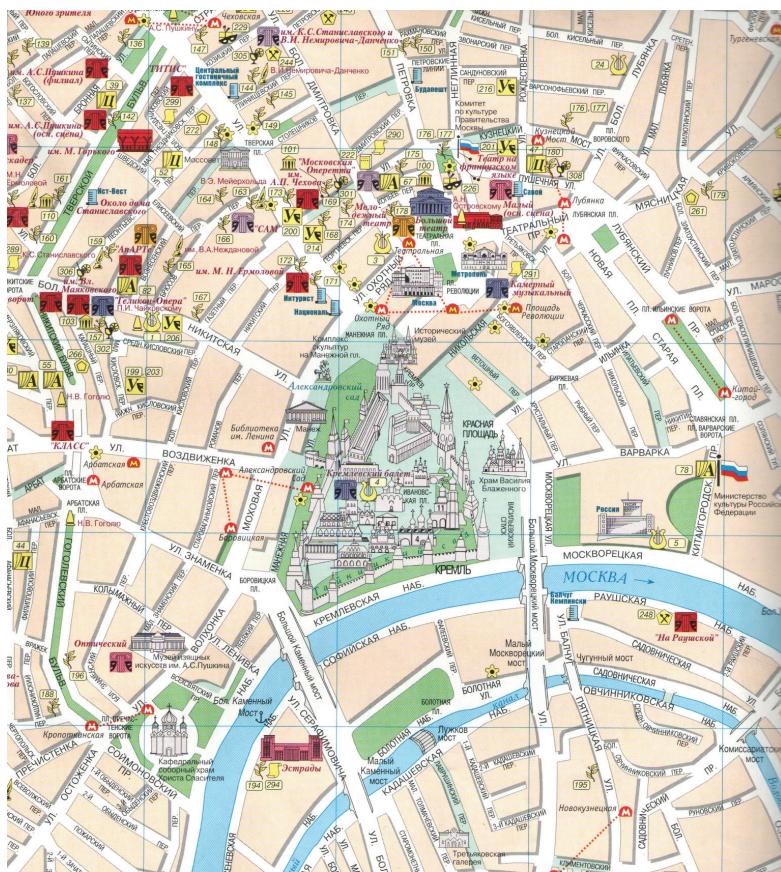


Рис. 11. Карта Москвы (фрагмент). 1989 [16]



**Рис. 12.** Карта «Москва. Духовное и историко-культурное наследие» (фрагмент).  
2000 (фото автора)

На карте представлены также объекты природного наследия. Карта отражает (соответствующим цветным фоном городских кварталов) рост территории Москвы. Особыми шрифтами подписаны названия слобод и бывших подмосковных поселений; старомосковские названия улиц, переулков, проездов, набережных.

На этой карте показаны и современные учреждения культуры Москвы: музеи, выставочные залы, картинные галереи, театры, концертные залы, кинотеатры и киноконцертные залы. На карте представлены и инфраструктурные объекты города: гостиницы, стадионы, фонтаны, речные вокзалы и пристани, выходы всех станций метро, пешеходные улицы, леса, парки, лесопарки, сады, бульвары, скверы.

Важно, что эта карта снабжена приложением — небольшой книгой с подробным указателем и кратким описанием всех объектов, изображенных на этой карте. Указаны также местоположение (адреса) всех объектов и телефоны историко-культурных объектов.

В 2001 г. была издана карта «Москва театральная — на рубеже веков», на которой были изображены все театры Москвы, в более крупном масштабе изображен центр города со всеми театральными зданиями. Это был первый пример детального отраслевого картографирования сферы культуры.

Теперь карту Москвы можно получить в любом виде: традиционную (в полиграфическом исполнении) и электронную, в виде листа или атласа, различной тематики, в масштабе, позволяющем показать каждый дом. В 1996 году такие подробные атласы были выпущены сразу несколькими издательствами. На них впервые обозначены жилые дома с номерами, проходные дворы и даже хозяйственные постройки [14]. Правда, военные объекты на них, в отличие от секретных карт, обозначены серой растушевкой, но и на этом поле можно увидеть, как расположены их корпуса. Кроме того, на картах новых атласов отсутствует координатная сетка.

Современные карты и атласы Москвы не уступают, а зачастую и превосходят многие зарубежные аналоги картографирования городов.

Процесс картографирования Москвы на этом не завершен. Городская застройка постоянно меняется. По оценке специалистов, изменения составляют приблизительно 6 % в год, поэтому карты Москвы предполагается регулярно переиздавать. Велика потребность и в тематических картах, и не просто обзорных, а на топографической подоснове.

История картографирования Москвы тесно связана с важнейшими периодами развития страны. В ней явно отразились противоречия и трудности формирования нашего общества, с одной стороны, и стремительное развитие картографической науки — с другой.

### Литература

1. Атлас Москвы для и пешеходом и автомобилистов. М.: ИПУ РАН; АСТ-Пресс, 1996. 320 с.
2. Атлас Москвы до дома. М.: Геоцентр–ГИС, 1996. 224 с.
3. Виды русских городов XVII–XIX века. М.: Изобраз. искусство, 1983. 31 с.
4. *Гольденберг П.И.* Загадка «Петрова чертежа» — первого русского плана // Наука и жизнь. 1968. Август. С. 51–53 | Электронная научная библиотека «РусАрх». URL: <http://www.rusarch.ru/goldenberg1.htm>.
5. Гольденберг Л.А., Постников А.П. Петровские геодезисты и первый печатный план Москвы. М.: Недра, 1990. 160 с.
6. Карты из Атласа Блеу (Петров чертеж и Кремленаград) // Старые карты | Москва. Юго-Запад. Теплый стан. URL: <http://testan.narod.ru/moscow/maps/karty7.htm>.
7. *Кусов В.А.* История познания земель российских. М.: Просвещение, 2002. 232 с.
8. Москва на старых картах (XVI – первая половина XX в.). Каталог планов Москвы / сост.: А.С. Захарова и др.; ред.: Л.Н. Зинчук, А.С. Захарова; отв. ред. Н.Е. Котельникова. М.: РГБ, 1998. 143 с.
9. Москва: старинные карты // Блог И.Ю. Шкурина. URL: [http://igor-grek.com/publ/city/moscow\\_maps/3-1-0-1264](http://igor-grek.com/publ/city/moscow_maps/3-1-0-1264).
10. Москва: энциклопедия / гл. ред. С.О. Шмидт. М.: БРЭ, 1997. 976 с.
11. Планы и схемы Москвы // Сетевая версия энциклопедии «Москва» издания 1980 года. URL: [http://mos80.ru/p/chasovoy\\_pojary/plany\\_shemy.html](http://mos80.ru/p/chasovoy_pojary/plany_shemy.html).
12. *Постников А.П.* Развитие картографии и вопросы использования старых карт. М.: Наука, 1985. 216 с.
13. *Рыбаков Б.А.* Русские карты Московии XV – начала XVI века. М.: Наука, 1974. 112 с.
14. *Снегирев Ю.* Мечта всех шпионов мира исполнилась. Издана карта Москвы, на которой виден каждый дом // Известия. 1997. 24 января.
15. Старые карты Москвы, российских и зарубежных городов. От древнейших времен до наших времен. URL: <http://retromap.livejournal.com/3921.html>.
16. Старые карты Москвы онлайн. URL: <http://oldmoscowmaps.ru>.
17. *Шульгина О.В.* История картографирования Москвы (краткий очерк) // Геодезия и картография. 1997. № 9. С. 10–15.

### Literatura

1. Atlas Moskvy' dlya i peshexodom i avtomobilistov. M.: IPU RAN; ACT-Press, 1996. 320 s.
2. Atlas Moskvy' do doma. M.: Geocentr–GIS, 1996. 224 s.
3. Vidy' russkix gorodom XVII–XIX veka. M.: Izobraz. iskusstvo, 1983. 31 s.
4. *Gol'denberg P.I.* Zagadka «Petrova chertezha» — pervogo russkogo plana // Nauka i zhizn'. 1968. Avgust. S. 51–53 | E'lektronnaya nauchnaya biblioteka «RusArx». URL: <http://www.rusarch.ru/goldenberg1.htm>.
5. *Gol'denberg L.A., Postnikov A.P.* Petrovskie geodezisty i pervy'j pechatny'j plan Moskvy'. M.: Nedra, 1990. 160 s.
6. Karty' iz Atlasa Bleu (Petrov chertezh i Kremlenagrad) // Stary'e karty' | Moskva. Yugo-Zapad. Teply'j stan. URL: <http://testan.narod.ru/moscow/maps/karty7.htm>.
7. *Kusov V.A.* Istoriya poznaniya zemel' rossijskix. M.: Prosveshhenie, 2002. 232 s.

8. Moskva na stary'x kartax (XVI – pervaya polovina XX v.). Katalog planov Moskvy' / cost.: A.S. Zaxarova i dr.; red.: L.N. Zinchuk, A.S. Zaxarova; otv. red. N.E. Kotel'nikova. M.: RGB, 1998. 143 s.
9. Moskva: starinny'e karty' // Blog I.Yu. Shkurina. URL: [http://igor-grek.com/publ/city/moscow\\_maps/3-1-0-1264](http://igor-grek.com/publ/city/moscow_maps/3-1-0-1264).
10. Moskva: e'nciklopediya / gl. red. S.O. Shmidt. M.: BRE', 1997. 976 s.
11. Plany' i sxemy' Moskvy' // Setevaya versiya e'nciklopedii «Moskva» izdaniya 1980 goda. URL: [http://mos80.ru/p/chasovoy\\_pojary/plany\\_shemy.html](http://mos80.ru/p/chasovoy_pojary/plany_shemy.html).
12. Postnikov A.P. Razvitiye kartografii i voprosy' ispol'zovaniya stary'x kart. M.: Nauka, 1985. 216 s.
13. Ry'bakov B.A. Russkie karty' Moskovii XV – nachala XVI veka. M.: Nauka, 1974. 112 s.
14. Snegirev Yu. Mechta vsex shpionov mira ispolnilas'. Izdana karta Moskvy', na kotoroj viden kazhdy'j dom // Izvestiya. 1997. 24 yanvarya.
15. Stary'e karty' Moskvy', rossiskix i zarubezhny'x gorodov. Ot drevnejshix vremen do nashix vremen. URL: <http://retromap.livejournal.com/3921.html>.
16. Stary'e karty' Moskvy' onlajn. URL: <http://oldmoscowmaps.ru>.
17. Shulgina O.V. Iстория картографирования Москвы (краткий очерк) // Геодезия и картография. 1997. № 9. С. 10–15.

*O.V. Shulgina*

### **Mapping of Moscow as a Phenomenon of the History of Development of Domestic and Foreign Cartography**

The article examines the main stages of the mapping of Moscow in comparison with the history of the development of cartography. The study covers the period from the XVII to the beginning of the XXI century. The basic cartographic works, their mathematical basis, content, design, degree of geographical accuracy are analyzed. The article is illustrated by maps reflecting the image of the territory of Moscow in various historical periods.

*Keywords:* geographical maps of Moscow; history of cartography; image of the territory of Moscow; geographical degree of study.

Т.Д. Гайворон,  
Г.М. Майнашева

## Возможности экологического туризма в особо охраняемых природных территориях Москвы

Актуальное направление современного туризма — экологический туризм — развивается в регионах, не подверженных интенсивному антропогенному воздействию. Особо охраняемые природные территории представляют разнообразные возможности для экологического и образовательного туризма. Особо охраняемые природные территории Москвы обладают уникальными ресурсами экологического туризма, что можно использовать в образовательном процессе.

*Ключевые слова:* экологический туризм; образовательный туризм; особо охраняемые природные территории; ресурсы экологического туризма; ресурсы образовательного туризма.

**Э**кологический туризм — актуальное направление современного туризма, имеющее образовательное, природоохранное, культурно-историческое значение. Одно из определений экологического туризма — экологически устойчивый туризм, включающий ознакомление с окружающей природной средой и ее объяснение. В определении подчеркивается образовательный аспект экологического туризма.

Важнейшие критерии, которым должен соответствовать экологический туризм:

- использование преимущественно природных ресурсов;
- минимальный ущерб природе, среде обитания, экологическая устойчивость;
- нацеленность на экологическое образование, на формирование отношений равноправного партнерства с природой;
- забота о сохранении местной социокультурной сферы;
- экономическая эффективность и обеспечение устойчивого развития регионов [5].

В основе концепции экологического туризма лежит бережное отношение к природе, сохранение природных, культурно-исторических объектов, социальная ответственность, ведущие к экономическому процветанию территории.

Экологический туризм характерен для относительно ненарушенных природных территорий; он не ведет к разрушению природной среды, ухудшению ее качества, вносит непосредственный вклад в охрану и управление природными территориями [1].

Экологическое образование — важнейшее направление экологического туризма. Рекреационно-познавательные ландшафты, обладающие высокой научной и эстетической ценностью, наиболее пригодны для целей экологического образования [10]. Для экологического образования важно также наличие на охраняемых территориях музеев природы, экологических троп, проведение экологических акций, разнообразных мероприятий.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) разного ранга — заповедники, национальные парки — имеют богатейшие возможности для развития экологического туризма, в числе которых — мало измененные деятельность человека природные комплексы и их компоненты, музеи природы, экологические тропы в ООПТ, проведение экологических акций, природоохранных и экологообразовательных мероприятий.

ООПТ городов, в том числе города Москвы, их экосистемы испытывают антропогенное влияние различной степени, что приводит к негативным последствиям. Однако при надлежащей поддержке сохранившихся природных и природно-антропогенных комплексов в ООПТ городов лесные, луговые, болотные и другие экосистемы могут развиваться.

ООПТ Москвы имеют природоохранное значение, сохраняя биоразнообразие экосистем, виды растений, животных, занесенных в Красную книгу.

Рекреационная значимость городских ООПТ состоит в предоставлении жителям города возможности отдыха на природе.

В ООПТ городов имеются разнообразные возможности осуществления экологического образования учащихся, населения города. Благодаря экологическим тропам, объявлениям экологическая, географическая информация становится доступной для населения. Сами экосистемы ООПТ обладают богатыми и разносторонними ресурсами экологического и образовательного туризма [10].

В Москве созданы и работают ООПТ разного ранга — национальный парк федерального значения «Лосинный остров», ООПТ регионального значения — природно-исторические парки, ландшафтные, комплексные природные заказники, памятники природы.

ООПТ расположены в разных районах города, в различных природных условиях, подвержены разнообразным антропогенным воздействиям и испытывают последствия этих воздействий. Сохранность природно-территориальных комплексов (ПТК), их устойчивость в пределах ООПТ зависит от степени изменения антропогенными процессами различных компонентов [2].

При нарушении литогенных компонентов экосистем горных пород, рельефа ПТК могут прекратить свое существование. Это может произойти при интенсивном антропогенном давлении на ПТК, например, при строительстве различных сооружений, в том числе спортивных, в пределах ООПТ.

В результате усиления рекреационной нагрузки на охраняемые территории происходит вытаптывание почв, уменьшение биоразнообразия, охраняемые территории теряют рекреационную ценность. При этом происходит

антропогенная трансформация почв, растительности. При уменьшении антропогенной нагрузки возможно восстановление естественной (условно-естественной) растительности, животного населения.

В Москве созданы и успешно функционируют 120 особо охраняемых природных территорий, имеющих различный статус, но выполняющих ряд важнейших задач, связанных с охраной природы города, экологическим образованием населения.

**Природно-исторические парки** организованы на природных территориях, включающих памятники истории и культуры, садово-паркового искусства. Природно-исторические парки выполняют в первую очередь культурно-просветительские и рекреационные функции, однако в их пределах сохраняются также уникальные природные объекты («Останкино», «Царицыно», «Тушинский», «Битцевский лес»).

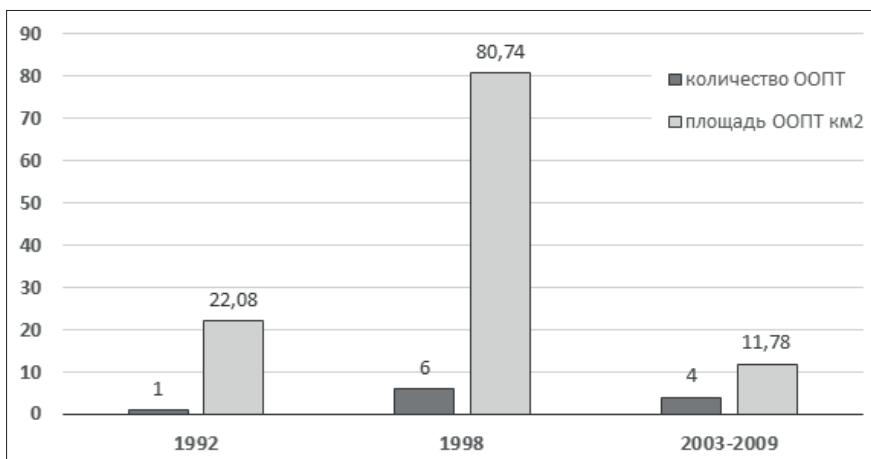
Природно-исторические парки Москвы — важнейший ресурс образовательного и экологического туризма — наиболее активно создавались в 90-е годы XX века; в начале XXI века также организовывались природно-исторические парки — «Косинский», «Кузьминки-Люблино» (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

#### Природно-исторические парки Москвы

№	Название	Площадь, км <sup>2</sup>	Год основания	Территории в составе ООПТ
1	«Битцевский лес»	22,08	1992	1. Узкое, Ясенево; 2. Знаменское-Садки; 3. Лысая (Лисья) гора
2	«Тушинский»	6,63	1998	1. Алешкинский лес; 2. Усадьба Братцево с парком; 3. Тушинская (Сходненская) чаша; 4. Долина реки Сходня; 5. Долина реки Братовка с Братцевским садом; 6. Озелененный берег Бутаковского залива; 7. Захарковский сад
3	«Покровское-Стрешнево»	2,23	1998	Архитектурно-парковый ансамбль XVII–XIX веков — усадьба рода Стрешневых Покровское-Глебово-Стрешнево
4	«Останкино»	6,20	1998	1. Главный ботанический сад Российской академии наук; 2. Останкинский дворцово-парковый комплекс; 3. Останкинский парк культуры и отдыха; 4. Всероссийский выставочный центр (ныне — ВДНХ)

№	Название	Площадь, км <sup>2</sup>	Год основания	Территории в составе ООПТ
5	«Измайловский»	16,08	1998	1. Лесопарк «Измайлово»; 2. Лесопарк «Терлецкий»; 3. Серебряно-Виноградный пруд с островом
6	«Царицыно»	13,00	1998	1. Бирюлевский дендропарк; 2. Бирюлевский лесопарк; 3. Долина реки Язенки; 4. Фруктовый сад
7	«Москворецкий»	36,60	1998	1. Покровское-Стрешнево; 2. Строгино; 3. Крылатское; 4. Хорошёво-Мнёвники; 5. Кунцево; 6. Филёвский парк
8	«Долина р. Сходни в Куркино»	2,73	2003	Левый берег р. Сходня протяженностью 5,5 км
9	«Косинский»	3,35	2007	Ледниковые озера
10	«Кузьминки-Люблино»	3,41	2006	1. Кузьминский парк; 2. Люблинский парк
11	«Сокольники»	2,29	2009	Парк «Сокольники»



**Рис. 1.** Динамика создания природно-исторических парков в Москве

В 1992 году был создан крупнейший по площади природно-исторический парк «Битцевский лес», в 1998 году — шесть крупных природно-исторических парков общей площадью 80,74 км<sup>2</sup>. В природно-исторических парках возможно изучение не только природных компонентов ландшафтов, но и культурно-исторических памятников, достопримечательностей, историко-архитектурных ансамблей.

**Памятник природы** — особо охраняемая природная территория, на которой представлены объекты живой или неживой природы (уникальные, редкие, хорошо сохранившиеся, типичные), имеющие повышенную природоохранную, познавательную и историко-культурную ценность и значимость в масштабах всего города (памятник природы регионального значения). В зависимости от объекта охраны памятники природы подразделяются на комплексные, геологические, гидрогеологические, геоморфологические, ботанические, дендрологические, зоологические.

По данным Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы [9], в Москве создано 100 памятников природы, основная часть которых была организована в 2005 и 2007 годах (рис. 2). Памятники природы занимают небольшие площади, охраняют отдельные объекты — отдельные деревья, валуны, родники, однако роль их в сохранении природных комплексов и экологическом образовании велика.

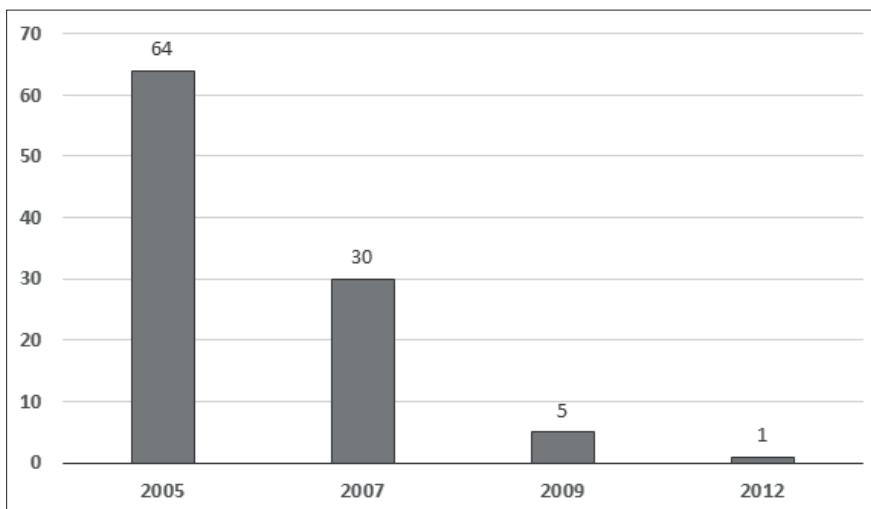


Рис. 2. Динамика создания памятников природы в Москве

**Природный заказник** — особо охраняемая природная территория, образованная с целью охраны природных и историко-культурных комплексов, естественных ландшафтов, для сохранения или восстановления природных комплексов, биологического разнообразия или отдельных видов растений и животных, поддержания рекреационного потенциала природных территорий в пределах города. В зависимости от объекта особой охраны природные заказники могут подразделяться на комплексные, ландшафтные, ботанические, фаунистические, орнитологические, энтомологические, гидрологические [9].

В Москве функционируют природные, ландшафтные, комплексные заказники, созданные в основном в конце 90-х годов XX века и в начале XXI века. Больше всего заказников разного типа по количеству [3] и площади (14,3 км<sup>2</sup>) сформировано в 1998 году, в последующие годы организовывалось по одному заказнику (табл. 2, рис. 3).

Таблица 2

## Природные, ландшафтные, комплексные заказники

№	Название	Площадь, км <sup>2</sup>	Год основания	Особенности ООПТ
1	«Воробьёвы горы»	1,37	1998	70-метровый уступ Теплостанской возвышенности на правом оползневом берегу р. Москва
2	«Долина р. Сетунь»	6,93	1998	Участок долины р. Сетунь в Западном административном округе
3	«Дегунинский»	0,84	2010	Городской парк «Северные Дубки»
4	«Теплый Стан»	5,19	2005	Истоки р. Очаковки, родники
5	«Тропаревский»	2,18	2008	Тропаревский лесопарк, долина р. Очаковки
6	«Долина р. Сходни в районе Молжаниновский»	0,11	2007	Молжаниновское верховье болото
7	«Петровско-Разумовское»	6,01	1998	Лесная опытная дача, усадебный парк, сады и поля Сельскохозяйственной академии.

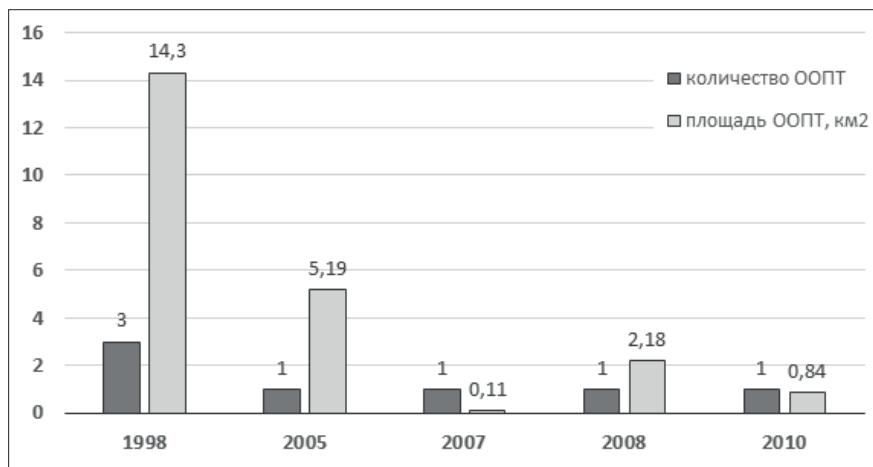


Рис. 3. Динамика создания природных, ландшафтных, комплексных заказников в Москве

Значение этих видов ООПТ для экологического образования, экологического туризма велико, так как в них можно исследовать компоненты природных комплексов, в различной степени измененные антропогенной деятельностью, проводить экологические занятия, игровые виды деятельности.

Важнейшее значение для природоохранной деятельности имеет созданный в 1983 г. национальный парк «Лосинный Остров», единственный из ООПТ подобного статуса, частично находящийся на городской территории.

В национальном парке выделяется пять функциональных зон, в том числе заповедная зона, где запрещен доступ и любая хозяйственная деятельность, сохраняются уникальные лесоболотные комплексы, исток реки Яузы (около 1,5 % территории). В зоне охраны памятников истории и культуры, открытой для посещения, сохраняется исторический облик ландшафта (0,7 %). Рекреационная зона, открытая для свободного посещения, занимает большую часть территории парка (около 52,8 %).

Уникальность национального парка «Лосинный Остров» также в том, что значительная его часть находится в пределах города, что делает его доступным для рекреации населения Москвы. Поэтому возможности экологического и образовательного туризма в «Лосином Острове» разнообразны: экскурсии по экологическим тропам, посещение визит-центра, организация экологотуристских мероприятий в рекреационной зоне национального парка.

Созданный в национальном парке эколого-просветительский центр является крупнейшим в Москве эколого-образовательным учреждением.

Кроме национального парка «Лосинный Остров» эколого-просветительские центры функционируют в природном заказнике «Воробьевы горы», в природно-исторических парках «Битцевский лес», «Кузьминки», «Измайлловский». Экологические центры значительно расширяют возможности экологического образования, экологического туризма, в них можно получить новые знания по экологической, биологической, географической тематике, участвовать в занятиях по экологическому образованию.

Важная роль в экологическом образовании принадлежит экологическим тропам, проложенным во многих ООПТ Москвы. На них возможно детальное исследование растительности, рельефа, геологического строения территории ООПТ, выявление экологических проблем территории и путей их решения.

На существующих в Москве ООПТ представлено практически все разнообразие природных сообществ, растительного и животного мира Москвы, а также около 90 % занесенных в Красную книгу города Москвы видов животных и растений.

На примере природно-исторического парка «Битцевский лес» можно исследовать возможности и ресурсы образовательного экологического туризма.

**Природно-исторический парк «Битцевский лес»** находится в южной части Москвы, в пределах южного и юго-западного административных округов. Битцевский лес стал первым в России природным парком. Благодаря тому, что здесь расположены историко-архитектурные памятники — дворцово-парковые усадьбы XVIII–XIX веков — Узкое, Ясенево, Знаменское-Садки, в «Битцевском лесу» сформировался единый природно-историко-культурный комплекс.

В парке имеются различные функциональные зоны: заповедная, режима заказника, регулируемой антропогенной нагрузки рекреационной и хозяйственной.

Природный парк «Битцевский лес» расположен в юго-восточной части Теплостанской возвышенности, на высоте 130–135 м над урезом р. Москвы. Абсолютные отметки поверхности составляют 170–250 м; общий уклон поверхности — в северо-восточном направлении к долине р. Москвы.

Теплостанская возвышенность — часть Москворецко-Окской полого-увалистой моренно-эрэзионной равнины. Особенности геологического строения и рельефа возвышенности определены ледниками и водно-ледниковыми процессами краевой части московского оледенения.

Ледниковые равнины поверхности Теплостанской возвышенности сложены мореной московского оледенения, склоны — водно-ледниковыми и озерно-ледниковыми отложениями. Мощность четвертичных отложений, включая покровные суглинки, составляет 10–20 м, до 30 м [8; 3].

На Теплостанской возвышенности находятся истоки рек Чертановка, Городня (притоки р. Москвы), Битца (приток р. Пахра). Склоны возвышенности, речных долин расчленены глубокими эрозионными формами — балками и оврагами, часто с малыми водотоками. На крутых склонах долин рек, балок, оврагов встречаются оползни неглубокого заложения.

На террасах и поймах рек распространены аллювиальные пески и супеси.

Наиболее распространенные почвообразующие породы Битцевского леса — покровные суглинки — распространены на вершинах и склонах водоизделов, сложенных мореной и водно-ледниковыми отложениями.

Структура и сложность почвенного покрова Битцевского леса определяется расчлененностью рельефа, дренированностью, различными условиями увлажнения. Почвенные комбинации образованы сочетанием элементарных ареалов дерново-подзолистых почв (вершинные поверхности возвышенности), дерново-подзолистых, в разной степени эродированных почв на склонах и глееватых почв пойм, днищ балок. В составе почвенных комбинаций встречаются серые лесные почвы [6].

В Битцевском природном парке преобладает растительность широколиственных лесов, встречаются также луговые и околоводные сообщества. Следствием антропогенного воздействия является распространениеrudеральных растений.

Коренные широколиственные леса заменены вторичными мелколиственными. Можно выделить четыре основных типа лесов:

- дубово-липняковые леса с подлеском из кустарников, дубравным широкотравьем;
- осиново-березовые с дубом, липой, разнотравно-широкотравные;
- сосново-еловые с дубом, липой, лесным и дубравным широкотравьем;
- березовые с дубом, елью, липой, разнотравно-широкотравные.

С учетом признаков нарушенности лесной растительности — сомкнутость древостоя и подлеска, большая площадь травяного и мохового покрова,

площадь тропиночной сети — можно сделать вывод о том, что практически все леса Битцевского парка вторичные, в разной степени измененные антропогенным воздействием [7].

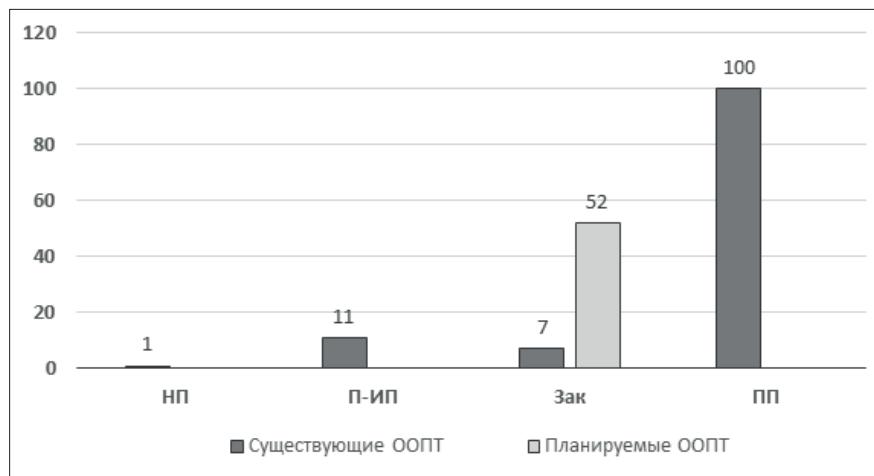
Таким образом, на примере парка «Битцевский лес» можно изучать рельеф, почвы, растительность природно-антропогенных лесных, луговых комплексов, степень антропогенной нагрузки на изучаемые ПТК, что важно для углубленного изучения географии, биологии, экологии. Благодаря экологическим тропам можно получить информацию об экосистемах территории.

Сохранившиеся дворцово-парковые усадьбы в Битцевском лесу позволяют исследовать культурно-исторические аспекты территории, что может способствовать углубленному изучению истории, пониманию особенностей ландшафтного единства природных и архитектурных объектов.

Изучение охраняемой территории с позиций экологического туризма позволит разнообразить занятия на природе, а также повысит интерес обучающихся к дисциплинам естественнонаучного и гуманитарного циклов.

Существующие ООПТ города выполняют свои функции, однако, учитывая все большее влияние антропогенного фактора на природные комплексы Москвы, необходимо расширение сети ООПТ города.

Планируемые особо охраняемые территории в Москве относятся к разным типам охраны, в основном это — природные заказники разной направленности (рис. 4).



**Рис. 4.** Существующие и планируемые ООПТ Москвы:  
НП — национальный парк, П-ИП — природно-исторический парк;  
Зак — заказник; ПП — памятник природы

Планируется создание комплексных заказников, 28 ландшафтных заказников на территориях природного комплекса Москвы с высоким ландшафтным разнообразием, в том числе «Бутовский», «Лианозовский», «Химкинский».

Еще 12 планируемых заказников, в том числе ботанических, орнитологических, энтомологических, фаунистических будут способствовать сохранению природных комплексов, флоры, фауны, а также экологическому образованию населения.

В Москве планируется также организация заповедных участков различного статуса для сохранения флористических комплексов пойм, оstepненных лугов, местообитаний редких птиц.

Намечается придать статус ООПТ ботаническим садам Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Ботаническому саду на Воробьевых горах и филиалу на проспекте Мира) и Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова.

Таким образом, природоохранная деятельность в Москве становится все более разносторонней, разнообразной, охватывающей все большие территории. Увеличение количества и площади особо охраняемых природных территорий разного ранга будет способствовать сохранению ландшафтного и биологического разнообразия, развитию экологического образования и экологического образовательного туризма.

### *Литература*

1. Алейникова А.М., Гайворон Т.Д., Еремина М.А., Мараи А. Особенности и перспективы экологического туризма в национальных парках Черногории // Вестник РУДН. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». 2016. № 1. С. 18–25.
2. Аполо Эррера А., Гайворон Т.Д. Ландшафтные и экологообразовательные особенности охраняемых природных территорий Москвы // География: развитие науки и образования: коллективная монография по материалам ежегодной Международной научно-практической конференции LXIX «Герценовские чтения». Ч. II. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2016. С. 18–21.
3. Геоморфологическая карта Москвы. 2000 // ЭтоМесто — старые карты России. URL: [http://www.etomesto.ru/map-eco\\_geomorf](http://www.etomesto.ru/map-eco_geomorf).
4. Закон города Москвы от 26 сентября 2001 г. № 48 «Об особо охраняемых природных территориях в городе Москве» (с изменениями на 29 апреля 2015 г.) // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/3630351>.
5. Колобовский Ю.В. Экологический туризм и экология туризма. М.: Академия, 2011. 53 с.
6. Майнашева Г.М. Структурные особенности почвенно-растительного покрова природно-исторического парка «Битцевский лес» // География: развитие науки и образования: коллективная монография по материалам Международной научно-практической конференции LXVIII «Герценовские чтения». СПб.: РГПУ им. Герцена, 2015. С. 308–310.
7. Майнашева Г.М. Некоторые экологические проблемы природно-исторического парка «Битцевский лес» // География и экология в школе XXI века. 2017. № 5. С. 8–11.
8. Москва: геология и город. М.: АО «Московские учебники и Картография», 1997. 400 с.
9. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) // Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы. URL: <http://www.dpioos.ru/eco/ru/oopt>
10. Чижова В.П. Рекреационный ландшафт как объект экологического образования // Туризм и рекреация: фундаментальные и прикладные исследования: труды

IV Междунар. научно-практ. конфер. (МГУ, географический факультет, 24–25 апреля 2008 г.). М.: Диалог культур, 2009. С. 102–106.

### *Literatura*

1. Alejnikova A.M., Gajvoron T.D., Eremina M.A., Marash A. Osobennosti i perspektivy e'kologicheskogo turizma v nacional'nyx parkax Chernogorii // Vestnik RUDN. Seriya «E'kologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti». 2016. № 1. S. 18–25.
2. Apolo E'rerra A., Gajvoron T.D. Landshaftnye i e'kologoobrazovatel'nye osobennosti oxranyaemyx prirodnyx territorij Moskvy // Geografiya: razvitiye nauki i obrazovaniya: kollektivnaya monografiya po materialam ezhegodnoj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii LXIX «Gercenovskie chteniya». Ch. II. SPb.: RGPU im. A.I. Gercena, 2016. S. 18–21.
3. Geomorfologicheskaya karta Moskvy'. 2000 // E'toMesto — starye karty' Rossii. URL: [http://www.etomesto.ru/map-eco\\_geomorf](http://www.etomesto.ru/map-eco_geomorf).
4. Zakon goroda Moskvy' ot 26 sentyabrya 2001 g. № 48 «Ob osobo oxranyaemyx prirodnyx territoriyax v gorode Moskve» (s izmeneniyami na 29 aprelya 2015 g.) // E'lektronnyj fond pravovoij i normativno-texnicheskoy dokumentacii. URL: <http://docs.cntd.ru/document/3630351>.
5. Kolobovskij Yu.V. E'kologicheskij turizm i e'kologiya turizma. M.: Akademiya, 2011. 53 s.
6. Majnasheva G.M. Strukturnye osobennosti pochvenno-rastitel'nogo pokrova prirodno-istoricheskogo parka «Bitcevskij les» // Geografiya: razvitiye nauki i obrazovaniya: kollektivnaya monografiya po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii LXVII Sh «Gercenovskie chteniya». SPb.: RGPU im. Gercena, 2015. S. 308–310.
7. Majnasheva G.M. Nekotorye e'kologicheskie problemy' prirodno-istoricheskogo parka «Bitcevskij les» // Geografiya i e'kologiya v shkole XXI veka. 2017. № 5. S. 8–11.
8. Moskva: geologiya i gorod. M.: AO «Moskovskie uchebniki i Kartografiya», 1997. 400 s.
9. Osobo oxranyaemye prirodnye territorii (OOPT) // Departament prirodopol'zovaniya i oxrany' okruzhayushhej sredy' goroda Moskvy'. URL: <http://www.dpioos.ru/eco/ru/oopt>
10. Chizhova V.P. Rekreacionnyj landshaft kak ob'ekt e'kologicheskogo obrazovaniya // Turizm i rekreaciya: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: trudy' IV Mezhdunar. nauchno-prakt. konfer. (MGU, geograficheskij fakul'tet, 24–25 aprelya 2008 g.). M.: Dialog kul'tur, 2009. S. 102–106.

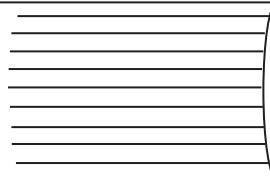
*E.D. Gayvoron,  
G.M. Mainasheva*

### **The Possibilities of Ecological Tourism in the Specially Protected Natural Areas of Moscow**

The topical trend of modern tourism — the ecological tourism — is developing in regions that are not subject to intensive anthropogenic impact. Specially protected natural areas represent a variety of opportunities for environmental and educational tourism. Specially protected natural areas of Moscow city have unique resources for ecological tourism, which can be used in the educational process.

*Keywords:* ecological tourism; educational tourism; specially protected natural territories; resources of ecological tourism; resources of educational tourism.

# ЕСТЕСТВЕСТВОНАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



## БИОЛОГИЯ

Е.А. Гончарук, Ю.А. Горчакова,  
Е.С. Шевергина, Т.Н. Николаева,  
Л.В. Назаренко, Н.В. Загоскина

### Ответная реакция культивируемых в условиях *in vitro* клеток *Linum usitatissimum* на действие гербицида (на примере глифосата)

В работе представлены результаты изучения ответных реакций каллусных культур льна-долгунца и льна масличного на действие гербицида — глифосата, влияющего на биосинтез фенольных соединений. Показаны изменения в накоплении фенольных соединений, уровне перекисного окисления липидов и морфологических характеристиках каллусов при его присутствии в питательной среде. Делается вывод о различной реакции клеток двух видов *Linum usitatissimum*, культивируемых в условиях *in vitro*, на действие глифосата.

*Ключевые слова:* лен; культура клеток; гербицид; глифосат; фенольные соединения.

#### Введение

Лен обыкновенный (*Linum usitatissimum* L.) относится к семейству льновых (Linaceae) класса двудольных (Dicotyledoneae). Это одно из древнейших культурных растений, возделываемых уже в течение нескольких тысячелетий для получения различных продуктов — съедобных семян, волокна, пищевого и технического масла [21; 25; 30]. В настоящее время наиболее востребованными видами являются лен-долгунец и лен масличный [15; 19]. Лен-долгунец как ценная культура «на волокно», наряду с широким применением в текстильной промышленности используется и для получения продуктов переработки льняного волокна — льнотресты и льносоломы, а также технических нетканых полотен и ваты, используемых для герметизации и теплоизоляции [28; 36]. Лен масличный — ценная

техническая культура, семена которого широко востребованы в продовольственных, технических и медицинских направлениях. Уникальность льняного масла заключается в высоком содержании полиненасыщенной  $\alpha$ -линополеноевой кислоты, которая входит в состав практически всех клеточных мембран и является незаменимой жирной кислотой в рационе питания человека. Высокое ее содержание способствует быстрому высыханию красок, антикоррозийных покрытий, линолеума, получаемых на основе льняного масла.

Одной из основных задач сельскохозяйственного производства является сохранение продуктивности культур и получение высокого урожая. К числу факторов, препятствующих этому процессу, относятся сорные растения. Посевы льна также подвержены их воздействию, что затрудняет сбор и обработку как льняного волокна, так и семян льна, а также усложняет проведение агротехнических мероприятий, требуемых при его возделывании [7]. Помимо традиционных агротехнических мероприятий (обработка почвы) для уничтожения сорных растений, широко применяются гербициды — химические препараты, способные тотально или избирательно подавлять их рост. Большой интерес вызывает послевсходовый, неселективный гербицид системного действия глифосат, который представляет собой *N*-(фосфонометил)глицин [6]. Он используется на посевах многих полевых сельскохозяйственных культур для уничтожения глубоко укореняющихся однолетних, двулетних и многолетних сорняков. Основным способом поступления глифосата в растительный организм является проникновение через листья, а влага и поверхностно-активные вещества увеличивают скорость его диффузии через плазматические мембранны. Абсорбированный листьями гербицид легко поступает в другие органы растения, оказывая негативное влияние на их рост [35]. Непосредственная «мишень» действия глифосата — это фермент 5-енолпирувил-шикимат-3-фосфат-синтаза (EPSPS), который кодируется ядерным геном и локализован в пластидах растений [20]. Этот фермент участвует в биосинтезе ароматических аминокислот, включая *L*-фенилаланин — основной предшественник фенольных соединений. Вследствие ингибирования EPSPS происходит нарушение биосинтеза этих наиболее распространенных вторичных метаболитов высших растений [35].

Фенольные соединения представляют собой одни из наиболее широко распространенных в растительных тканях вторичных метаболитов, существенно отличающихся между собой по структуре, химическим свойствам и биологической активности [11; 23; 31]. Этим веществам свойственна чрезвычайная широта функций — от разобщающего действия в электрон-транспортных цепях фотосинтеза и дыхания до участия в защите клеток от стрессовых воздействий. Фенольные соединения являются одними из важных низкомолекулярных компонентов антиоксидантной системы защиты клеток от активных форм кислорода [9; 17]. Важно и то, что виды растений отличаются по содержанию и составу этих вторичных метаболитов, которые представлены различными соединениями фенилпропаноидной и флавоноидной природы [24]. Что

касается растений льна, то в составе их фенольного комплекса присутствуют такие вещества, как *n*-кумаровая, феруловая, кофейная и *n*-оксибензойная кислоты, а также эскулетин [2]. Сообщалось и о наличии лигнанов — веществ с высокой антиоксидантной и биологической активностью [27;33].

Поскольку применение традиционных агрономических методов для изучения реакции растений на действие различных факторов внешней среды является трудоемким и длительным процессом, то альтернативой ему может быть биотехнологический метод, а именно культивирование тканей в условиях *in vitro* [1; 15]. Его преимуществом является возможность проведения исследований на клетках с более простым уровнем внутритканевой и внутриклеточной организации, а также возможность точного контроля условий выращивания. Использование каллусных и суспензионных культур позволяет изучать метаболические процессы, включая и биосинтез фенольных соединений, а также ответную реакцию клеток на действие различных стрессовых факторов [9; 32; 34]. Такой подход был использован и для видов *Linum usitatissimum*, что позволило выяснить некоторые аспекты их устойчивости [4; 22; 32].

Целью исследования было изучение ответных реакций каллусных культур льна-долгунца и льна масличного на действие гербицида широкого спектра — глифосата, влияющего на биосинтез фенольных соединений.

### Материалы и методы

Объектом исследования являлись каллусные культуры *L. usitatissimum*, полученные из сегментов гипокотиляй 14-дневных проростков льна-долгунца сорта «Ленок» и льна масличного сорта «Санлин». Каллусные культуры выращивали на питательной среде Мурасиге-Скуга, содержащей сахарозу (20 г/л) и 2,4-дихлорфеноксикусную кислоту (1 мг/л). В опытных вариантах в среду стерильно вносили глифосат в концентрации 10 мкМ. Данная концентрация гербицида была подобрана в предварительных экспериментах и не вызывала гибели каллусных культур. Культивирование каллусов проводили в фактуростатной камере ИФР РАН при температуре 25° С, относительной влажности воздуха 70 % и 16-часовом фотопериоде (интенсивностью освещения 5000 люкс). Длительность пассажа составляла 30 дней. Образцы каллусной ткани отбирали в конце пассажа, замораживали жидким азотом и хранили в морозильной камере при –70° С до проведения исследований.

Интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) определяли по накоплению малонового диальдегида (МДА) с использованием реакционной среды, содержащей 0,25 % тиобарбитуровой кислоты (ТБК) в 10 % ТХУ. Определяли оптическую плотность раствора при 532 нм и рассчитывали концентрацию МДА согласно методическим рекомендациям [16].

Фенольные соединения извлекали из каллусных тканей 96-процентным этианолом при 45° С в течение 45 мин [18]. Гомогенат центрифугировали (10 мин, 11 000 об/мин) и надосадочную жидкость использовали для спектрофотометрического определения различных классов полифенолов.

Содержание суммы фенольных соединений определяли с реагентом Фолина–Дениса при 725 нм [10], содержание флавоноидов — с 1-процентным водным раствором  $\text{AlCl}_3$  при 415 нм [29], а содержание фенилпропаноидов — методом прямого спектрофотометрирования экстрактов при 330 нм [14]. Содержание суммы фенольных соединений и содержание флавоноидов выражали в мг эквивалентов рутина / г сухой массы, а содержание фенилпропаноидов — в мг эквивалентов кофейной кислоты / г сухой массы.

Для изучения состава фенольных соединений, извлекаемых из растительного материала 96-процентным этиловым спиртом, использовали метод хроматографии в тонком слое (0,25 мм) порошкообразной микрокристаллической целлюлозы (Ferak, Германия) в системе растворителей н-бутанол-уксусная кислота-вода в соотношении 4 : 1 : 5 (верхняя фаза) [8; 10]. Предварительную идентификацию фенольных соединений проводили на ультрахроматографе DESAGA UVIS (DESAGA, Голландия) по специфической ярко-голубой или синей флуоресценции в УФ-свете (длины волн 254 и 366 нм). Использовали также качественные реакции: смесь 1-процентных водных растворов  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  (на все классы фенольных соединений); диазотированный *n*-нитроанилин и 20-процентный раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (на фенолкарбоновые кислоты) и 20-процентный раствор  $\text{AlCl}_3$  (на флавоноиды) [14].

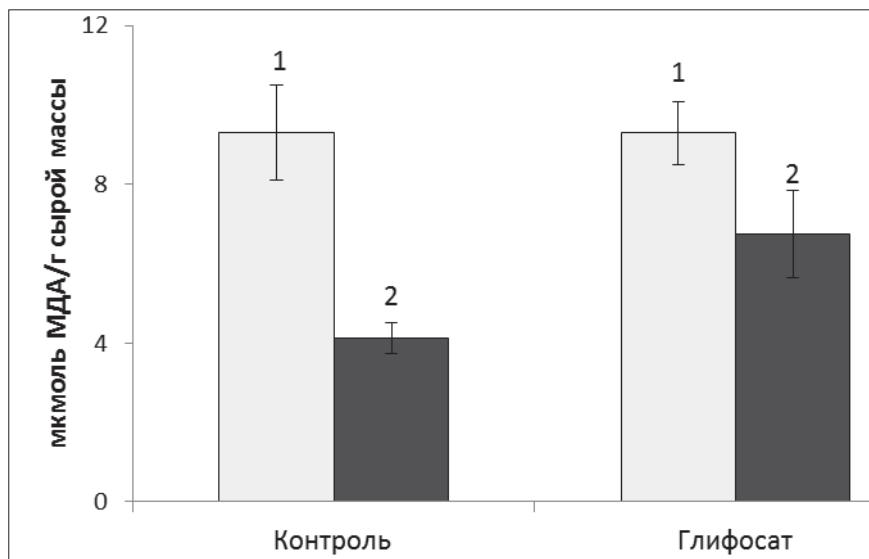
Эксперименты проводили в двух биологических и пяти аналитических повторностях. Все результаты обрабатывались статистически. В таблицах и на рисунках представлены средние арифметические значения определений и их стандартные отклонения.

### Результаты и обсуждение

Культуры льна-долгунца и льна масличного представляли собой каллусы бежевого цвета, средней плотности, на поверхности которых формировались морфогенные структуры. При выращивании на средах с глифосатом отмечались изменения в их морфологии. В каллусной культуре льна-долгунца происходила активация процесса ризогенеза, тогда как в культуре льна масличного увеличивалось число некротических очагов на поверхности каллусной ткани. В условиях действия стрессора наблюдалось незначительное снижение прироста каллусных культур.

Следует также отметить, что содержание воды в каллусах всех исследованных видов в среднем составляло 80 %. Исключением являлась лишь культура льна масличного, выращиваемая на основной питательной среды, содержание воды в которой составляло 89 %.

Уровень ПОЛ является важным показателем состояния мембран растительных клеток [26]. В большинстве случаев он изменяется в ответ на действие стрессоров, к которым можно отнести и гербициды, проникающие в клетки растений при химической обработке посевов. Как следует из представленных на рисунке 1 данных, каллусные культуры отличались по уровню ПОЛ,



**Рис. 1.** Уровень ПОЛ  
в каллусных культурах льна масличного (1) и льна-долгунца (2),  
выращиваемых на основной питательной среде (контроль)  
или на среде с глифосатом (10 мкМ)

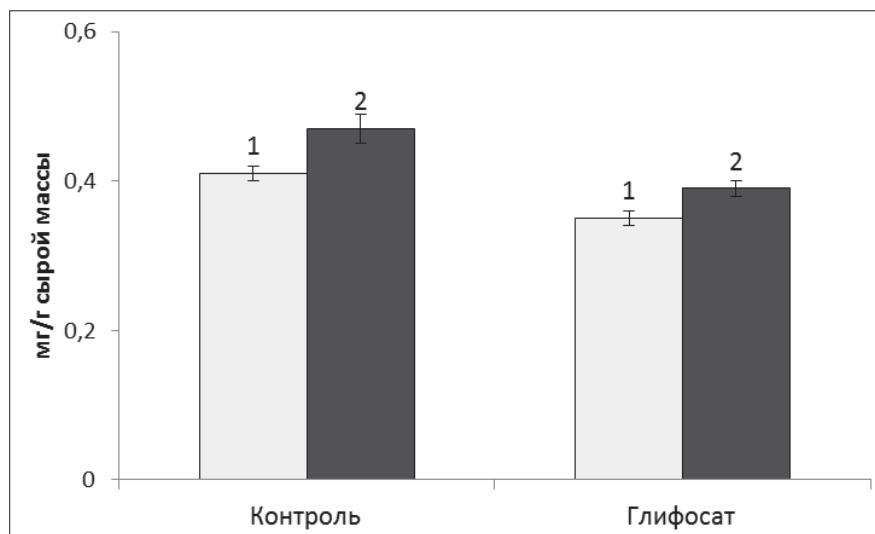
который у льна масличного был почти вдвое выше, чем у льна-долгунца. Следовательно, для культивируемых в условиях *in vitro* клеток двух видов льна *L. usitatissimum* характерны значительные отличия в содержании МДА, что, по-видимому, является следствием их видовых различий, как это отмечалось и другими авторами [3].

Важно было оценить уровень стрессовой реакции у культур двух разновидностей льна, выращиваемых на среде с глифосатом. У культуры льна масличного изменений в уровне ПОЛ относительно контроля не отмечалось, тогда как у культуры льна-долгунца он возрастал почти вдвое. По всей видимости, длительное воздействие данной концентрации глифосата не являлось стрессовым для культуры льна масличного, либо она уже адаптировалась к нему, в отличие от культуры льна-долгунца. О том, что длительное воздействие стрессоров на клетки высших растений приводит к их адаптации и «нормализации» метаболических процессов неоднократно сообщалось многими исследователями [5; 12].

Как уже отмечалось выше, фенольные соединения являются обязательными компонентами всех клеток и тканей высших растений [11]. По данным тонкослойной хроматографии, в фенольном комплексе каллусных культур льна-долгунца и льна масличного присутствовало 8 и 10 соединений соответственно (данные не приводятся). Состав фенолкарбоновых кислот (или их производных), судя по качественной реакции с диазотированным *n*-нитроанилином, был у них идентичен и включал коньюгаты *n*-оксибензойной, кофейной

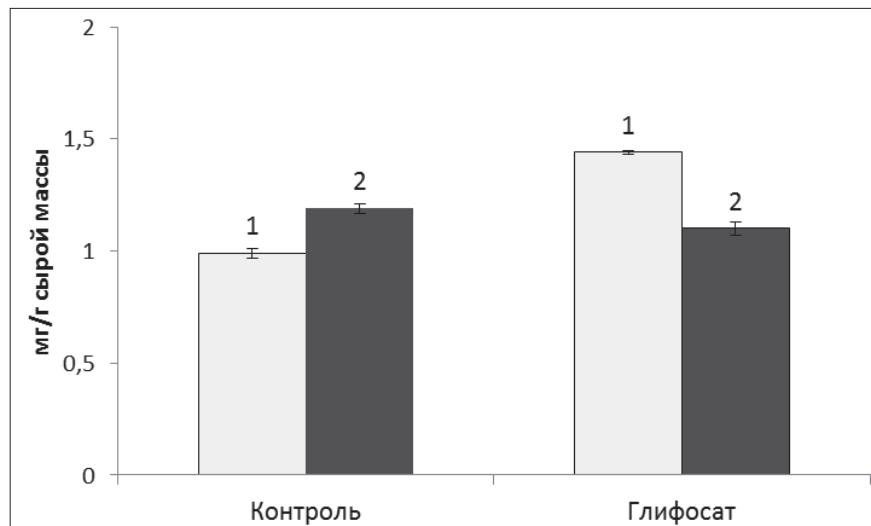
и феруловой кислот. Что касается флавонолов (реакция с  $\text{AlCl}_3$ ), то у обоих видов они присутствовали в следовых количествах, что не предоставило возможности провести их оценку. Можно предположить, что различия в фенольном комплексе каллусных культур двух видов льна, вероятно, обусловлены наличием в их составе флавонов и лигнанов, о которых неоднократно сообщалось в литературе [27; 31; 33]. Следует также подчеркнуть отличия в составе фенольных соединений каллусных культур льна от такового листьев интактного растения [2]. Это еще раз подтверждает, что снижение уровня дифференциации клеток и тканей в условиях *in vitro* приводит к изменениям в их метаболизме, включая и биосинтез фенольных соединений [1].

Следующей нашей задачей являлось определение суммарного содержания фенольных соединений, что позволяет судить о способности высших растений к образованию этих вторичных метаболитов, которым отводится важная роль в защите клеток от стрессовых воздействий [10; 11]. Каллусные культуры двух разновидностей льна незначительно отличались по уровню их накопления (рис. 2). При действии глифосата, характерной особенностью которого является способность к ингибиованию одного из ранних ферментов фенольного метаболизма, содержание суммы фенольных соединений в каллусных культурах льна масличного и льна-долгунца уменьшалось по сравнению с контролем на 15 % и 17 % соответственно. Следовательно, присутствие этого гербицида в питательной среде снижало биосинтетическую способность культур льна в отношении образования фенольных соединений.



**Рис. 2.** Содержание суммы фенольных соединений в каллусных культурах льна масличного (1) и льна-долгунца (2), выращиваемых на основной питательной среде (контроль) или на среде с глифосатом (10 мкМ)

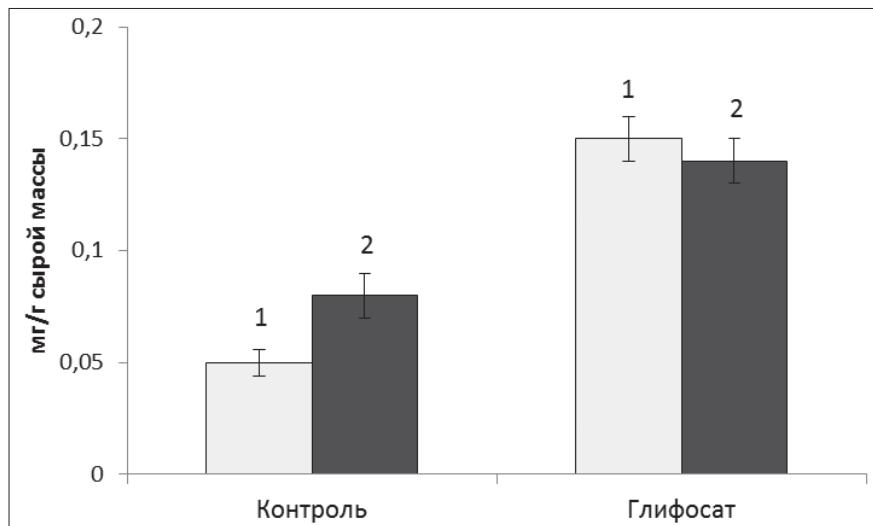
Фенилпропаноиды представляют собой биогенетически ранние фенольные соединения, которые могут как накапливаться в клетках и тканях растений, так и служить предшественниками в биосинтезе флавоноидов [11]. Определение их содержания показало, что в каллусных культурах льна-долгунца их уровень был на 20 % выше, чем в каллусных культурах льна масличного (рис. 3).



**Рис. 3.** Содержание фенилпропаноидов в каллусных культурах льна масличного (1) и льна-долгунца (2), выращиваемых на основной питательной среде (контроль) или на среде с глифосатом (10 мкМ)

В присутствии глифосата изменений в содержании фенилпропаноидов в каллусах льна-долгунца, относительно контрольного варианта, практически не отмечено, в отличие от каллусов льна масличного, у которых уровень этих веществ был почти на 40 % выше. Исходя из этих данных, можно предположить наличие видоспецифичной реакции клеток двух видов льна на действие глифосата в отношении накопления в них фенилпропаноидов — наиболее простых форм фенольных соединений, преобладающих в фенольном комплексе растений льна и присущих клеткам с низкой степенью дифференциации.

Еще одним классом фенольных соединений, которые практически всегда присутствуют в высших растениях, являются флавоноиды [2; 23]. В каллусных культурах льна их содержание было невысоким (рис. 4). При этом в каллусах льна-долгунца оно было почти в 1,5 раза выше, чем в каллусах льна масличного. При действии глифосата отмечалось значительное увеличение накопления флавоноидов в каллусных культурах. При этом в каллусах льна масличного оно возрастало в три раза, а у каллуса льна-долгунца — в два раза.



**Рис. 4.** Содержание флавоноидов в каллусных культурах льна масличного (1) и льна-долгунца (2), выращиваемых на основной питательной среде (контроль) или на среде с глифосатом (10 мКМ)

Таким образом, реакция на действие гербицида у культивируемых *in vitro* клеток *L. usitatissimum*, для которых характерна более низкая способность к образованию флавоноидов (лен масличный), была выражена в значительно большей степени, чем в культурах с более высокой способностью (лен-долгунец). Об отличиях в ответной реакции культур *in vitro* с различным уровнем эндогенных полифенолов сообщалось в литературе [4; 22; 32].

Следует также подчеркнуть, что действие глифосата проявлялось как на морфологическом уровне, так и на уровне биохимических процессов, присущих каллусным клеткам данных культур. Однако видовая принадлежность растений обуславливала различные тенденции как в изменениях морфологических характеристик, так и в изменениях уровня ПОЛ и способности к накоплению соединений фенольной природы.

### Литература

1. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. М.: ФБК-Пресс, 1999. 152 с.
2. Волынец А. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений. Минск: Беларус. наука, 2014. 283 с.
3. Высоцина Г.И. Биохимические подходы к познанию биоразнообразия растительного мира // Сибирский экологический журнал. 1999. Т. 3. С. 207–211.
4. Гончарук Е.А., Калашикова Е.А., Шевелуха В.С. Воздействие кадмия на морфофункциональные реакции различных генотипов льна-долгунца в условиях *in vitro* и *in vivo* // Известия ТСХА. 2000. Т. 2. С. 108–118.
5. Гончарук Е.А., Загоскина Н.В. Тяжелые металлы: поступление, токсичность и защитные механизмы растений (на примере ионов кадмия) // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Біологія. 2017. № 1. С. 35–49.

6. Жантасов М.К., Жантасова Д.М., Кочеров Е.Н. Современное состояние и перспективы производства глифосата // *Modern high technologies*. 2014. № 12. С. 156–159.
7. Живетин В.В., Гинзбург Л.Н. Лен и его комплексное использование. М.: Информ-Знание, 2002. 400 с.
8. Загоскина Н.В., Николаева Т.Н., Лапшин П.В., Заварзин А.А., Заварзина А.Г. Водорастворимые фенольные соединения у лишайников // *Микробиология*. 2013. Т. 82. № 4. С. 434–434.
9. Загоскина Н.В., Назаренко Л.В. Активные формы кислорода и антиоксидантная система растений // *Вестник МГПУ*. 2016. № 2 (22). С. 9–23.
10. Запрометов М.Н. Фенольные соединения и методы их исследования // *Биохимические методы в физиологии растений* / ред. О.А. Павлинова. М.: Наука, 1971. С. 185–197.
11. Запрометов М.Н. Фенольные соединения. М.: Наука, 1993. 271 с.
12. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров. Киев: Основа, 2010. 352 с.
13. Кузнецова Е.М., Чмиль В.Д. Глифосат: поведение в окружающей среде и уровни остатков // *Современные проблемы токсикологии*. 2010. № 1. С. 87–95.
14. Куркин В.А., Вельмайкина Е.И. Разработка методик анализа сиропа эхинацеи пурпурной // *Фармация*. 2011. № 7. С. 10–12.
15. Лемеш В.А., Богданова М.В., Кубрак С.В., Никитинская Т.В., Титок В.В., Хотылева Л.В. Молекулярно-генетический анализ полиморфизма подвидов льна культурного для идентификации генотипов с редкими ДНК-локусами // *Генетические основы селекции растений. Т. 4: Биотехнология в селекции растений. Геномика и генетическая инженерия*. Минск: Беларус. наука, 2014. С. 206–242.
16. Лукаткин А.С., Голованова В.С. Интенсивность перекисного окисления липидов в охлажденных листьях теплолюбивых растений // *Физиология растений*. 1988. Т. 35. № 4. С. 773–780.
17. Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З., Зенков Н.К., Бондарь И.А., Круговых Н.Ф., Труфакин В.А. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты. М.: Фирма «Слово», 2006. 553 с.
18. Олениченко Н.А., Загоскина Н.В. Ответная реакция озимой пшеницы на действие низких температур: образование фенольных соединений и активность L-фенилаланин-аммиак-лиазы // *Прикладная биохимия и микробиология*. 2005. Т. 41. № 6. С. 681–685.
19. Ордина Н.А. Структура лубоволокнистых растений и ее изменение в процессе переработки. М.: Легкая индустрия, 1978. С. 70–74.
20. Прадедова Е.В., Нимаева О.Д., Кривенко Д.А. Субклеточные механизмы детоксикации гербицидов у культурных растений. Система глутатиона вакуолей и пластид и ее возможный вклад в процессы детоксикации у клеток корнеплодов столовой свеклы // *Актуальные проблемы науки Прибайкалья*. 2015. Вып. 1. 189 с.
21. Сизов И.А. Лен. М.–Л.: Сельхозгиз, 1955. 256 с.
22. Староверов В.В., Степанова А.Ю., Терешонок Д.В., Литвинова И.И. Клеточная селекция в культуре *in vitro* льна многолетнего (*Linum perenne* L.) на устойчивость к окислительному стрессу // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2011. Т. 26. С. 230–236.
23. Тараховский Ю.С., Ким Ю.А., Абдрасилов Б.С., Музрафов Е.Н. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. М.: Synchrobook Пущино, 2013. 308 с.
24. Теслов Л.С. Сравнительное изучение флавоноидного состава видов рода *Campanula* L. ряда *Rapunculoides* Charadze из секции *Campanula* // *Растительные ресурсы*. 2000. Т. 36. Вып. 1. С. 3–17.

25. Труси М.М. Лён-долгунец. М.: Колос, 1976. С. 20–23.
26. Чеснокова Н.П., Понукалина Е.В., Бизенкова М.Н. Молекулярно-клеточные механизмы инактивации свободных радикалов в биологических системах // Успехи современного естествознания. 2006. № 7. С. 29–36.
27. Apers S., Vlietinck A., Pieters L. Lignans and neolignans as lead compounds // Phytochemistry Reviews. 2003. P. 201–217.
28. Diederichsen Axel, Alvin Ulrich. Variability in stem fiber content and its association with other characteristics in 1177 flax (*Linum usitatissimum* L.) genebank accessions // Industrial Crops and Products. 2009. P. 33–39.
29. Gage T.B., Wendei S.H. Quantitative determination of certain flavonol3glycosides // Anal. Chem. 1950. V. 22. P. 708–711.
30. Karg S. New research on the cultural history of the useful plant *Linum usitatissimum* L. (flax), a resource for food and textiles for 8,000 years // Veget. Hist. Archaeobot. 2011. V. 20. P. 507–508.
31. Lattanzio V., Kroon P.A., Quideau S., Treutter D. Plant phenolics — secondary metabolites with diverse functions // Recent Advances in Polyphenols Research. V. 1. Oxford: Wiley–Blackwell, 2008. P. 1–35.
32. Millam S., Obert B., Pretova A. Plant cell and biotechnology studies in *Linum usitatissimum* // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2005. V. 82. P. 93–103.
33. Newairy Al-Sayed A., Heba M. Abdou. Protective role of flax lignans against lead acetate induced oxidative damage and hyperlipidemia in rats // Food and Chemical Toxicology. 2009. P. 813–818.
34. Verma P., Mathur A.K., Masood N., Luqman S., Shanker K. Tryptophan over-producing cell suspensions of *Catharanthus roseus* (L) G. Don and their up-scaling in stirred tank bioreactor: detection of a phenolic compound with antioxidant potential // Protoplasma. 2013. V. 50. P. 371–380.
35. Wyrill III J.B., Burnside O.C. Absorption, translocation, and metabolism of 2, 4-D and glyphosate in common milkweed and hemp dogbane // Weed science. 1976. P. 557–566.
36. Zuk Magdalena, et al. Engineering flax plants to increase their antioxidant capacity and improve oil composition and stability // Journal of agricultural and food chemistry. 2012. P. 5003–5012.

### *Literatura*

1. Butenko R.G. Biologiya kletok vy'sshix rastenij in vitro i bioteknologiya na ix osnove. M.: FBK–Press, 1999. 152 s.
2. Voly'necz A. Fenol'ny'e soedineniya v zhiznedeyatel'nosti rastenij. Minsk: Belarus. navuka, 2014. 283 s.
3. Vy'sochina G.I. Biohimicheskie podxody' k poznaniyu bioraznoobraziya rastitel'nogo mira // Sibirskij e'kologicheskij zhurnal. 1999. T. 3. S. 207–211.
4. Goncharuk E.A., Kalashnikova E.A., Sheveluxa V.S. Vozdejstvie kadmiya na morfofiziologicheskie reakcii razlichny'x genotipov l'na-dolguncza v usloviyax in vitro i in vivo // Izvestiya TSXA. 2000. T. 2. S. 108–118.
5. Goncharuk E.A., Zagorskina N.V. Tyazhely'e metally': postuplenie, toksichnost' i zashhitny'e mehanizmy' rastenij (na primere ionov kadmiya) // Visnik Xarkivs'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu. Seriya: Biologiya. 2017. № 1. S. 35–49.
6. Zhantasov M.K., Zhantasova D.M., Kocherov E.N. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy' proizvodstva glifosata // Modern high technologies. 2014. № 12. S. 156–159.

7. Zhivetin V.V., Ginzburg L.N. Len i ego kompleksnoe ispol'zovanie. M.: Inform-Znanie, 2002. 400 s.
8. Zagorskina N.V., Nikolaeva T.N., Lapshin P.V., Zavarzin A.A., Zavarzina A.G. Vodorastvorimy'e fenol'ny'e soedineniya u lishajnikov // Mikrobiologiya. 2013. T. 82. № 4. S. 434–434.
9. Zagorskina N.V., Nazarenko L.V. Aktivny'e formy' kisloroda i antioksidantnaya sistema rastenij // Vestnik MGPU. 2016. № 2 (22). S. 9–23.
10. Zaprometov M.N. Fenol'ny'e soedineniya i metody' ix issledovaniya // Biochimicheskie metody' v fiziologii rastenij / red. O.A. Pavlinova. M.: Nauka, 1971. S. 185–197.
11. Zaprometov M.N. Fenol'ny'e soedineniya. M.: Nauka, 1993. 271 s.
12. Kolupaev Yu.E., Karpecz Yu.V. Formirovanie adaptivny'x reakcij rastenij na dejstvie abioticheskix stressorov. Kiev: Osnova, 2010. 352 s.
13. Kuzneczova E.M., Chmil' V.D. Glifosat: povedenie v okruzhayushhej srede i urovni ostatkov // Sovremennyye problemy' toksikologii. 2010. № 1. S. 87–95.
14. Kurkin V.A., Vel'myajkina E.I. Razrabotka metodik analiza siropa e'xinacei purpurnoj // Farmaciya. 2011. № 7. S. 10–12.
15. Lemesh V.A., Bogdanova M.V., Kubrak S.V., Nikitinskaya T.V., Titok V.V., Xoty'leva L.V. Molekulyarno-geneticheskij analiz polimorfizma podvidov l'na kul'turnogo dlya identifikacii genotipov s redkimi DNK-lokusami // Geneticheskie osnovy' selekcii rastenij. T. 4: Biotekhnologiya v selekcii rastenij. Genomika i geneticheskaya inzheneriya. Minsk: Belarus. navuka, 2014. S. 206–242.
16. Lukatkin A.S., Golovanova V.S. Intensivnost' perekisnogo okisleniya lipidov v oxlazhdenny'x list'yax teplolyubiv'y x rastenij // Fiziologiya rastenij. 1988. T. 35. № 4. S. 773–780.
17. Men'shhikova E.B., Lakin V.Z., Zenkov N.K., Bondar' I.A., Krugovy'x N.F., Trufakin V.A. Okislitel'ny'j stress. Prooksidanty' i antioksidanty'. M.: Firma «Slovo», 2006. 553 s.
18. Olenichenko N.A., Zagorskina N.V. Otvetnaya reakciya ozimoj pshenicy' na dejstvie nizkix temperatur: obrazovanie fenol'ny'x soedinenij i aktivnost' L-fenilalaninammiak-liazy' // Prikladnaya bioximiya i mikrobiologiya. 2005. T. 41. № 6. S. 681–685.
19. Ordina N.A. Struktura lubovoloknisty'x rastenij i ee izmenenie v processe pererabotki. M.: Legkaya industriya, 1978. S. 70–74.
20. Pradedova E.V., Nimaeva O.D., Krivenko D.A. Subkletochny'e mehanizmy' detoksikacii herbicidov u kul'turny'x rastenij. Sistema glutationa vakuolej i plastid i ee vozmozhny'j vklad v processy' detoksikacii u kletok korneplodov stolovoij svekly' // Aktual'ny'e problemy' nauki Pribajkal'ya. 2015. Vy'p. 1. 189 s.
21. Sizov I.A. Len. M.–L.: Sel'xozgiz, 1955. 256 s.
22. Staroverov V.V., Stepanova A.Yu., Tereshonok D.V., Litvinova I.I. Kletochnaya selekciya v kul'ture in vitro l'na mnogoletnogo (Linum perenne L.) na ustojchivost' k okislitel'nomu stressu // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2011. T. 26. S. 230–236.
23. Taraxovskij Yu.S., Kim Yu.A., Abdrasilov B.S., Muzaferov E.N. Flavonoidy': bioximiya, biofizika, medicina. M.: Synchrobook Pushhino, 2013. 308 s.
24. Teslov L.S. Sravnitel'noe izuchenie flavonoidnogo sostava vidov roda Campanula L. ryada Rapunculoides Charadze iz sekci Campanula // Rastitel'ny'e resursy'. 2000. T. 36. Vy'p. 1. S. 3–17.
25. Trush M.M. Lyon-dolguncz. M.: Kolos, 1976. S. 20–23.

26. *Chesnokova N.P., Ponukalina E.V., Bizenkova M.N.* Molekulyarno-kletochny'e mehanizmy' inaktivacii svobodny'x radikalov v biologicheskix sistemax // Uspexi sovremenogo estestvoznaniya. 2006. № 7. S. 29–36.
27. *Apers S., Vlietinck A., Pieters L.* Lignans and neolignans as lead compounds // Phytochemistry Reviews. 2003. P. 201–217.
28. *Diederichsen Axel, Alvin Ulrich.* Variability in stem fiber content and its association with other characteristics in 1177 flax (*Linum usitatissimum L.*) genebank accessions // Industrial Crops and Products. 2009. P. 33–39.
29. *Gage T.B., Wendei S.H.* Quantitative determination of certain flavonol3glycosides // Anal. Chem. 1950. V. 22. P. 708–711.
30. *Karg S.* New research on the cultural history of the useful plant *Linum usitatissimum L.* (flax), a resource for food and textiles for 8,000 years // Veget. Hist. Archaeobot. 2011. V. 20. P. 507–508.
31. *Lattanzio V., Kroon P.A., Quideau S., Treutter D.* Plant phenolics — secondary metabolites with diverse functions // Recent Advances in Polyphenols Research. V. 1. Oxford: Wiley–Blackwell, 2008. P. 1–35.
32. *Millam S., Obert B., Pretova A.* Plant cell and biotechnology studies in *Linum usitatissimum* // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2005. V. 82. P. 93–103.
33. *Newairy Al-Sayed A., Heba M. Abdou.* Protective role of flax lignans against lead acetate induced oxidative damage and hyperlipidemia in rats // Food and Chemical Toxicology. 2009. P. 813–818.
34. *Verma P., Mathur A.K., Masood N., Luqman S., Shanker K.* Tryptophan over-producing cell suspensions of *Catharanthus roseus* (L) G. Don and their up-scaling in stirred tank bioreactor: detection of a phenolic compound with antioxidant potential // Protoplasma. 2013. V. 50. P. 371–380.
35. *Wyrill III J.B., Burnside O.C.* Absorption, translocation, and metabolism of 2, 4-D and glyphosate in common milkweed and hemp dogbane // Weed science. 1976. P. 557–566.
36. *Zuk Magdalena, et al.* Engineering flax plants to increase their antioxidant capacity and improve oil composition and stability // Journal of agricultural and food chemistry. 2012. P. 5003–5012.

**E.A. Goncharuk, Yu.A. Gorchakova, E.S. Shevergina,  
T.N. Nikolaeva, L.V. Nazarenko, N.V. Zagorskina**

**Responsiveness of Cells *Linum Usitatissimum* Cultivated *in vitro*  
to the Action of the Herbicide (for Example, Glyphosate)**

The paper presents the results of studying the responses of callus cultures of flax fiber and linseed flax on the action of a herbicide - glyphosate, which affects the biosynthesis of phenolic compounds. Changes in the accumulation of phenolic compounds, the level of lipid peroxidation and the morphological characteristics of calli in its presence in the nutrient medium are shown. The authors make a conclusion that the cells of the two species of *Linum usitatissimum*, cultured under *in vitro* conditions, react differently to glyphosate.

*Keywords:* flax; cell culture; herbicide; glyphosate; phenolic compounds.

**С.Н. Спиридовон,  
В.С. Сарычев**

## **Видовая структура орнитокомплексов рыболовных водоемов лесостепной зоны**

Рассматривается современное состояние фауны птиц (неворобыни) рыболовных водоемов в условиях лесостепной зоны Европейской России (на примере Республики Мордовия и Липецкой области). Проведен сравнительный анализ фаун гнездящихся и пролетных видов птиц. Выделены виды, которые формируют облик рыболовных водоемов. Указывается роль рыболовных водоемов как важнейших территорий для сохранения видов птиц, внесенных в Красную книгу.

*Ключевые слова:* птицы; рыболовные водоемы; лесостепная зона.

**В** лесостепной зоне европейской части имеется относительно мало естественных водно-болотных местообитаний. С середины XX в. положительное влияние на фауну птиц лесостепья стали оказывать различные антропогенные водоемы (техногенные пруды, пруды для мелиоративных, рекреационных и сельскохозяйственных целей, водоемы на месте бывших торфяных карьеров и добычи полезных ископаемых), в том числе рыболовные. Для многих видов птиц они заменили естественные биотопы и имеют ведущую роль в поддержании видового разнообразия. На них наблюдается повышенная численность птиц, впервые для региона появляются новые виды, а для многих видов рыболовные водоемы являются единственным местом гнездования в регионе [1; 2; 4–6].

Целью нашей работы был сравнительный анализ фауны неворобыни видов птиц в условиях рыболовных хозяйств, расположенных в лесостепной зоне.

**Материал и методы.** Стационарные исследования проводились с апреля по ноябрь в 1982–2015 гг. в Мордовии и Липецкой области на территории рыболовных хозяйств «Левженский», «Штырма», «Шадымка» (Мордовия), «Грязинский», «Добровский» (Липецкая область) (рис. 1).

Рыбхоз «Левженский» расположен в 9 км юго-западнее города Саранска в пойме реки Левжа. Состоит из прудов разной степени заполненности водой и зарастания. Общая площадь прудов составляет 204 га. Некоторые пруды не используются по назначению, они заросли тростником и рогозом.

Рыбхоз «Шадымка» находится в 1 км от села Мордовское Коломасово Ковылкинского района в поймах реки Сейльма и Шадымка. На площади 230 га находится несколько нагульных прудов. Водно-болотная растительность образует куртины по мелководным участкам прудов (до 50 %) и вдоль берегов.

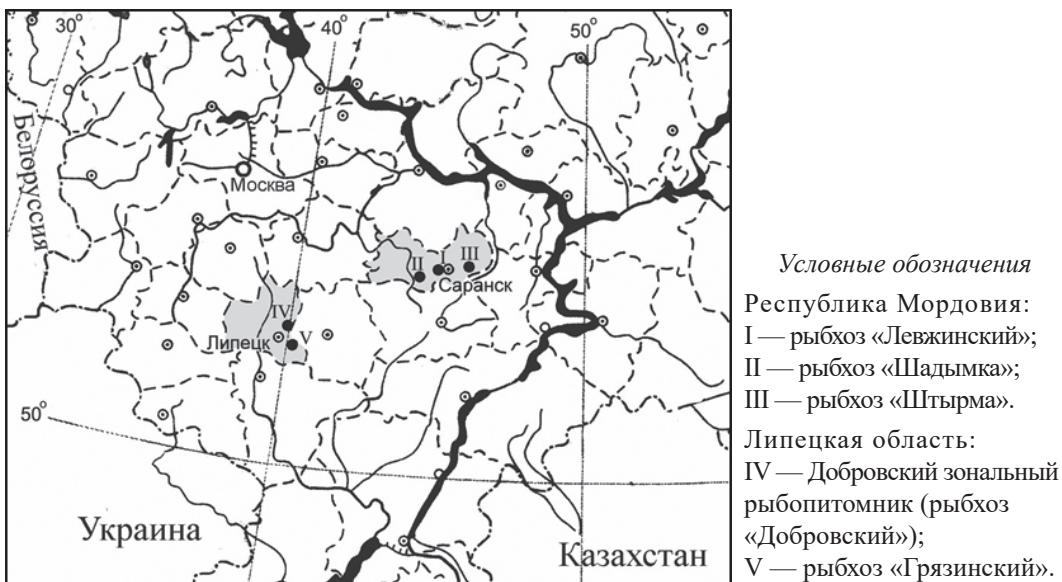


Рис. 1. Географическая приуроченность стационарных водоемов

Рыбхоз «Штырма» находится вблизи села Медаево Чамзинского района и включает сеть прудов разной степени наполненности водой и зарастания надводной растительностью. Общая площадь прудов около 230 га, из которых 100 га занимают пруды, полностью заполненные водой, растительность имеется вдоль берегов. Некоторые небольшие пруды (зимовальные, маточные и др.) спущены, частично или полностью заросли тростником, рогозом и ивами. По берегам некоторых прудов имеются островные лиственные леса.

Рыбхоз «Грязинский» расположен в 2 км восточнее города Грязи Липецкой области. Общая площадь с дамбами составляет около 250 га, из них 180 га — пруды (три выростных и шесть нагульных). Все пруды заполнены водой, надводная растительность занимает около 10 % площади прудов. Окружены полями и территорией населенного пункта. На удалении 0,5–1 км находится Матырское водохранилище и река Матыра.

Рыбхоз «Добровский» расположен в 0,5 км от села Гудово Добровского района. Включает 128 прудов (общей площадью 330 га), в том числе 13 крупных (до 30 га) выростных прудов. Вдоль берегов пруды частично заросли водно-болотной растительностью, в центрах прудов сформированы куртины и островки растительности. Выращивают малька карпа, белого амура, толстолобика. Часть прудов (зимовальных, маточных и т. д.) не эксплуатируется, заросла тростником и ивами. Рыбхоз окружен лугами и лесами, в 0,1 км протекает река Воронеж.

Территории рыбхозов частично или полностью ограничены для посещения людей. Вода из них (выростных прудов) спускается с августа по октябрь,

наполняются они в апреле – мае. Для сохранения прудов проводится выкашивание тростника и рогоза (в июне – июле), иногда его выжигание зимой или весной (если водоем не заполнен водой). Особенностью большинства рассматриваемых водоемов является высокая степень зарастания гелофитами и гидрофитами.

Основным методом исследований были количественные учеты птиц на постоянных, но не строго фиксированных маршрутах, которые проходили по берегам и дамбам прудов, участкам растительности. Учеты проведены в гнездовой и послегнездовой периоды (начало мая – август), период весенних (апрель) и осенних (сентябрь – октябрь) миграций и кочевок. Для каждого вида определяли характер пребывания на водоемах. Применили общепринятые методики наблюдений и учетов птиц [3]. Проводился поиск гнезд при прочесывании прудов. Для оценки сходства фауны исследуемых местобитаний использовали индекс сходства Жаккара ( $K_j$ ). Проводили кластерный анализ. Статистический анализ выполнен с применением пакета программы *Statistica 6.0*.

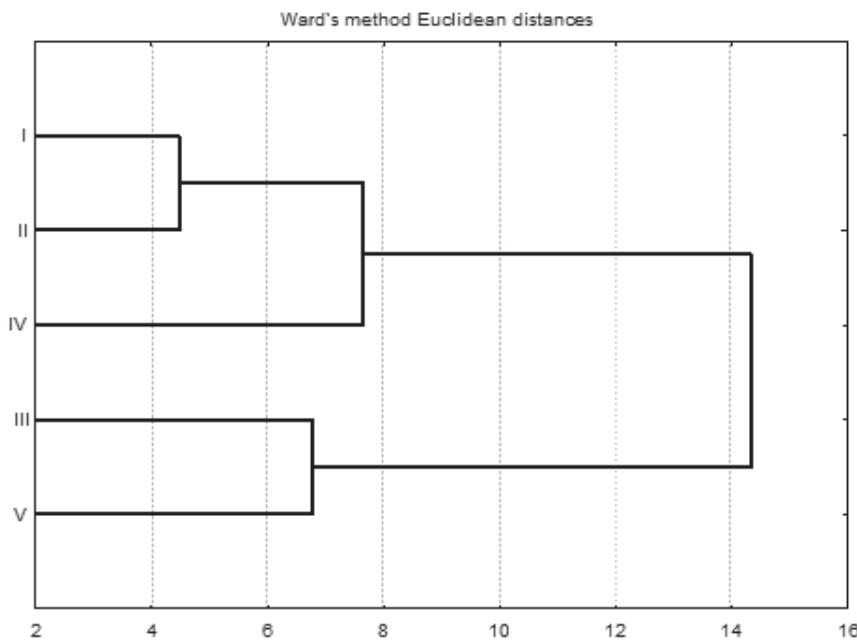
**Результаты и обсуждения.** За период исследований отмечено 212 видов птиц, из которых неворобых — 133 вида. В рыбхозе «Левжинский» встречено всего 92 вида неворобых, «Шадымка» — 96, «Штырма» — 70, «Добровский» — 89, «Грязинский» — 104.

Характерен богатый видовой комплекс водно-болотных, водоплавающих и околоводных птиц. Основу орнитофауны всех рыбхозов составляют гусеобразные птицы, которых встречено 22 вида, из них 11 встречены на всех стационарах. Куликов отмечено 30 видов, 13 из которых учитывались во всех пяти стационарах. Богатая кормовая база и множество защитных условий привлекает на пруды рыбхозов хищных птиц, которых здесь встречено 20 видов, из них шесть были общими для всех прудов.

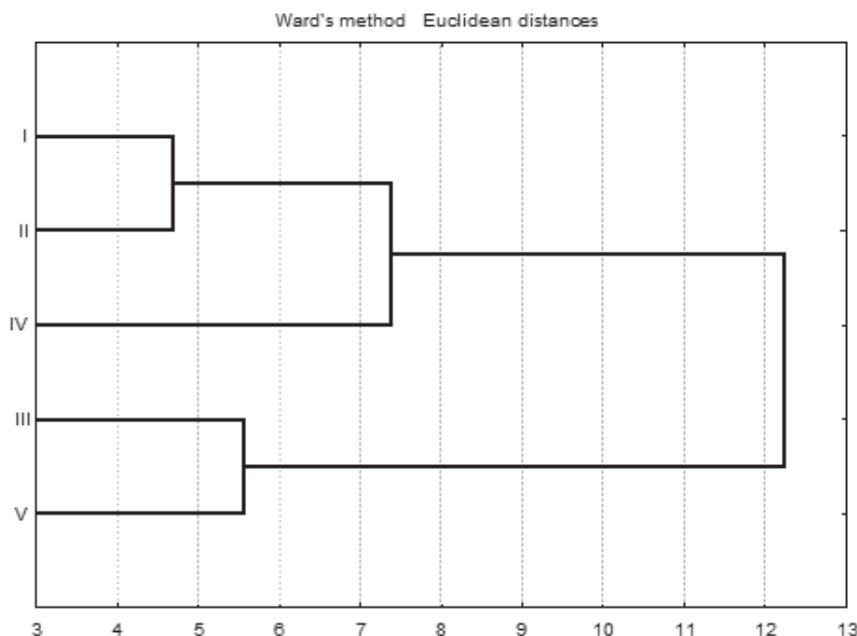
Кластерный анализ позволил установить высокое сходство фаун птиц на стационарах (рис. 2). Один из кластеров формируют два рыбхоза с территорией Мордовии, сравнительно схожие по сформировавшимся на них экологическим условиям. В другой кластер объединены сообщества неворобых птиц рыбхозов «Штырма» и «Грязинский», что также можно объяснить условиями обитания, которые существуют на прудах.

В гнездовой период во всех рыбхозах встречено 104 вида неворобых. В рыбхозе «Левжинский» встречено всего 69 видов, «Шадымка» — 65, «Штырма» — 57, «Добровский» — 72, «Грязинский» — 70.

Для рыбхозов в гнездовой период характерно высокое видовое сходство фаун (рис. 3). Общими для всех рыбхозов (встречались на каждом) были 38 видов, например: черношейная поганка, большая выпь, чомга, волчок, серая цапля, кряква, свиязь, чирок-трескунок, хохлатая чернеть, красноголовая чернеть, черный коршун, болотный лунь, тетеревятник, канюк, погоныш, камышница, лысуха, чибис, малый зуек, перевозчик, бекас, озерная чайка, сизая чайка, белокрылая крачка, речная крачка и некоторые другие лесные,



**Рис. 2.** Дендрограмма сходства ( $K_j$ ) фаун птиц, отмеченных на рыбоводных водоемах Мордовии и Липецкой области (обозначения водоемов как на рисунке 1)



**Рис. 3.** Дендрограмма сходства ( $K_j$ ) фаун птиц в гнездовой и послегнездовой период (обозначения водоемов как на рисунке 1)

лугополевые, опушечные и синантропные виды птиц. Наоборот, некоторые птицы встречаются редко и отмечались пока только на одном из стационаров. Так, большой баклан, рыжая цапля, белый аист встречены только на рыбхозах в Липецкой области.

В рыбхозе «Грязинский» отмечены огарь, пеганка, скопа, чеграва, кольчатая горлица. В рыбхозе «Добровский» учтены черный аист, орел-карлик, камнешарка, большой улит. В рыбхозе «Шадымка» встречены белолобый гусь, дупель, вальдшнеп, а на прудах рыбхоза «Левжинский» — белолобый гусь, серая и длиннохвостая неясыть, вертишайка, зеленый дятел.

Важное значение пруды рыбхозов имеют для гнездящихся видов птиц, в том числе редких в регионе. Это малая поганка, черношейная поганка, волчок, лебедь-шипун, серая утка, красноголовый нырок, хохлатая чернеть, полевой лунь, степной лунь, водяной пастушок, малый погоныш, сизая чайка, белощекая крачка. К гнездящимся и вероятно гнездящимся на территориях разных рыбхозов относятся от 33 до 47 видов.

Важнейшую роль в качестве мест кормежек и остановок рыболоводные водоемы играют во время сезонных миграций. Весной количество пригодных для птиц местообитаний на прудах ограничено. Это связано с ежегодным весенним заполнением прудов водой и проводимых зимой или ранней весной выжигания растительности, укрепления берегов и др. Между тем рыболоводные водоемы привлекательны для птиц весной, хотя количество видов в это время года сравнительно невысоко. Всего здесь весной отмечались 89 видов птиц. Наибольшее число видов зафиксировано в рыбхозе «Грязинский» — 80. В рыбхозе «Левжинский» встречен 51 вид неворобынных, «Шадымка» — 54, «Штырма» — 47, «Добровский» — 61. Общими были 27 видов, например: чомга, большая выпь, серая цапля, белолобый гусь, гуменник, кряква, чирок-свистунок и чирок-трескунок, свиязь, шилохвость, широконоска, хохлатая чернеть, красноголовый нырок, гоголь, болотный лунь, камышница, лысуха, чибис, фифи, перевозчик, малая, озерная и сизая чайки. Только на прудах рыбхозов Липецкой области весной зафиксированы большая белая цапля, рыжая цапля, белый аист, большой крохаль, галстучник, камнешарка, грязовик, клуша. Высокое сходство фаун выявлено для прудов рыбхозов Мордовии (рис. 4).

Во время осенних миграций и кочевок встречены птицы 101 вида. Как и весной наибольшее число видов отмечено в рыбхозе «Грязинский» — 90. В рыбхозе «Левжинский» встречен 54 вида неворобынных птиц, «Шадымка» — 58, «Штырма» — 49, «Добровский» — 61. Общими для всех стационаров были 29 видов (чомга, серая цапля, кряква, шилохвость, черный коршун, болотный лунь, канюк, камышница и др.). Обширные грязевые отмели и мелководья, образованные в результате спуска воды из прудов, привлекают осенью на кормежку множество куликов и чаек, которые в это время встречаются стаями в несколько десятков птиц и формируют основу орнитофауны неворобынных птиц. На прудах всех рыбхозов кормятся чибис, малый зуек, черныш, фифи, травник, перевозчик, мородунка, круглоносый плавунчик, турухтан, кулик-воробей, бекас, озерная чайка, сизая чайка.

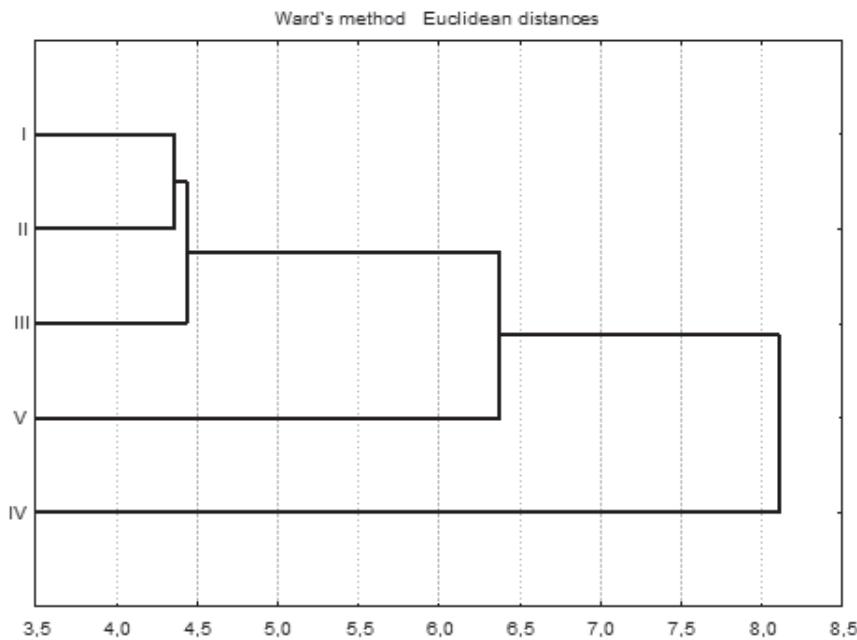


Рис. 4. Дендрограмма сходства ( $K_j$ ) фаун птиц в период весенних миграций  
(обозначения водоемов как на рисунке 1)

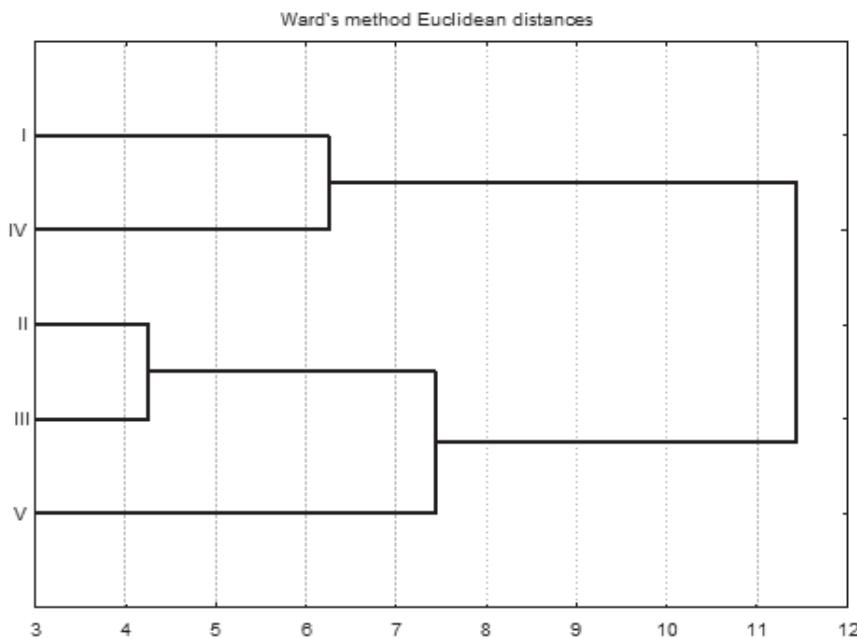


Рис. 5. Дендрограмма сходства ( $K_j$ ) фаун птиц в период осенних миграций  
(обозначения водоемов как на рисунке 1)

Регулярно встречаются и образуют крупные скопления свиязи, шилохвости, кряквы, чирки-трескунки, гоголи. Только на некоторых прудах рыбхозов Мордовии отмечены морянка, сапсан, золотистая ржанка, белохвостый пе-сочник, длиннохвостая неясыть. Большой баклан, рыжая цапля, белый аист, пискулька, пеганка, красноносый нырок, тулес, гаршнеп, средний поморник, клуша, большая морская чайка регистрировались на водоемах рыбхозов Липецкой области. Высокое сходство фаун наблюдается на прудах рыбхозов «Шадымка» и «Штырма», а также «Левжинский» и «Добровский» (см. рис. 5).

Условия обитания, сформированные на рыборазводных водоемах лесостепной зоны, привлекают птиц редких видов, занесенных в Красную книгу Республики Мордовия и Липецкой области. Число таких видов варьирует в зависимости от сезона года (табл. 1). Для большинства видов рыборазводные пруды служат важнейшим местом их сохранения и увеличения численности. Многие виды образуют гнездовые группировки только на рыборазводных водоемах. Это черношейная поганка, многие виды речных и нырковых уток, озерная чайка, некоторые кулики. Чомга в Мордовии гнездится в основном на рыборазводных водоемах, где существуют основные гнездовые популяции. Основная часть популяции гнездящихся хохлатых и красноголовых чернетей в Мордовии сконцентрирована именно на рассматриваемых искусственных водоемах. Малая поганка, белощекая крачка, лебедь-шипун, сизая чайка, большой баклан, чеграва впервые отмечены или найдены на гнездовании на прудах рыбхозов [7; 8].

Таблица 1

**Число редких видов птиц, отмеченных на территории рыборазводных водоемов**

Период	«Левжинский»	«Шадымка»	«Штырма»	«Добровский»	«Грязинский»
Гнездовой	15	18	10	25	19
Весенний	10	10	8	14	18
Осенний	8	13	10	16	22

Установлено, что видовая структура орнитокомплексов зависит от ряда факторов, среди которых важнейшими являются площадь водоемов, степень зарастания водно-болотной растительностью, мозаичность территории водоема, вызванная наличием мелководий, островков, сплавин, антропогенной нагрузки.

*Литература*

1. Бокотей А.А., Дзюбенко Н.В. Влияние антропогенных факторов на птиц рыбоводных хозяйств бассейна верхнего Днестра (Украина) // Проблемы изучения и сохранения позвоночных животных антропогенных водоемов. Саранск. 2010. С. 9–12.
2. Бригадирова О.В. Основные направления изменения фауны и населения птиц рыборазводных прудов Тульской области за последние десять лет // Орнитологические исследования в Северной Евразии. Ставрополь, 2006. С. 95–96.

3. Гудина А.Н. Методы учета гнездящихся птиц: картирование территорий. Запорожье: Дикое поле, 1999. 241 с.
4. Кузнецова Е.Н., Ефимов С.В., Мельников М.В. Сравнительная характеристика авифауны рыбхозов и естественных водоемов Центрального Черноземья (на примере Липецкой области) // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2007. № 4. С. 20–27.
5. Лапшин А.С., Спиридовон С.Н., Рахимов И.И. Современное состояние орнитофауны рыборазводных водоемов Республики Мордовия // Вестник Татарского государственного гуманитарно-педагогического университета. 2010. № 2 (20). С. 38–43.
6. Мищенко А.Л. Значение рыборазводных прудов для авифауны в условиях антропогенного ландшафта (на примере Московской области): автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1985. 18 с.
7. Сарычев В.С. Редкие виды птиц на рыборазводных прудах Липецкой области // Охрана птиц в России: проблемы и перспективы. М.–Махачкала, 2013. С. 118–120.
8. Спиридовон С.Н. Рыборазводные водоемы как места сохранения редких видов птиц // Видовые популяции и сообщества в антропогенно трансформированных ландшафтах: состояние и методы его диагностики: Белгород, ИПЦ Политехн. 2010. С. 188.

### *Literatura*

1. Bokotej A.A., Dzyubenko N.V. Vliyanie antropogennyyx faktorov na pticzy'bovodny'x xozajstv bassejna verxnego Dnestra (Ukraina) // Problemy' izucheniya i soxraneniya pozvonochny'x zhivotny'x antropogennyyx vodoemov. Saransk, 2010. S. 9–12.
2. Brigadirova O.V. Osnovny'e napravleniya izmeneniya fauny i naseleniya pticzy ryborazvodny'x prudov Tul'skoj oblasti za poslednie desyat' let // Ornitologicheskie issledovaniya v Severnoj Evrazii. Stavropol', 2006. S. 95–96.
3. Gudina A.N. Metody' ucheta gnezdyashhixsya ptic: kartirovanie territorij. Zaporozh'e: Dikoe pole, 1999. 241 s.
4. Kuzneczova E.N., Efimov S.V., Mel'nikov M.V. Sravnitel'naya xarakteristika avifauny ry'bxozov i estestvenny'x vodoemov Central'nogo Chernozem'ya (na primere Lipeczkoj oblasti) // Vestnik RUDN. Seriya: E'kologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2007. № 4. S. 20–27.
5. Lapshin A.S., Spiridonov S.N., Raximov I.I. Sovremennoe sostoyanie ornitofauny ryborazvodny'x vodoemov Respubliki Mordoviya // Vestnik Tatarskogo gosudarstvennogo gumanitarno-pedagogicheskogo universiteta. 2010. № 2 (20). S. 38–43.
6. Mishhenko A.L. Zhachenie ry'borazvodny'x prudov dlya avifauny v usloviyax antropogenного landshafta (na primere Moskovskoj oblasti): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. M., 1985. 18 s.
7. Sary'chev V.S. Redkie vidy' ptic na ry'borazvodny'x prudax Lipeczkoj oblasti // Ohrana ptic v Rossii: problemy' i perspektivy'. M.–Maxachkala, 2013. S. 118–120.
8. Spiridonov S.N. Ry'borazvodny'e vodoemy' kak mesta soxraneniya redkix vidov ptic // Vidovy'e populyacii i soobshhestva v antropogenno transformirovanny'x landshaftax: sostoyanie i metody' ego diagnostiki: Belgorod, IPC Politek. 2010. S. 188.

*S.N. Spiridonov,  
V.S. Sarychev*

### **Species Structure of the Ornithocomplexes of Fish-Breeding Reservoirs of the Forest-Steppe Zone**

The current state of fauna of birds (nonpasseriformes) of fish-breeding reservoirs in the conditions of a forest-steppe zone of the European Russia is considered (on the example of the Republic of Mordovia and the Lipetsk region). The comparative analysis of fauna of the nesting and flying bird species is carried out. The types which form the “shape” of fish-breeding reservoirs are pointed out. The role of fish-breeding reservoirs as the most important territories for conservation of species of birds included in the Red Book is indicated.

*Keywords:* birds; fish-breeding reservoirs; forest-steppe zone.

## ГЕОГРАФИЯ

**Л.М. Синцеров**

### Географические аспекты международной миграции населения

В статье рассматриваются географические аспекты международной миграции, ее роль в воспроизводстве населения и в трансформации его структуры. Особое внимание уделено специализации крупнейших регионов мира в глобальном движении трудовых ресурсов и человеческого капитала. Освещаются экономические последствия оттока населения для развивающихся стран.

*Ключевые слова:* международная миграция; население; география; глобализация.

**С**овременную эпоху, охватывающую последнюю четверть XX и начало XXI в., называют эрой миграций, подчёркивая тем самым исключительно важную роль, которую приобрели миграционные процессы в мировом развитии и в повседневной жизни общества. Международная миграция населения, сопровождающаяся перераспределением трудовых ресурсов и человеческого капитала, расового, этнического и культурного своеобразия между странами и регионами мира, стала одной из ключевых составляющих процесса глобализации экономики и социума.

Около четверти миллиарда человек постоянно проживают сегодня за рубежом, за пределами стран своего рождения — это небывалые прежде массы людей. Международным мигрантом является фактически каждый 30-й житель Земли. Численность международных мигрантов в мире увеличилась с приблизительно 79 млн чел. в 1960 г. до 244 млн чел. в 2015 г., то есть втрое. Переселенцы сформировали одну из крупнейших на Земле наций — «нацию мигрантов». Если бы международные мигранты составили население одной страны, то она могла бы занять по количеству жителей 5-е место в мире вслед за Китаем, Индией, США и Индонезией.

Современная география глобальных миграций начала формироваться в конце 50-х — начале 60-х годов XX века, когда под влиянием демографических, экономических и политических факторов многие традиционные потоки утратили былую силу или даже иссякли, одновременно возникли и усилились новые миграционные связи, нередко противоположной направленности. Если страны «переселенческого капитализма» — США, Канада, Австралия и Новая Зеландия — сохранили привычные функции «импортёров» мигрантов, то Западная Европа, Латинская Америка и Африка кардинально изменили свою «специализацию». Европа, главный источник мировой эмиграции с конца XVIII века, в 1960–1962 гг. приобрела активный миграционный баланс,

стала «импортёром» рабочей силы, что объясняется высокими темпами экономического роста при ограниченности трудовых ресурсов из-за сравнительно низкого естественного прироста населения и людских потерь в годы Второй мировой войны. Латинская Америка и Африка, имевшие положительный баланс миграций за предшествующие сто лет, в связи с бурным ростом населения и увеличивающейся безработицей, а также из-за распада колониальной системы превратились преимущественно в «поставщиков» мигрантов [6]. Вскоре к ним присоединилась и Зарубежная Азия, которая имеет отрицательное миграционное сальдо с 1965–1970 гг. Уже в 1990-е гг. она вышла в абсолютные лидеры: опередив Латинскую Америку, стала крупнейшим регионом эмиграции в мире.

В рамках новой глобальной парадигмы начинается отток населения из переживающих демографический взрыв развивающихся стран в промышленно развитые страны Старого и Нового Света, который становится наиболее экономически значимым направлением миграций в последние десятилетия XX и в начале XXI вв. [3; 5]. Решающую роль в этой трансформации сыграли два взаимосвязанных фактора: во-первых, асинхронность в развитии демографических процессов — демографический взрыв в экономически развитых странах уже давно завершился, а бурный хозяйственный рост в условиях послевоенного «экономического чуда» требовал миллионы новых рабочих рук; во-вторых, отмена расовых ограничений на пути «цветной» иммиграции, вызванная потребностями экономики и общей гуманизацией общественной жизни<sup>1</sup> [2].

Семидесятые годы стали новым рубежом в развитии миграционных процессов. В fazu активного роста вступил Североамериканский очаг массовой иммиграции, который пребывал в состоянии застоя ещё со времён Великой депрессии. «Вклад» США в совокупную численность международных мигрантов в мире вырос почти вдвое: с 11 % в 1970 г. до 15 % в 1990 г. и до 20 % в 2005–2015 гг. (при том, что в стране проживает менее 5 % населения Земли). В значительной мере благодаря массовой миграции из развивающихся стран стала увеличиваться доля иммигрантов в населении США и их абсолютная численность: с 4,7 % (9,6 млн чел.) в 1970 г. и 6,2 % (14 млн чел.) в 1980 г. до 7,9 % (19,8 млн чел.) в 1990 г., 11,1 % (31 млн чел.) в 2000 г., 12,9 % (почти 43 млн чел.) в 2010 г. и 13,9 % (45 млн чел.) в 2015 г.<sup>2</sup> Почти 59 млн иммигрантов прибыли в США за 1965–2015 гг. Учитывая смертность и реэмиграцию, следует констатировать, что 43 млн чел. из числа прибывших в этот период иммигрантов проживали в США по состоянию на 2015 г. [8].

<sup>1</sup> Перемены в иммиграционной политике США (1965 г.) и Канады (1962 г. и 1967 г.) привели к её значительной либерализации и устраниению барьеров для иммиграции выходцев из неевропейских государств. Этому способствовало также принятие Закона о мультикультурализме в Канаде (1971 г.) и аналогичного законодательного акта в Австралии (1977 г.). Впрочем, политике «белой Австралии» был фактически положен конец ещё в середине 60-х гг., а последние ограничения на въезд в страну представителей так называемой цветной иммиграции были сняты в 1973 г.

<sup>2</sup> Ещё 12 % населения США составляют иммигранты «второго поколения», т. е. родившиеся в семьях, где хотя бы один из родителей был иммигрантом «первого поколения».

С мощной переселенческой волной последних десятилетий связана фундаментальная перестройка расовой и этнической структуры американского общества. Доля белых американцев в населении США сократилась с 85 % в 1960 г. до 76 % в 1990 г. и до 62 % в 2015 г. При этом многократно вырос «вес» испаноязычного населения<sup>3</sup>: с 4 % в 1960 г. до 9 % в 1990 г., и 18 % в 2015 г. Традиционная расовая дихотомия («белое большинство» — «чёрное меньшинство») осталась в прошлом. Поскольку доля афроамериканцев в населении страны изменилась незначительно (в 1960 г. — 10 %, в 2015 г. — 12 %), крупнейшим меньшинством в США с начала нового столетия стала испаноязычная община. В штате Нью-Мексико она уже выбилась в лидеры, а в Калифорнии и Техасе — достигла паритета с «белым» населением. Новейшей тенденцией является рост азиатской иммиграции — примерно с 2011 г. выходцы из стран Азии стали крупнейшей группой среди прибывающего в США потока мигрантов. Согласно прогнозам, к 2065 г. азиатская община выйдет на третье место в населении Соединённых Штатов, превзойдя по численности «чёрных» американцев [8].

Многовековая экспансия Запада сменилась его великим отступлением, кульминацией которого стало вторжение третьего мира в лоно западной цивилизации. По словам профессора Г. Дерлугьяна, «сегодня третий мир оказался внутри первого» [1]. Свидетельство тому — латиноамериканизация США и исламизация Западной Европы. Мусульмане составляют сегодня 26 % населения Брюсселя — столицы НАТО и Евросоюза, 24–25 % жителей Амстердама и Роттердама, 20 % — Стокгольма. В Скандинавии самую высокую долю мусульманского населения имеет Мальмё, третий по величине город Швеции. Здесь ислам исповедуют, по одним оценкам, 25 % жителей, по другим — каждый третий. Во втором по величине мегаполисе Великобритании Бирмингеме доля мусульман достигает 26 %, в Бредфорде, который замыкает шестёрку крупнейших британских городов, — 25–32 %, в Лутоне — 25 %. В Испании мусульмане составляют около 38 % населения Сеуты и 47 % — Мелильи. В Марселе, старейшем и третьем по величине городе Франции, доля мусульманского населения, согласно официальным данным, достигает 30 %, а, по экспертным оценкам, находится в диапазоне 30–40 %. Именно Марселю, по мнению многих, уже в обозримой перспективе суждено стать первым европейским городом с преимущественно мусульманским населением [4].

Разразившийся в Европе демографический кризис создал уникальные условия для развития миграционных процессов — здесь находится 18 из 20 стран мира с наиболее низкими показателями рождаемости. Если в 1981–1983 гг. сальдо миграций служило источником 12 % роста населения в Западной Европе, а естественный прирост — 88 %, то в 1990-е гг. ситуация радикально изменилась —

<sup>3</sup> Испаноязычные жители США статистически не входят в категорию «белого населения», а выделены в отдельную группу. К категории «испаноязычного» населения (Hispanic) американская статистика относит выходцев из стран Латинской Америки, где испанский язык является государственным (практически все латиноамериканские страны, помимо Бразилии), и их потомков.

международная миграция становится здесь основным источником роста населения. В новом столетии она обеспечивает уже более 3/4 его общего прироста. Важно отметить повсеместный характер указанного явления: если в начале 1970-х гг. только в ФРГ и Австрии положительный миграционный баланс превышал естественный прирост населения, а во второй половине 1980-х гг. так обстояло дело уже в шести странах (ФРГ, Австрия, Швейцария, Швеция, Италия, Греция), то к началу 2000-х гг. почти во всех странах Западной Европы сальдо внешних миграций превышает естественный прирост населения. Совсем немного отстают США, где доля «чистой» иммиграции в росте населения увеличилась с 16 % в 1960-е гг. и 18 % в 1970-е гг. до 30–31 % в 1980-е и 1990-е гг., 35 % в 2000–2009 гг. и до 40 % в 2010–2015 гг.

Тот факт, что в странах Запада основную массу иммигрантов составляют выходцы из стран третьего мира, вовсе не означает, что и в мировом масштабе важнейший миграционный поток направлен из развивающихся регионов (Юг) в развитые (Север) и это якобы составляет главную черту географии современных международных миграций населения<sup>4</sup>. Реальная картина намного сложнее. Согласно данным ООН, около 3/4 всех международных мигрантов — уроженцы глобального Юга, который является главным источником миграций. При этом примерно половина из них проживает на Юге, а другая половина — на глобальном Севере (с незначительными ежегодными колебаниями). Иными словами, в мире существуют два главных и практически равновеликих направления движения населения: Юг — Юг и Юг — Север. Подобная географическая дихотомия сложилась сравнительно недавно благодаря тому, что миграция Юг — Север, развиваясь с удвоенной силой, в конце XX — начале XXI века стала едва ли не главным «драйвером» глобальных миграционных процессов. А ведь ещё в 1990 г. расстановка сил была существенно иной: миграция Юг — Юг количественно в 1,5 раза превосходила миграцию Юг — Север [9].

Миграционная картина мира весьма динамична и изменчива. Если в 1990-е гг. важнейшим центром притяжения мигрантов служила Северная Америка, на долю которой приходилось 2/3 общего прироста численности иммигрантов в мире (помимо бывшего СССР), то в новом столетии «точка роста» переместилась в Азию, где количество международных мигрантов за 2000–2015 гг. увеличилось на 26 млн чел. — больше, чем в любом другом регионе мира. В массе своей это выходцы из неарабских азиатских стран — Индии, Бангладеш, Пакистана, Индонезии, Филиппин, Шри-Ланки и Непала, — пополнившие ряды гастарбайтеров в странах бассейна Персидского залива<sup>5</sup>. Значительно более скромным по масштабу очагом иммиграции стали новоиндустриальные страны Юго-Восточной и Восточной Азии — Таиланд, Малайзия и Республика Корея.

<sup>4</sup> Согласно классификации, принятой в изданиях ООН и унаследованной ещё из 1960-х гг., к «развитым регионам» — к «глобальному Северу» («Север») — отнесены Европа, Северная Америка, Австралия, Новая Зеландия и Япония. К «развивающимся регионам» — к «глобальному Югу» («Югу») — отнесены все остальные страны и регионы мира.

<sup>5</sup> В настоящее время иммигранты составляют 32 % населения Саудовской Аравии, 74 % — Кувейта, 88 % — ОАЭ, 51 % — Бахрейна, 41 % — Омана и 76 % населения Катара.

В отличие от Зарубежной Азии, где международные миграции приблизительно на 60 % ограничиваются пределами региона, или Латинской Америки, которую в поисках лучшей доли покидают 85 % эмигрантов, Африка имеет сравнительно сбалансированную структуру исходящих потоков трудовых ресурсов и человеческого капитала [12]. Велики межрегиональные различия в миграционной мобильности африканцев: общее количество мигрантов из стран Северной Африки, проживающих за рубежом, в пропорции к численности их населения вдвое превышает соответствующий показатель для стран, расположенных к югу от Сахары. Одним из наиболее распространённых видов трансграничной миграции служит миграция в соседние страны: из Эфиопии, Эритреи и Чада — в Судан, из Мозамбика, Ботсваны, Свазиленда и Лесото — в ЮАР, из Замбии и Бурунди — в Танзанию, из Нигера и Бенина — в Нигерию, из Мали, Буркина Фасо и Гвинеи — в Кот-д'Ивуар, из Уганды и Танзании — в Кению. Эти миграционные «коридоры» являются крупнейшими в Африке к югу от Сахары.

Африканские миграции идут по пути глобализации. Всё больше африканцев уезжают в заморские страны — в Западную Европу, США, Канаду, Австралию, всё меньше — в другие страны Африки. Доля «внутриафриканских» миграций устойчиво снижается — с приблизительно 80 % в 1960 г. до 60 % в 1980 г., 55 % в 2000 г. и приблизительно 50 % в последние годы. Полной противоположностью «миграционного поведения» отличаются выходцы из стран Северной и Западной Африки. Если из Северной Африки в другие регионы мира уезжают 90 % мигрантов, то из Западной — только треть. При этом те из них, кто остаётся на африканской земле, в 90 % случаев не покидают даже пределов своей малой родины — Западной Африки [11].

В отличие от развитых стран Запада миграционные процессы важны для развивающихся стран не столько демографически, сколько экономически [7]. Денежные переводы эмигрантов своим близким, оставшимся на родине, служат вторым по значимости источником внешнего финансирования для развивающихся стран: они втрое превосходят размеры официальной помощи развитию этих стран, достигают 60–65 % притока капитала в виде прямых иностранных инвестиций, а также превышают импорт капитала в форме частных кредитов и портфельных инвестиций. Впрочем, если из списка развивающихся стран исключить Китай, то денежные переводы выйдут на первое место среди внешних источников финансирования всех остальных стран этой группы.

В отличие от потоков инвестиций и частных кредитов, которые чутко реагируют на колебания процентных ставок и перспективы экономической конъюнктуры, денежные переводы отличаются крайне низкой волатильностью и имеют, как правило, устойчивую тенденцию к росту. Объёмы поступающих в развивающиеся страны денежных переводов, учтённых официальной статистикой, увеличились с 31 млрд долл. в 1990 г. и 85 млрд в 2000 г. до 222 млрд долл. в 2006 г., 316 млрд долл. в 2009 г. и 429 млрд долл. в 2016 г. [10]. Значительная часть переводов осуществляется мигрантами по неофициальным каналам, соответственно,

совокупные размеры как учтённых, так и неучтённых транзакций будут заметно выше<sup>6</sup>.

Несмотря на то, что денежные переводы эмигрантов распределяются более равномерно среди развивающихся стран, чем прямые иностранные инвестиции, степень их концентрации всё же достаточно высока: 30 % всех денежных переводов направлены в Индию и Китай, около половины — приходится на пятёрку лидеров, куда также входят Филиппины, Мексика и Нигерия. Особенно важную роль в национальной экономике переводы соотечественников из-за рубежа играют в бедных странах с высоким уровнем эмиграции — обычно это малые страны с населением не более 10–15 млн чел. Наибольшей величины в пропорции к ВВП денежные переводы достигают в Таджикистане — 42 %, Киргизии — 30 %, Непале — 29 %, Молдове — 26 %, Либерии — 25 %, на Гаити — 23 %, на Коморских островах — 20 %, в Ливане, Гондурасе и Сальвадоре — 16–17 %.

Все регионы и практически все страны мира так или иначе участвуют в глобальном миграционном процессе, одновременно выступая и в качестве доноров, т. е. «экспортёров», и в качестве реципиентов — «импортёров» мигрантов. Такого рода миграционные обмены носят, как правило, неэквивалентный характер и сопровождаются перераспределением населения в мировом масштабе. За период 1970–2015 гг. в результате превышения эмиграции над иммиграцией совокупный отток населения из Азии, Латинской Америки и стран Карибского бассейна, а также из Африки составил примерно 93 млн человек, которые пополнили население Северной Америки, Европы, а также Австралии и Океании.

Географическая структура входящих и исходящих миграционных потоков сильно дифференцирована по странам и регионам мира. Их направление в решающей степени определяется как экономическими и демографическими градиентами, так и факторами соседства и культурно-языковой близости, сокращающими «дистанцию» между странами, между приезжими и коренным населением. Немаловажен и исторический контекст, влекущий в бывшие метрополии выходцев из стран с колониальным прошлым, и сила привычки, направляющая мигрантов по путям, проложенным их предшественниками еще в прежние времена. Нередко различные факторы и движущие силы миграционного процесса тесно переплетены и взаимно усиливают друг друга, порождая синергетический эффект. Международная миграция населения обеспечивает глобальное перераспределение не только трудовых ресурсов, человеческого капитала и этнокультурного своеобразия, но и финансовых ресурсов между странами и регионами мира.

<sup>6</sup> Так, в Непал, Бангладеш и Пакистан 60 % денежных переводов поступает по официальным каналам, а 40 % — по неофициальным; в некоторых африканских странах (Уганда, Судан) доля неофициальных переводов достигает 80 %. Учёт неформальных потоков привёл бы к увеличению общей суммы денежных переводов в Африку примерно на 50 %.

### Литература

1. *Дерлугъян Г.* Гавроши XXI века // Известия. № 201. 7 ноября 2005. С. 7.
2. Постиндустриальное развитие капиталистических стран / отв. ред. Б.Н. Зимин, С.Б. Шлихтер. М.: Наука, 1993. 193 с.
3. *Синцеров Л.М.* Вековой тренд межконтинентальных миграций // Вестник Орловского государственного университета. Серия: Новые гуманитарные исследования. 2011. № 14. С. 82–85.
4. *Синцеров Л.М.* Международные миграции населения в конце XX – начале XXI века // География и экология в школе XXI века. 2015. № 9. С. 3–11.
5. *Синцеров Л.М.* Подъём и упадок эмиграции из Европы // География мирового развития: сб. науч. трудов. Вып. 1. М.: Институт географии РАН, 2009. С. 233–253.
6. *Слука А.Е.* Основные особенности современных международных миграций населения капиталистического мира // Вестник Московского университета. Серия V. География. 1966. № 6. С. 3–10.
7. Экономическая география мирового развития. XX век / под общ. ред. Ю.Г. Липецка, В.А. Пуляркина, С.Б. Шлихтера. СПб.: Алетейя, 2003. 396 с.
8. *Brown A.* Key takeaways on U.S. immigration: past, present and future. 2015 // Pew Research Center | Nonpartisan, non-advocacy public opinion polling and demographic research. URL: <http://www.pewresearch.org/fact-tank/2015/09/28/key-takeaways-on-u-s-immigration-past-present-and-future/>.
9. International Migration Report 2015. New York: United Nations, 2016. 22 p.
10. Migration and Remittances Factbook 2016. Third Edition. Washington: The World Bank, 2016. 273 p.
11. *Shimeles A.* Migration Patterns, Trends and Policy Issues in Africa // Working Papers Series. № 119. December 2010. Tunisia: African Development Bank. 38 p.
12. Trends in international migration, 2015 // Population Facts. December 2015. | United Nations. Department of Economic and Social Affairs Population Division. URL: <http://www.un.org/en/development/desa/population/migration/publications/populationfacts/docs/MigrationPopFacts20154.pdf>.

### Literatura

1. *Derlug'yan G.* Gavroshi XXI veka // Izvestiya. № 201. 7 noyabrya 2005. S. 7.
2. Postindustrial'noe razvitiye kapitalisticheskix stran / otv. red. B.N. Zimin, S.B. Shlixter. M.: Nauka, 1993. 193 s.
3. *Sincerov L.M.* Vekovoj trend mezkhontinental'nyx migracij // Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Novy'e gumanitarny'e issledovaniya. 2011. № 14. S. 82–85.
4. *Sincerov L.M.* Mezhdunarodny'e migracii naseleniya v konce XX – nachale XXI veka // Geografiya i e'kologiya v shkole XXI veka. 2015. № 9. S. 3–11.
5. *Sincerov L.M.* Pod"yom i upadok e'migracii iz Evropy' // Geografiya mirovogo razvitiya: sb. nauch. trudov. Vy'p. 1. M.: Institut geografi RAN, 2009. S. 233–253.
6. *Sluka A.Е.* Osnovny'e osobennosti sovremennoy'x mezhdunarodny'x migracij naseleniya kapitalisticheskogo mira // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya V. Geografiya. 1966. № 6. S. 3–10.
7. E'konomicheskaya geografiya mirovogo razvitiya. XX vek / pod obshh. red. Yu.G. Lipecza, V.A. Pulyarkina, S.B. Shlixtera. SPb.: Aletejya, 2003. 396 s.

8. *Brown A.* Key takeaways on U.S. immigration: past, present and future. 2015 // Pew Research Center | Nonpartisan, non-advocacy public opinion polling and demographic research. URL: <http://www.pewresearch.org/fact-tank/2015/09/28/key-takeaways-on-u-s-immigration-past-present-and-future/>.
9. International Migration Report 2015. New York: United Nations, 2016. 22 p.
10. Migration and Remittances Factbook 2016. Third Edition. Washington: The World Bank, 2016. 273 p.
11. *Shimeles A.* Migration Patterns, Trends and Policy Issues in Africa // Working Papers Series. № 119. December 2010. Tunisia: African Development Bank. 38 p.
12. Trends in international migration, 2015 // Population Facts. December 2015. | United Nations. Department of Economic and Social Affairs Population Division. URL: <http://www.un.org/en/development/desa/population/migration/publications/populationfacts/docs/MigrationPopFacts20154.pdf>.

*L.M. Sintserov*

### **Geographical Aspects of International Migration of Population**

The article examines the geographical aspects of international migration, its role in the reproduction of the population and in the transformation of its structure. Particular attention is paid to the specialization of the world's largest regions in the global movement of labour resources and human capital. The economic consequences of the outflow of population for developing countries are highlighted.

*Keywords:* international migration; population; geography; globalization.

Д.Н. Самусенко

## Деятельность зарубежных бизнес-структур в приморских регионах Европейской России: географический аспект<sup>1</sup>

В статье рассматриваются основные особенности функционирования зарубежных предприятий крупного бизнеса в приморских регионах Европейской России. Выбор европейской части страны обусловлен её высокой инвестиционной активностью, а приморских регионов — их повышенной ролью в реализации «морского фактора» в социально-экономическом развитии России. Основной акцент в анализе деятельности бизнес-структур сделан на их страновую и отраслевую принадлежность.

*Ключевые слова:* крупный бизнес; зарубежные предприятия; прямые иностранные инвестиции; глобализация; приморские территории; Российская Федерация.

Экономика любой страны взаимодействует с мировым хозяйством через различные виды связей. С точки зрения перспектив мирохозяйственно-го развития, подтягивания менее развитых регионов к ядру мирового хозяйства, первостепенное значение имеют долгосрочные иностранные инвестиции. Как правило, такие инвестиции осуществляются крупными компаниями, которые становятся главными участниками глобализации и способствуют интернационализации экономик национальных государств [5; 9]. Деятельность крупных компаний можно обозначить как «крупный бизнес».

Прежде всего стоит отметить, что строго определённого понятия «крупный бизнес» не существует. В ряде работ отечественных исследователей к крупному бизнесу принято относить экономических агентов, которые в процессе текущего функционирования оказывают существенное влияние на национальную экономику в целом или, по крайней мере, на отдельные её сектора [3; 4].

Генетически предприятия крупного бизнеса, функционирующие в России, можно разделить на отечественные и зарубежные. Однако их объединяет одна существенная особенность — деятельность одних и других носит международный (транснациональный) характер [7]. В данной работе мы остановимся на анализе зарубежных предприятий.

Деятельность зарубежных предприятий можно оценивать с двух основных позиций. Первая заключается в анализе потоков прямых иностранных инвестиций (ПИИ) и их накопленных объёмов (прежде всего, ввезённых).

<sup>1</sup> Исследование проведено при поддержке РНФ (проект 15-18-10000 «Трансграничное кластерообразование в динамике экономических и селитебных систем приморских территорий Европейской России»).

Вторая заключается в анализе географии деятельности бизнес-структур [7]. Эти два подхода дополняют друг друга, особенно ввиду российской специфики, когда значительная доля ПИИ поступает из офшорных территорий и, по сути, представляет собой отечественный капитал. С нашей точки зрения представляется, что именно наличие зарубежного или, по крайней мере, совместного предприятия в регионе может свидетельствовать о действительности участия зарубежного инвестора в экономике региона и, как следствие, в экономике страны.

На современном этапе развития мирового хозяйства Мировой океан продолжает всё масштабнее вовлекаться в глобализирующуюся систему общественного воспроизводства и уже сейчас представляет собой её имманентную составляющую [1].

В Российской Федерации в постсоветский период усилилась роль «морского фактора». Рыночные импульсы всё активнее стимулируют стягивание экономической активности и её концентрацию у морских побережий страны [2].

Субъекты европейской части России, обладающие свойством талассоаттрактивности, образуют четыре географические макрозоны: Балтийскую (г. Санкт-Петербург, Ленинградская и Калининградская области), Баренц-Беломорскую (Мурманская и Архангельская области с Ненецким автономным округом), Азово-Черноморскую (Краснодарский край, Ростовская область, г. Севастополь, Республика Крым) и Прикаспийскую (Астраханская область и Республика Дагестан) [8].

Рассматривая географические особенности функционирования зарубежных бизнес-структур в рамках указанных макрозон, можно обнаружить следующие черты. Прежде всего, на их территории функционирует 208 предприятий. Главным образом, они сконцентрированы в пределах Балтийской макрозоны (119 предприятий), на втором месте — Азово-Черноморская (71 предприятие), далее следуют Прикаспийская (10 предприятий) и Баренц-Беломорская (8 предприятий) (табл. 1). Данная ситуация в целом корреспондирует с инвестиционной спецификой указанных макрозон. Так, например, Балтийская макрозона выступает в роли основного реципиента ПИИ по показателю их накопленных объёмов (19 264,7 млн долл.), на втором месте — Азово-Черноморская (2 592,4 млн долл.), далее следуют Баренц-Беломорская (911,8 млн долл.) и Прикаспийская (154,3 млн долл.) макрозоны [8; 12].

Таблица 1

**Распределение зарубежных предприятий крупного бизнеса по секторам хозяйства в приморских регионах Европейской России, 2016 г.  
(количество компаний)**

Регион/Сектор	Первичный	Вторичный	Третичный	Итого
<b>Балтийская макрозона</b>	<b>2</b>	<b>93</b>	<b>24</b>	<b>119</b>
Ленинградская обл.	1	40	1	42
г. Санкт-Петербург	0	37	15	52
Калининградская обл.	1	16	8	25

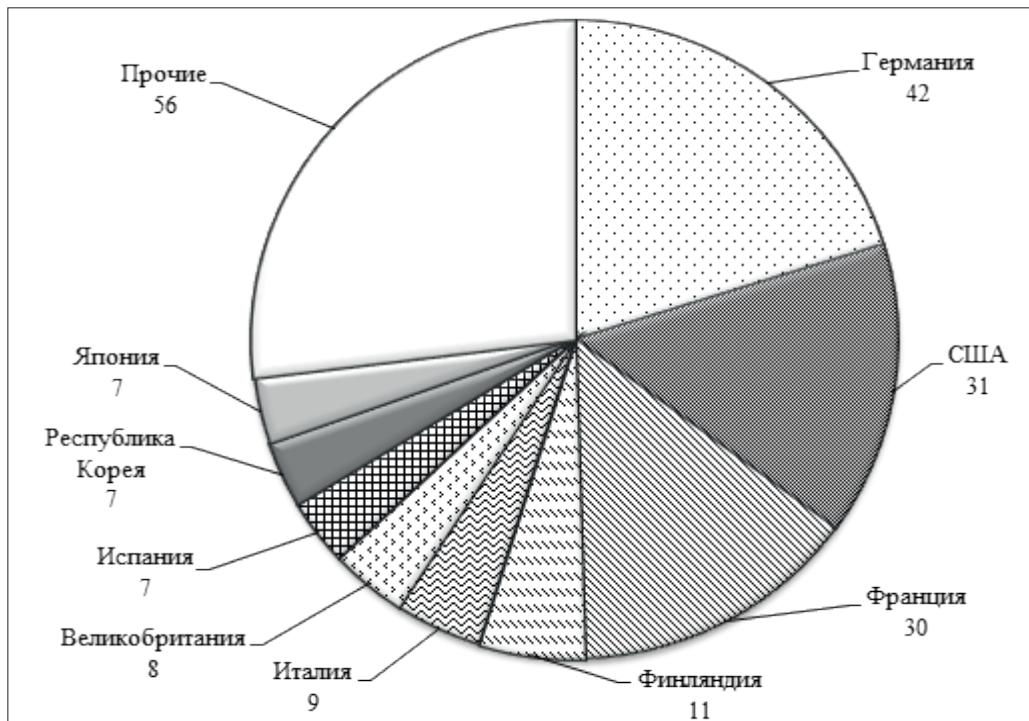
Регион/Сектор	Первичный	Вторичный	Третичный	Итого
<b>Баренц-Беломорская макронаука</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
Мурманская обл.	0	5	0	5
Архангельская обл.	0	2	0	2
Ненецкий АО	1	0	0	1
<b>Азово-Черноморская макронаука</b>	<b>8</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>71</b>
Краснодарский край	5	12	6	23
Ростовская обл.	3	24	21	48
Республика Крым	—	—	—	—
г. Севастополь	—	—	—	—
<b>Прикаспийская макронаука</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>10</b>
Астраханская обл.	0	6	0	6
Республика Дагестан	0	3	1	4
<b>Итого по макронаукам</b>	<b>11</b>	<b>145</b>	<b>52</b>	<b>208</b>

Составлено автором по [11].

Большая часть компаний ведёт свою деятельность во вторичном секторе хозяйства. Это справедливо как для приморских регионов в целом, так и для каждого субъекта в отдельности. Стоит отметить тот факт, что для приморских территорий европейской части России также характерна индустриальная специфика привлечённых из-за рубежа прямых инвестиций. Предприятия первичного сектора, которых меньшинство, в основном представлены предприятиями, производящими сельскохозяйственную продукцию (Charoen Pokphand Foods Plc., Cargill Inc., Glencore и т. д.). Третичный сектор образуют преимущественно торговые центры (IKEA International, Leroy Merlin, Auchan и т. д.), отели (Hyatt Hotels Corporation, Hilton, Radisson Hotel и т. д.) и портово-логистические предприятия (Gulfainer Company Ltd, IMERYS, PPF Group и т. д.).

В приморских регионах Европейской России функционируют компании из 33 стран (без учёта компаний, зарегистрированных в офшорных юрисдикциях). Наибольшее количество компаний имеет немецкое происхождение (42 предприятия, что составляет 20 % от общего числа компаний в рассматриваемых регионах), далее следуют Соединённые Штаты Америки (31 предприятие, 15 %), замыкает тройку лидеров Франция (30 предприятий, 14 %). Значительными участниками на российском рынке также являются Финляндия, Италия, Великобритания, Испания, Республика Корея и Япония (см. рис. 1).

Введение антироссийских санкций в целом сказалось неблагоприятно на развитии крупного бизнеса в стране. После событий 2014 г. российское экономическое пространство покинули многие крупные зарубежные компании. В качестве примеров можно привести ряд норвежских компаний: телекоммуникационный гигант Telenor и два банка — Den norske Bank и Spare Bank 1 Nord-Norge [11]. Все три компании пришли на российский рынок через



Составлено автором по [11].

**Рис. 1.** Распределение иностранных компаний, функционирующих в приморских регионах европейской части России, по странам (число компаний)

Мурманск. В 2015 г. после 15 лет работы в Мурманске закрыл свои двери норвежский центр СИВА. Созданный на государственные средства центр давал консультации новичкам и предоставлял офисные помещения только что созданным предприятиям.

В свою очередь, многие отечественные компании, имеющие глобальный охват деятельности, также были вынуждены покинуть присоединённый Крым. В частности, полуостров покинули такие компании, как Сбербанк и «Альфа-банк», что существенно ограничило кредитно-финансовые возможности Республики [8].

Тем не менее, несмотря на явно негативные примеры санкционной политики, по данным Всемирного банка, Россия в рейтинге благоприятности условий ведения бизнеса в 2017 г. поднялась на 40-е место со 124-го места, которая она занимала в 2012 г. [6; 10]. Этот факт может в дальнейшем способствовать позитивным изменениям в российской экономике в целом и в её регионах.

### *Литература*

1. Дружинин А.Г. Приморская зона России как общественно-географический феномен: подходы к концептуализации и делимитации // Балтийский регион. 2016. Т. 8. № 2. С. 85–100.

2. Дружинин А.Г., Лачининский С.С. «Приморский фактор» в социально-экономическом развитии территории (на материалах Кингисеппского района Ленинградской области) // Янтарный мост. Журнал региональных исследований. 2015. № 3 (6). С. 22–41.
3. Кузнецов А.В. Интернационализация российской экономики: инвестиционный аспект. 3-е изд. М., ЛЕНАНД, 2014. 288 с.
4. Папп Я.Ш., Галухина Я.С. Российский крупный бизнес: первые 15 лет. Экономические хроники 1993–2008 гг. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2009. 423 с.
5. Постиндустриальное развитие капиталистических стран: географический прогноз / отв. ред. Б.Н. Зимин, С.Б. Шлихтер. М.: Наука, 1993. 192 с.
6. Самусенко Д.Н. Географический анализ процессов прямого иностранного инвестирования в России // Российская глубинка: модели и методы изучения / отв. ред. С.С. Артоболевский. М.: Эслан, 2012. С. 252–261.
7. Самусенко Д.Н. Особенности проявления процессов транснационализации в современном мировом хозяйстве // Вестник Орловского государственного университета. Серия: Новые гуманитарные исследования. 2013. № 4 (33). С. 272–275.
8. Трансграничное кластерообразование в приморских зонах европейской части России: факторы, модели, экономические и экистические эффекты: монография / под ред. А. Г. Дружинина. Ростов-н/Д: Изд-во Южного федерального университета, 2017. 421 с.
9. Экономическая география мирового развития. XX век / под общ. ред. Ю.Г. Липецка, В.А. Пуляркина, С.Б. Шлихтера. СПб.: Алетейя. 2003. 397 с.
10. Рейтинг стран // Рейтинг экономик – Doing Business – Всемирный Банк. URL: <http://russian.doingbusiness.org/rankings>.
11. Регионы России // Центр привлечения инвестиций Invest in Russia. URL: <http://ru.investinrussia.com/choose-region>.
12. Статистика внешнего сектора // Центральный банк Российской Федерации. URL: <https://www.cbr.ru/statistics/?PrtId=svs>.

### *Literatura*

1. Druzhinin A.G. Primorskaya zona Rossii kak obshhestvenno-geograficheskij fenomen: podxody' k konceptualizacii i delimitacii // Baltijskij region. 2016. T. 8. № 2. S. 85–100.
2. Druzhinin A.G., Lachininskij S.S. «Primorskij faktor» v social'no-e'konomicheskom razvitiu territorii (na materialax Kingiseppskogo rajona Leningradskoj oblasti) // Yantarny'j most. Zhurnal regional'ny'x issledovanij. 2015. № 3 (6). S. 22–41.
3. Kuznecov A.V. Internacionizaciya rossijskoj e'konomiki: investicionny'j aspekt. 3-е изд. М., LENAND, 2014. 288 с.
4. Pappe' Ya.Sh., Galuxina Ya.S. Rossijskij krupny'j biznes: pervy'e 15 let. E'konomicheskie xroniki 1993–2008 gg. М.: Izd. dom GU VShE', 2009. 423 с.
5. Postindustrial'noe razvitiye kapitalisticheskix stran: geograficheskij prognoz / otv. red. B.N. Zimin, S.B. Shlixter. М.: Nauka, 1993. 192 с.
6. Samusenko D.N. Geograficheskij analiz processov pryamogo inostrannogo investirovaniya v Rossii // Rossijskaya glubinka: modeli i metody' izucheniya / otv. red. S.S. Artobolevskij. М.: E'slan, 2012. S. 252–261.
7. Samusenko D.N. Osobennosti proyavleniya processov transnacionalizacii v sovremennom mirovom xozyajstve // Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Novy'e gumanitarny'e issledovaniya. 2013. № 4 (33). S. 272–275.

8. Transgranichnoe klasteroobrazovanie v primorskix zonax evropejskoj chasti Rossii: faktory', modeli, e'konomicheskie i e'ksticheskie e'ffekty': monografiya / pod red. A.G. Druzhinina. Rostov-n/D: Izd-vo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2017. 421 s.
9. E'konomicheskaya geografiya mirovogo razvitiya. XX vek / pod obshh. red. Yu.G. Lipczca, V.A. Pulyarkina, S.B. Shlixtera. SPb.: Aletejya. 2003. 397 s.
10. Rejting stran // Rejting e'konomik – Doing Business – Vsemirnyj Bank. URL: <http://russian.doingbusiness.org/rankings>.
11. Regiony' Rossii // Centr privlecheniya investicij Invest in Russia. URL: <http://ru.investinrussia.com/choose-region>.
12. Statistika vneshnego sektora // Central'nyj bank Rossijskoj Federacii. URL: <https://www.cbr.ru/statistics/?PrtId=svs>.

*D.N. Samusenko*

**The Activities of Foreign Business Structures  
in the Coastal Regions of European Russia:  
the Geographical Aspect<sup>2</sup>**

The article examines the main features of the functioning of foreign large business enterprises in the coastal regions of European Russia. The choice of the European part of the country is due to its high investment activity, and the coastal regions — by their increased role in the implementation of the “sea factor” in the socio-economic development of Russia. The main emphasis in the analysis of business structures is made on their country and industry identity.

*Keywords:* large business; foreign enterprises; direct foreign investments; globalization; coastal territories; Russian Federation.

<sup>2</sup> The study was supported by the RNF (project 15-18-10000 “Transboundary cluster formation in the dynamics of economic and residential systems of the coastal territories of European Russia”).

**А.В. Нагирная**

## **География международной телефонной связи<sup>1</sup>**

В статье рассматриваются особенности развития международной телефонной связи мира в конце XX – начале XXI в. Исследование охватывает как традиционные — проводные — виды телефонной связи, так и новейшие — мобильную связь и интернет-телефонию. Анализируется организационная и региональная структура международной телефонной связи. Особое внимание уделяется анализу трафик-потоков мировой системы голосовой связи и специфике их самоорганизации в регионах мира.

*Ключевые слова:* телефонная связь; голосовая связь; телефонный трафик; глобализация; регионы.

**В** XXI веке, на постиндустриальном этапе развития человечества, в эпоху глобализации и формирования информационного общества, связь, в том числе телефонная, становится одной из ключевых отраслей хозяйства любой страны [5; 6; 8; 9]. Телефонная связь, являясь одной из старейших информационных сетей, в последние два десятилетия претерпела революционные прорывы в технике и технологии, значительные сдвиги в географии распространения и является на данный момент одной из самых крупных глобальных телекоммуникационных систем [1; 3; 7]. Она играет базовую роль в формировании интегрированной системы глобальных цифровых коммуникаций, ключевым принципом функционирования которой является единая сетевая универсальная инфраструктура для хранения, обработки и передачи всех видов информации [4]. Данная статья посвящена анализу географии международного сектора глобальной системы телефонной связи на современном этапе развития и выявлению сдвигов, произошедших в конце XX – начале XXI в.

Выявлено, что за последние два десятилетия объем международного голосового трафика<sup>2</sup> в мире увеличился более чем в 6,5 раз, достигнув в 2015 г. 550 млрд мин. Во всем объеме мирового телефонного трафика международный трафик составляет около 4 %. По странам мира доля международного

<sup>1</sup> Исследование выполнено в рамках поддержанного РГНФ научного проекта № 15-33-01213 «Региональные закономерности информатизации общества и распространения информационно-коммуникационных технологий» (2015–2017 гг.).

<sup>2</sup> Под телефонным/голосовым трафиком понимается объем голосовой информации, передаваемой по сетям телефонной связи в единицу времени (измеряется в минутах телефонных разговоров в год).

трафика варьирует в широком диапазоне от 0,2 % до 76 % и обусловлена экономической и демографической «размерностью» страны, степенью её вовлеченности в мирохозяйственные связи, уровнем социально-экономического развития и характером политического режима [2].

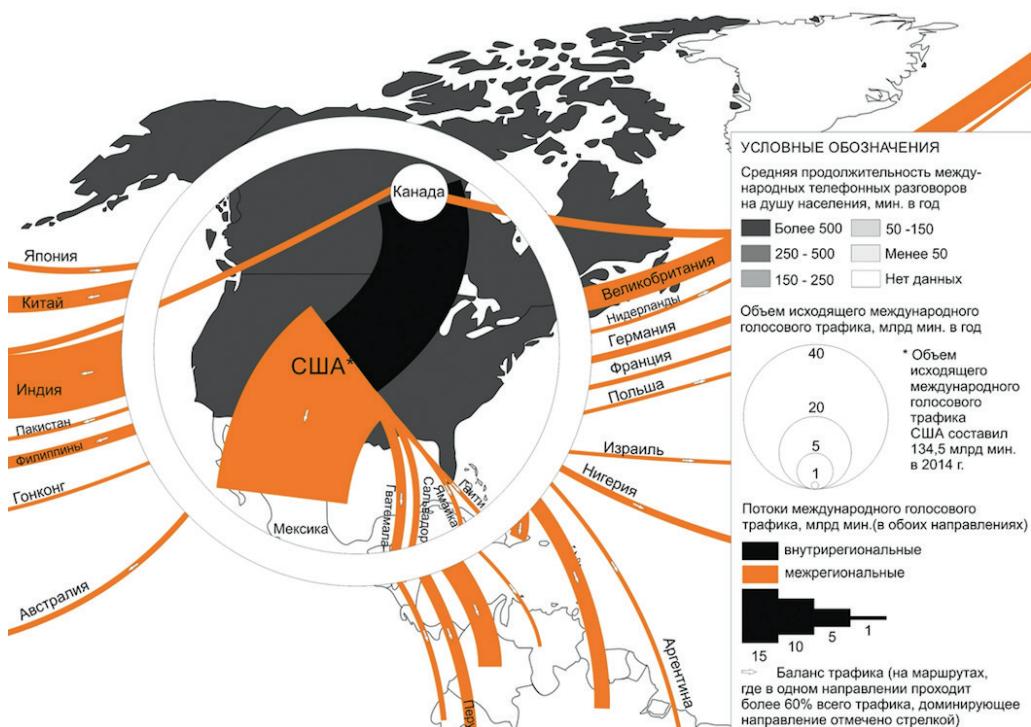
На протяжении двух последних десятилетий объемы международного телефонного трафика ежегодно увеличивались в среднем на 12 %. Особенно быстрый рост происходил в конце 1990-х гг., с 2007 г. он стал замедляться, а с 2014 г. и вовсе остановился [10]. Причиной явилась конкуренция со стороны новейших видов международной голосовой связи и обусловленные ею изменения в структуре международного телефонного трафика, а именно: «миграция» международного голосового трафика из сетей стационарной и мобильной телефонной связи в сферу интернет-телефонии и альтернативных видов связи нового поколения (мессенджеров WhatsApp, Viber и др.) [4].

По абсолютным объемам исходящего международного голосового трафика лидерами являются США (135 млрд мин), а также, с большим отрывом, крупнейшие европейские державы Великобритания, Германия и Франция (39, 25 и 21 млрд мин соответственно). К крупным генераторам потоков международного телефонного трафика относятся также Индия, Китай, Россия, Канада и Саудовская Аравия, (15–19 млрд мин), государства Южной Европы и малые европейские высокоразвитые страны, микрогосударства и территории с выраженной международной специализацией (Гонконг, ОАЭ, Сингапур, Катар), а также Япония, Малайзия и Австралия. Каждая из этих стран и территорий генерирует от 5 до 15 млрд мин телефонного трафика в год.

В среднем каждый человек на планете в год совершает международные телефонные звонки общей продолжительностью 150 мин. Дифференциация этого показателя по миру велика: от 21 900 мин в Сан-Марино до 9–10 мин в Руанде и Бурунди. Максимальные объемы исходящего международного трафика на душу населения (более 1000 мин в год) регистрируются в малых странах и микрогосударствах, активно вовлечённых в мировые хозяйствственные связи, — Монако, Лихтенштейне, Люксембурге, Гонконге (Китай), Бахрейне, Катаре, Брунее, ОАЭ, Сингапуре, Швейцарии, Ирландии, а также на Бермудских, Каймановых, Багамских островах и др. Низкий уровень продолжительности международных телефонных разговоров на душу населения (менее 150 мин в год) свойственен большинству африканских государств, а также менее развитым и/или многонаселенным странам Латинской Америки (Бразилия, Аргентина, Чили, Парагвай и др.), Азии (Китай, Индия, Таиланд, Афганистан и др.) и СНГ (Беларусь, Узбекистан, Азербайджан, Казахстан, Туркменистан). В России средняя продолжительность международных разговоров на одного жителя составляет 190 мин в год. По этому показателю она находится на уровне таких государств, как Боливия, Перу, Колумбия, Эквадор, Намибия и Македония (180–200 мин).

Рассмотрим региональные особенности территориальной самоорганизации потоков международного голосового трафика.

**Северная Америка** — регион, доля которого в мировом населении не превышает 5 %, но который генерирует треть (33,7 %) и вовлечен в более чем 41 % глобального международного голосового трафика. За два последних десятилетия объем трафика региона увеличился в 6 раз. 42 % всего исходящего внешнего телефонного трафика Северной Америки составляют три крупнейших в мире маршрута: США — Мексика (6,8 % глобального международного трафика), США — Канада (4,3 %), США — Индия (3,3 %) (рис. 1).

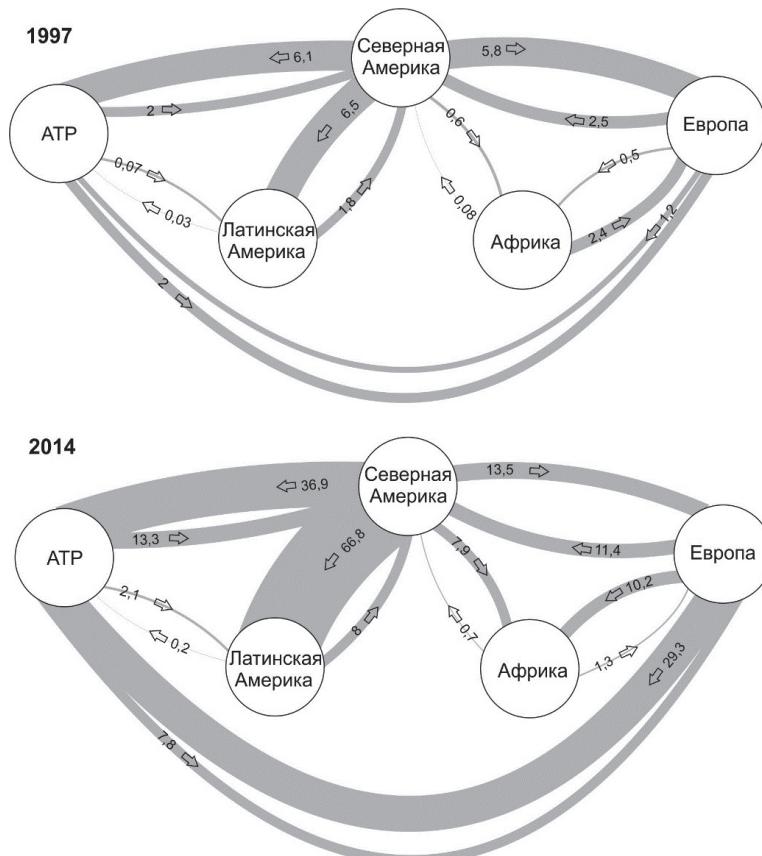


Составлено автором по: [10].

**Рис. 1.** Международная телефонная связь в Северной Америке, 2015 г.

Северная Америка обладает наиболее диверсифицированной среди регионов структурой международного телефонного трафика (рис. 2–3). Тем не менее за 20 лет произошло заметное перетекание телекоммуникационной активности с европейского направления в латиноамериканское. На Латинскую Америку приходится 41 % всего внешнего голосового трафика региона, а доля Европы сократилась вдвое (с 28 до менее 14 %).

**Европа.** 20 лет назад на Европу замыкалось более половины всего глобального телефонного трафика, причем почти треть мирового трафика составляли взятые отдельно внутриевропейские международные разговоры. За два десятилетия объем голосового трафика региона увеличился примерно в 5 раз, что близко к показателю Северной Америки (6 раз) и в два раза меньше, чем в АТР и Латинской Америке (около 10 раз). Сегодня Европа участвует примерно в трети глобального международного голосового трафика (36,5 %) и 31 % всего международного трафика генерирует (см. рис. 2).

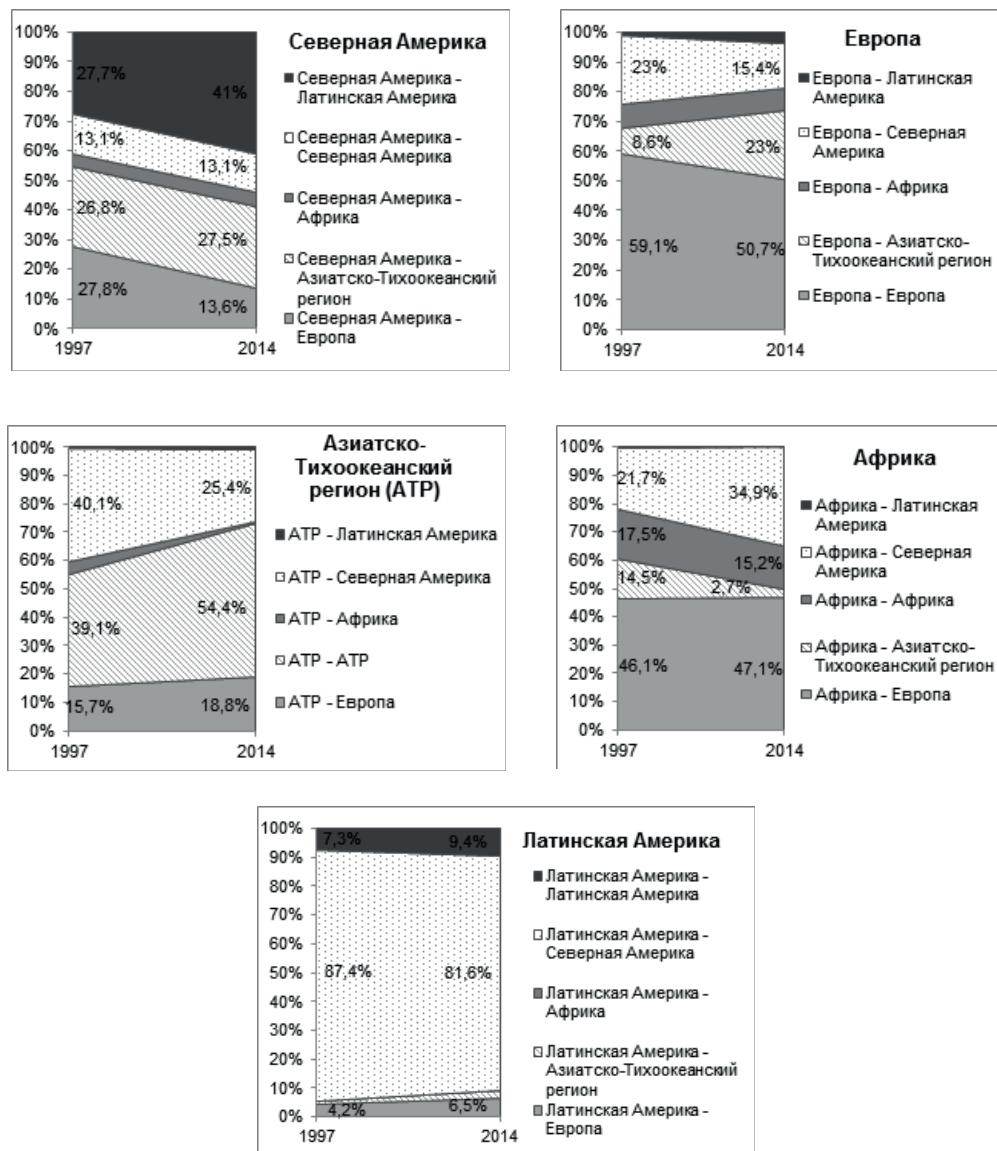


Составлено автором по: [12].

**Рис. 2.** Межрегиональные трафик-потоки голосовой связи, 1997–2015 гг.

Долгое время Европа отличалась от других регионов мира значительной замкнутостью информационных взаимодействий. Так, в 1997 г. более 80 % всего европейского международного телефонного трафика не выходило за пределы региона. К 2015 г. структура европейского трафика стала более диверсифицированной: произошел рост доли телефонных коммуникаций глобального масштаба и значительное увеличение взаимодействий с АТР (объемы голосового трафика возросли в 12 раз) (рис. 3).

Европа всегда отличалась от других макрорегионов также относительной равномерностью распределения потоков телефонного трафика между странами [1]. Причина этого — высокий уровень региональной интеграции. Основными узлами европейских телефонных коммуникаций являются Великобритания, Германия, Франция и Италия, а также Россия, Испания, Швейцария и Нидерланды (см. рис. 4). Максимальные потоки телефонного трафика циркулируют между основными экономическими центрами (европейскими странами «Большой семерки»), а также странами, объединенными глубокими историческими связями или единством языка (Великобританией и Ирландией, Германией и Австрией, Россией и Украиной и т. п.). Многие крупные потоки трафика



Составлено автором по: [12].

Рис. 3. Структура международного голосового трафика регионов мира, 1997–2015 гг.

сформированы звонками иммигрантов на родину. Так, из Германии крупнейший поток трафика направлен не в какое-нибудь из соседних европейских государств-партнеров, а в Турцию, из России — на Украину, в Узбекистан и Таджикистан.

**Азиатско-Тихоокеанский регион (АТР)** совершил за последние 20 лет значительный скачок не только по экономическим показателям, но и в сфере международной телекоммуникации. Объем международного голосового трафика увеличился на порядок — в 10 раз. С участием АТР сегодня осуществляется около 45 % глобального международного голосового трафика (в 1997 г. — менее 30 %),

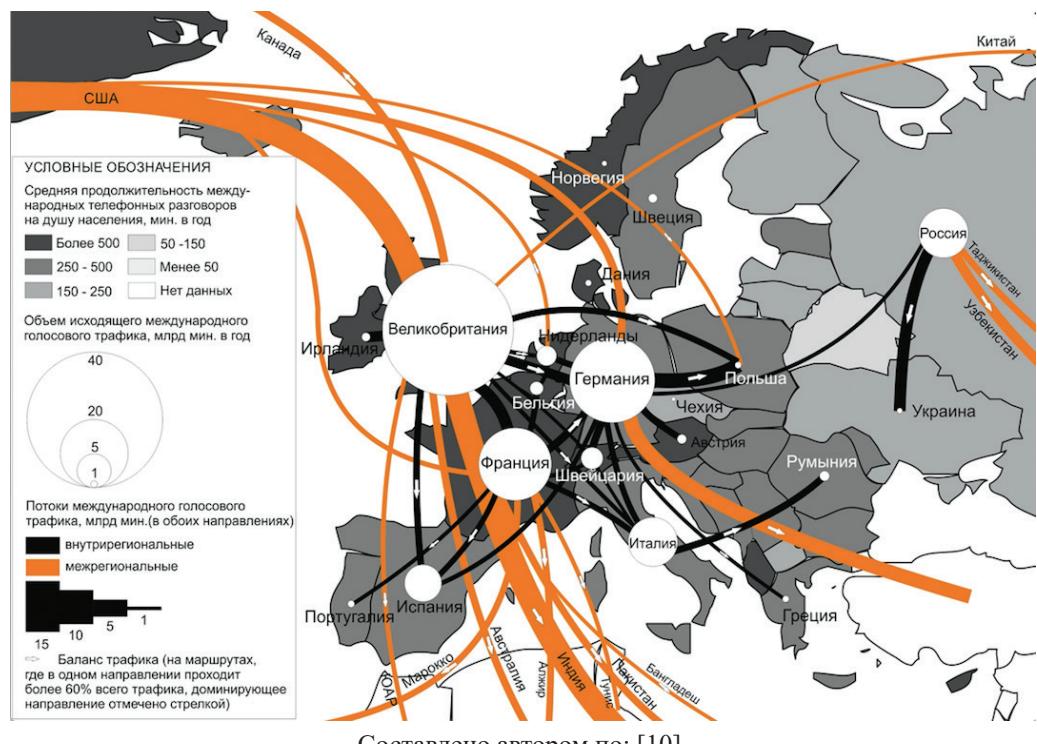
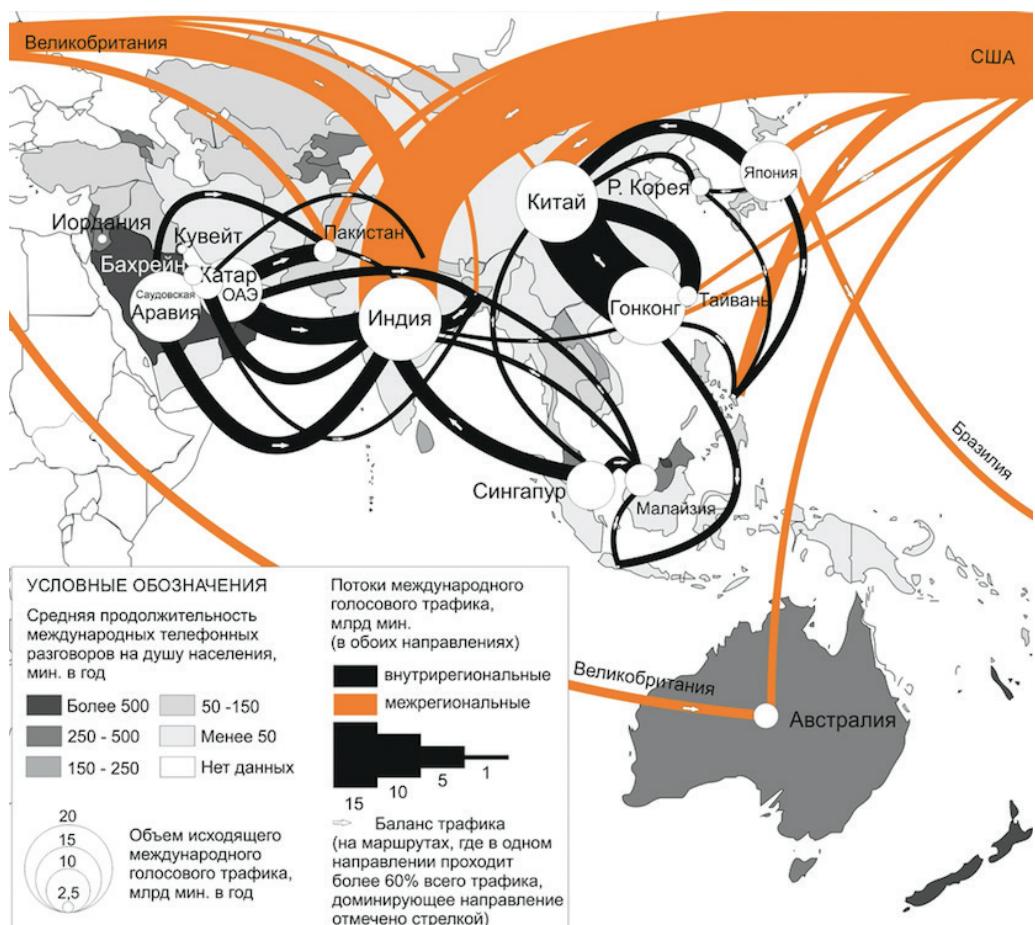


Рис. 4. Международная телефонная связь в Европе, 2015 г.

это максимальный показатель вовлеченности среди всех макрорегионов мира. Регион генерирует почти треть (30 %) всего глобального международного голосового трафика, а 20 лет назад — менее 18 %.

В структуре международного трафика АТР за последние 20 лет произошли сдвиги, обратные выявленным в Европе, а именно: перераспределение интенсивности международных телефонных взаимодействий в сторону преимущественного развития внутренних связей (рис. 3). Объемы внутрирегионального международного трафика возросли в 14 раз и составили в 2015 г. почти 55 % всего международного трафика региона или четверть мирового трафика.

Основными генераторами международного телефонного трафика в АТР являются Индия, объем исходящего трафика которой за 20 лет возрос в 45 раз, и Китай (почти по 19 млрд мин в год), а также Гонконг, Саудовская Аравия и ОАЭ, Япония и Сингапур (11–18 млрд) (рис. 5). При этом мощнейшие потоки международного голосового трафика связывают Китай с его составной частью — Гонконгом (крупнейший внутренний трафик-поток в регионе и 4-й в мире — 15,6 млрд мин в год) и о. Тайвань (4,7 млрд). Крупные потоки циркулируют также между Индией и ОАЭ, Индией и Саудовской Аравией, Индией и Сингапуром, Китаем и Японией, ОАЭ и Пакистаном (4–6 млрд). Многие крупнейшие потоки сформированы звонками иммигрантов. Так, основные исходящие потоки международного трафика Катара и ОАЭ, около 90 % населения которых составляют выходцы из других стран, направляются



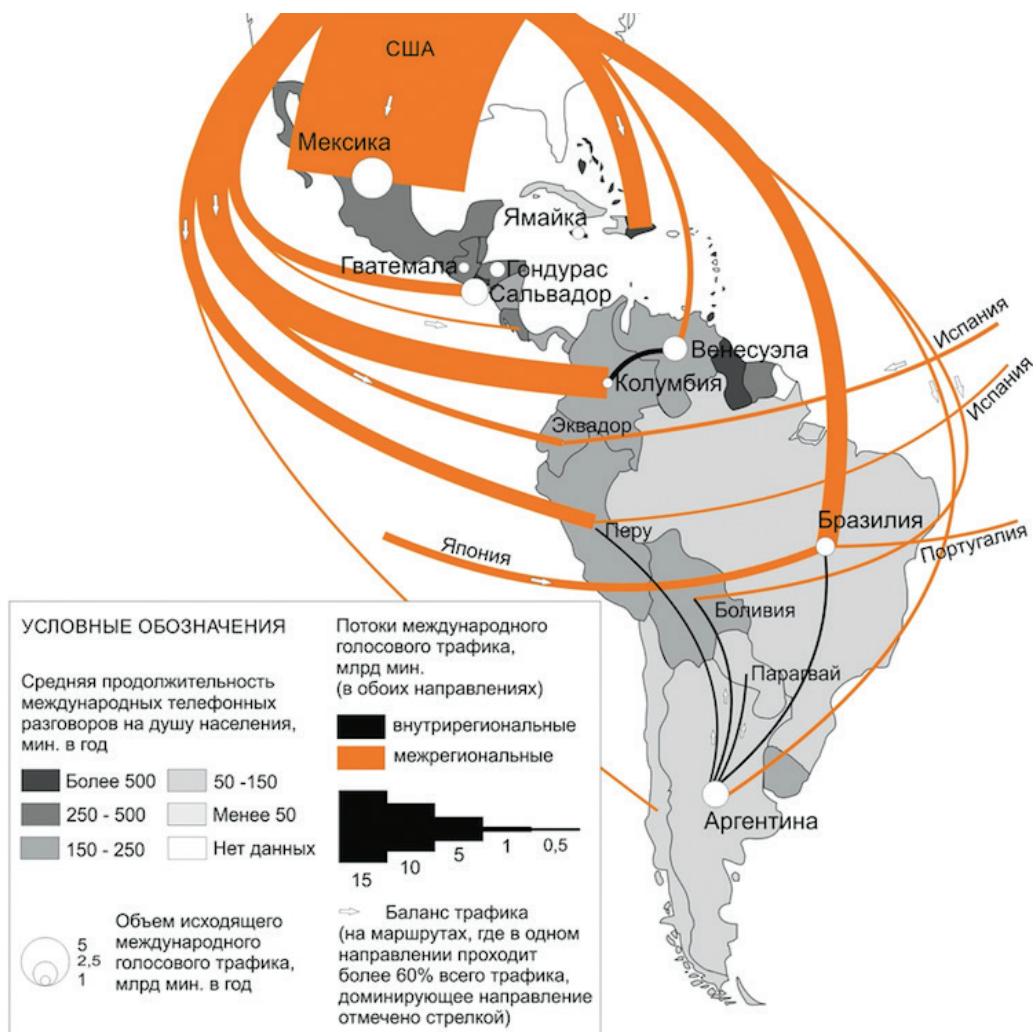
Составлено автором по: [10].

Рис. 5. Международная телефонная связь в Азиатско-Тихоокеанском регионе, 2015 г.

в страны происхождения большинства иммигрантов (Индия, Пакистан, Бангладеш, Шри-Ланка и Непал).

**Латинская Америка** генерирует чуть более 4 % всего международного голосового трафика, при этом вовлечена в почти 21 %. Это свидетельствует о принимающей роли региона. За 20 лет структура латиноамериканского международного трафика практически не изменилась (см. рис. 3). Ей свойственна мононаправленность: более 80 % трафика продолжают составлять разговоры с Северной Америкой. Крупнейшие трафик-потоки направлены из США в Мексику, Колумбию и Доминиканскую Республику. Они представляют собой преимущественно звонки испаноговорящих эмигрантов на родину и составляют почти 9 % всего международного голосового трафика. Главными генераторами международного трафика в регионе являются Мексика (4,2 млрд мин в год), Аргентина, Бразилия, Сальвадор и Венесуэла (2–3 млрд) (см. рис. 6).

**Африка** генерирует лишь 1,4 % международного телефонного трафика мира и вовлечена всего в 5–6 % глобальных международных голосовых



Составлено автором по: [10].

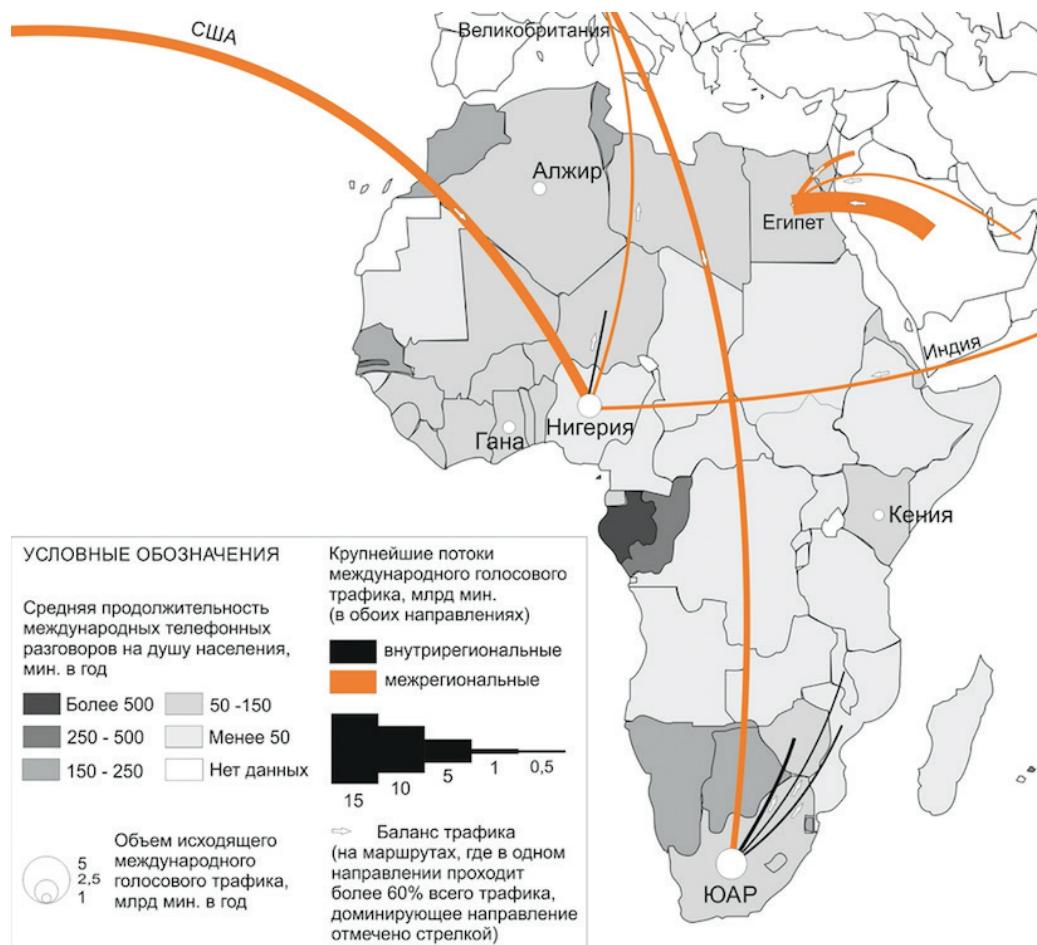
**Рис. 6.** Международная телефонная связь в Латинской Америке, 2015 г.

коммуникаций. Минимальный, по сравнению с другими регионами, рост международного голосового трафика (около 4 % за период с 1997 по 2014 г.) имел пассивный характер, так как был обусловлен увеличением входящих потоков трафика. Внешняя же коммуникативная активность самих африканских стран изменилась незначительно (исходящий трафик вырос лишь на 1,3 %).

Структура африканского международного трафика противоречива. Если рассматривать только исходящий трафик, то почти 60 % приходится на звонки из одних африканских стран в другие. Если же анализировать совокупный (исходящий и входящий) телефонный трафик, то регион представляется ориентированным на глобальную коммуникацию, так как на внутрирегиональные контакты приходится лишь 15 % всего международного трафика

региона (см. рис. 3). Это объясняется принимающей ролью африканских стран в коммуникационных взаимодействиях на глобальном уровне.

Основными генераторами международного голосового трафика в Африке являются две крупнейшие африканские экономики — ЮАР и Нигерия (2,5–3,5 млрд мин в год) (рис. 7). Основные потоки трафика имеют глобальный, а не региональный масштаб. Как и 20 лет назад, основным партнером Африки является Европа, на которую приходится почти половина всех внешних коммуникаций региона (см. рис. 2–3). Значительно увеличились объем и доля взаимодействий африканского региона с Северной Америкой. Сегодня на это направление приходится более трети всего голосового трафика Африки (35 %). А роль коммуникаций с АТР, наоборот, за последние 20 лет значительно сократилась (с почти 15 до менее 3 %).



Составлено автором по: [10].

Рис. 7. Международная телефонная связь в Африке, 2015 г.

\* \* \*

В начале XXI века международная телефонная связь претерпела существенные структурные и географические сдвиги. Ключевыми факторами развития международной голосовой связи являются международная торговля и международная миграция населения.

Сопоставление объемов исходящего международного трафика и характера вовлеченности государства в международные трафик-потоки позволяет сделать выводы об активной либо пассивной роли страны/региона в международном информационном пространстве. Страны делятся на «генераторов», «реципиентов» и «сбалансированных» участников международных информационных взаимодействий.

Сочетание объема исходящего телефонного трафика и мощности внутрирегиональных трафик-потоков с участием той или иной территории свидетельствует о различной коммуникативной специализации стран и регионов мира. Можно разделять международную коммуникативность регионального и глобального масштаба. Причем, как правило, в менее развитых регионах мира внутренние международные телекоммуникации оказываются менее интенсивными, чем внешние.

### *Литература*

1. Алисов Н.В., Валькова Т.М. География мировой телефонной связи // Вестник МГУ. Серия 5: География. 1996. № 5. С. 3–12.
2. Нагирная А.В. Информационно-коммуникативная открытость стран мира // Региональные исследования. 2013. № 1. С. 41–48.
3. Нагирная А.В. Особенности глобальной диффузии телефонной связи // Внезэкономические факторы пространственного развития: сб. статей памяти Сергея Сергеевича Артоболевского / под ред. Л.М. Синцерова, В.Н. Стрелецкого. М.: Институт географии РАН, 2015. С. 214–226.
4. Нагирная А.В. Революционные изменения в географии мировой телефонной связи // География мирового хозяйства: традиции, современность, перспективы / под ред. В.А. Колосова, Н.А. Слуки. М.–Смоленск: Ойкумена, 2016. С. 191–201.
5. Синцеров Л.М. Длинные волны глобальной интеграции // Мировая экономика и международные отношения. 2000. № 5. С. 56–64.
6. Синцеров Л.М. Пульсирующая точка роста мировой экономики // Полюса и центры роста в региональном развитии / под ред. Ю.Г. Липеца. М.: Институт географии РАН, 1998. С. 58–67.
7. Синцеров Л.М. Транспортно-коммуникационная парадигма мирового развития // Мировая экономика и международные отношения. 2011. № 5. С. 122–128.
8. Постиндустриальное развитие капиталистических стран / отв. ред. Б.Н. Зимин, С.Б. Шлихтер. М.: Наука, 1993. 192 с.
9. Экономическая география мирового развития. XX век / под общ. ред. Ю.Г. Липеца, В.А. Пуляркина, С.Б. Шлихтера. СПб.: Алетейя, 2003. 396 с.
10. TeleGeography Report and Database. 2015 // Global Internet Map. URL: <https://www.telegeography.com/research-services/telegeography-report-database/>

### *Literatura*

1. *Alisov N.V., Val'kova T.M.* Geografiya mirovoj telefonnoj svyazi // *Vestnik MGU. Seriya 5: Geografiya.* 1996. № 5. C. 3–12.
2. *Nagirnaya A.V.* Informacionno-kommunikativnaya otkry'tost' stran mira // *Regional'nye issledovaniya.* 2013. № 1. S. 41–48.
3. *Nagirnaya A.V.* Osobennosti global'noj diffuzii telefonnoj svyazi // *Vnesh'konomicheskie faktory' prostranstvennogo razvitiya: sb. statej pamyati Sergeya Sergeevicha Artobolevskogo / pod red. L.M. Sincerova, V.N. Streleczkogo.* M.: Institut geografii RAN, 2015. C. 214–226.
4. *Nagirnaya A.V.* Revolyucionnye izmeneniya v geografii mirovoj telefonnoj svyazi // *Geografiya mirovogo xozyajstva: tradicii, sovremennost', perspektivy' / pod red. V.A. Kolosova, N.A. Sluki.* M.–Smolensk: Ojkumena, 2016. S. 191–201.
5. *Sincerov L.M.* Dlinnye volny' global'noj integracii // *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya.* 2000. № 5. S. 56–64.
6. *Sincerov L.M.* Pul'siruyushhaya tochka rosta mirovoj ekonomiki // *Polyusa i centry' rosta v regional'nom razvitiu / pod red. Yu.G. Lipecza.* M.: Institut geografii RAN, 1998. S. 58–67.
7. *Sincerov L.M.* Transportno-kommunikacionnaya paradigma mirovogo razvitiya // *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya.* 2011. № 5. C. 122–128.
8. *Postindustrial'noe razvitiye kapitalisticheskix stran / otv. red. B.N. Zimin, S.B. Shlixter.* M.: Nauka, 1993. 192 s.
9. *E'konomicheskaya geografiya mirovogo razvitiya. XX vek / pod obshh. red. Yu.G. Lipecza, V.A. Pulyarkina, S.B. Shlixtera.* SPb.: Aletejya, 2003. 396 s.
10. *TeleGeography Report and Database.* 2015 // *Global Internet Map.* URL: <https://www.telegeography.com/research-services/telegeography-report-database/>

### *A.V. Nagirnaya*

### **Geography of International Telephone Communication<sup>3</sup>**

In the article the features of development of international telephone communication of the world in the end of XX – beginning of XXI centuries is considered. The survey covers not only traditional — wired — types of telephone communication, but also the newest — mobile communications and internet telephony. The organizational and regional structure of international telephone communication is analyzed. Special attention is paid to the analysis of traffic flows of the global voice communication system and the specifics of their self-organization in the regions of the world.

*Keywords:* telephone communication; voice connection; telephone traffic; globalization; regions.

<sup>3</sup> The research was carried out within the framework of the scientific project No. 15-33-01213, "Regional regularities of informatization of the society and dissemination of information and communication technologies" (2015–2017), supported by the Russian State Scientific and Technical Fund.

**А.М. Намазова**

## **Роль термальных и минеральных вод Апшеронского и Шеки-Загатальского экономико-географических районов в развитии туристско-рекреационного хозяйства Азербайджана**

Статья посвящена эффективному использованию термальных и минеральных вод на территории Апшеронского и Шеки-Загатальского экономико-географических районов и развитию туристско-рекреационного хозяйства на основе этих вод. Исследовано современное состояние медицинских реабилитационных центров, действующих в экономико-географических районах. Представлены перспективы развития туризма на основе использования термальных и минеральных вод в рассматриваемом регионе Республики Азербайджан.

*Ключевые слова:* Апшерон; Шеки-Загатала; экономико-географический район; термальные и минеральные воды; туризм; рекреация.

**Т**уризм в современном мире превратился в одну из самых прибыльных отраслей хозяйства, в ускоренно развивающийся сектор экономики. В настоящее время на долю туризма приходится 10,2 % мирового валового внутреннего продукта и 8 % экспорта [5]. Развитие туризма способствует созданию новых рабочих мест, расширению связанных с туристско-рекреационной деятельностью учреждений, предприятий, объектов инфраструктуры.

Туристско-рекреационное хозяйство имеет большое значение и для развития экономики Республики Азербайджан. Потенциальные возможности Азербайджана в области туризма очень высоки. Богатые природные ресурсы, разнообразный климат, уникальное историко-культурное наследие являются важной основой для создания привлекательного и конкурентно-способного туристско-рекреационного хозяйства. В начале XXI в. Республика Азербайджан объявила развитие туристской отрасли приоритетным направлением в ненефтяном секторе. За последнее десятилетие предприняты значительные усилия, направленные на развитие туризма в стране: проведены реформы, приняты государственные программы, усовершенствована нормативно-правовая база туристской отрасли. В результате этих мероприятий сектор туризма в стране вступил в новую фазу развития. В настоящее время Республика Азербайджан начинает получать признание в качестве нового туристского

направления в мире; интеграция в международный рынок туризма из года в год набирает темпы [2].

Условия Азербайджана благоприятны для развития многих видов туризма. Одним из приоритетных видов является лечебно-оздоровительный туризм, ресурсный потенциал которого стал основой активно развивающегося туристско-рекреационного хозяйства. Наличие на территории Азербайджана многочисленных источников термальных и минеральных вод, обладающих разнообразными лечебными свойствами, играет базовую роль для развития этой отрасли в отдельных регионах Республики. В частности, с выгодным использованием термальных и минеральных вод связаны возможности развития туристско-рекреационного хозяйства в плотно населенном Апшеронском и отличающимся разнообразной природой Шеки-Загатальском экономико-географических районах.

**Апшеронский полуостров** является популярным курортным уголком в Азербайджане [4]. Полуостров окружен пляжами. Климат Апшеронского полуострова очень близок к субтропическому. Жаркое лето, солнечная осень, мягкая зима, относительно короткая весна характерна для этих мест. Апшерон характеризуется не только песчаным берегом и морем, здесь также имеются источники минеральных и термальных вод, содержащих йод, бром, богатых веществами, обладающими значительным лечебным эффектом. Такие источники расположены в поселках (и их окрестностях) Сураханы, Сабунчи, Бибиэйбат, Мардакяны, Билья, Шихово и др. (рис. 1).



**Рис. 1.** Карта-схема основных термальных и минеральных водных ресурсов Апшеронского экономико-географического района (составлено автором)

Здесь же расположены известные источники минеральных и термальных вод, содержащие метан и серу, а также лечебные грязи (Билья, Бузовна, Гала, Гарачухур, Кишлы, Локбатан, Мардакян, Нардaran, Пиршаги, Сабунчи, Сарыгая, Сураханы, Шихово, острова Чилов и Пираллахы) [1].

В Апшеронском экономико-географическом районе расположены неповторимые и самобытные архитектурные и исторические памятники, музеи и уникальные достопримечательности Азербайджана, издавна привлекающие отечественных и иностранных туристов.

Здесь нет дефицита трудовых ресурсов. В этом регионе относительно развита инфраструктура туризма. По данным Госкомстата Азербайджана, в Апшеронском экономическом районе имеется 22 гостиницы и предприятия гостиничного типа, в которых в 2013 году останавливалось 49 098 человек. Среди них: 11 478 граждан Азербайджана, 3927 граждан стран СНГ, но более всего, 33 693 — граждан других иностранных государств. В Баку 122 гостиницы и предприятия гостиничного типа, разместивших в 2013 году 363 623 человека приблизительно с аналогичным соотношением граждан: из Азербайджана — 86 450 человек, из стран СНГ — 54 539, из других иностранных государств 222 634 человек [10].

С использованием термальных и минеральных вод только в городе Баку можно создать несколько больших курортно-туристических комплексов. Выполненные за последние десять лет в столице Азербайджана и ее окрестностях работы по реконструкции автомобильных дорог и системы коммуникаций, массовое озеленение, рекультивация загрязненных нефтью земель и другие реформы оказали положительное воздействие на развитие туризма в Апшеронском экономико-географическом районе.

Большинство используемых сейчас источников термальных вод для лечения местных и частично иностранных туристов расположено в поселке Амирджан Сураханского района и в поселке Шихово Сабаильского района. Среди термальных вод Апшеронского экономико-географического района больше всего используются термальные воды Сураханы.

Сураханские термальные воды расположены в центре поселка Амирджан, в 14 км от Баку. В состав этой целебной термальной воды нейтральной или слабой щелочной текстуры входят гидросульфид с азотом. Во вновь введенном в эксплуатацию оздоровительном комплексе — Медицинском реабилитационном центре в Сураханах — можно пройти лечебные курсы при заболеваниях кожных покровов, суставов, нервной системы, а также гинекологических, урологических и других заболеваниях. Ежегодно здесь восстанавливают свое здоровье в основном местные, частично — иностранные граждане. В комплексе услуг: ванны с термальной водой, гидротерапия, массаж, грязевые процедуры, душ Виши и др.

В составе выходящей на поверхность земли Сураханской термальной воды общее количество гидросульфида составляет от 55 мг/л до 240 мг/л. Температура воды изменяется в пределах 16–25 °С, средний дебет составляет

500 000 л/сутки. Степень минерализации воды изменяется в зависимости от глубины: на глубине 1,5 м — 82,3 мг/л, 3 м — 130 мг/л, 5 м — 153 мг/л, на глубине 18 м — 285 мг/л. По вышеуказанным показателям термальные воды Сураханы идентичны с водой Малатеста в Италии.

Медицинский реабилитационный центр в Сураханах, функционирующий долгие годы, недавно прошел реновацию и оснащение оборудованием, полностью отвечающим современным требованиям. Услуги в комплексе являются платными: в зависимости от назначения платы для 1 человека колеблется в пределах 15–20 манатов. Продолжительность лечения, также в зависимости от назначения и тяжести заболевания, составляет минимум 5 дней, а максимум определяется рекомендациями врача. В зависимости от сезона года для восстановления здоровья в Медицинский реабилитационный центр в Сураханах ежемесячно обращается 350–500 человек [6; 7].

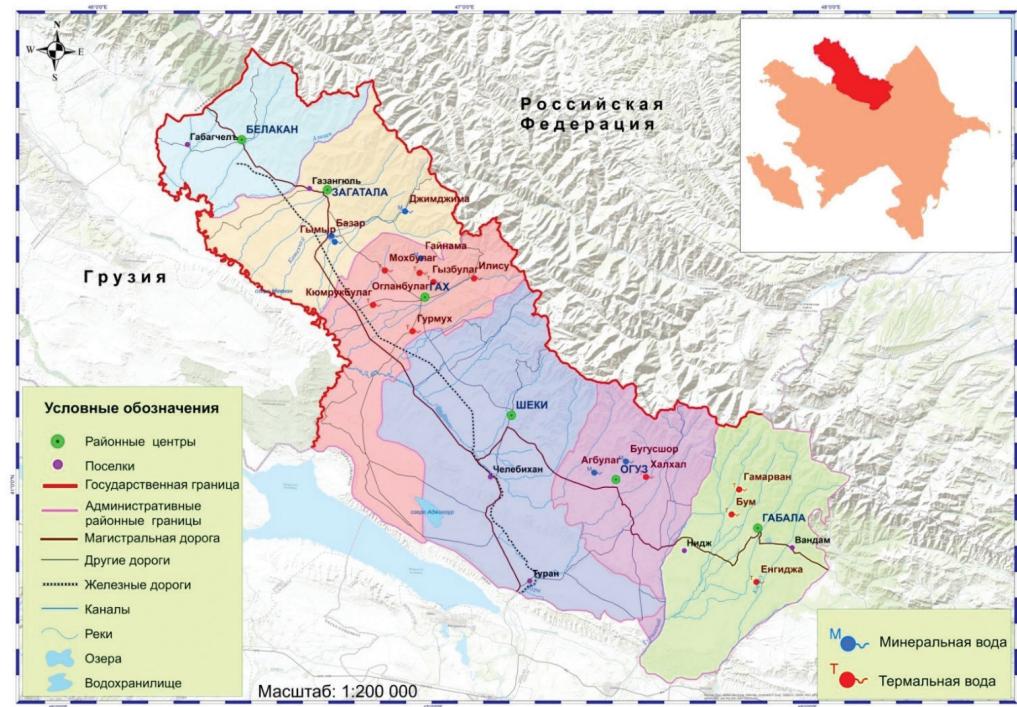
Важнейшей причиной относительно небольшого числа посетителей этого Центра является недостаточная информация о нем на сайтах и в рекламных буклетах: доступны лишь сведения о заболеваниях, которые там лечат. Чтобы узнатать больше о Медицинском реабилитационном центре в Сураханах, люди должны непосредственно туда обратиться или получить по телефону дополнительную информацию. В то же время вся необходимая информация о всемирно известных термальных водах и функционирующих на их основе туристско-рекреационных и реабилитационных комплексах подробно представлена в Интернете.

**Шеки-Загатальский** экономико-географический район как один из богатых термальными и минеральными водами обладает еще большими возможностями для развития курортного туризма [8]. В целом на территории экономико-географического района обнаружено более двадцати месторождений высокопроизводительных минеральных вод (см. рис. 2).

Развивается инфраструктура и гостиничное хозяйство. Однако в настоящее время, в отличие от Апшеронского экономико-географического района, доля иностранных туристов в общем числе посетителей здесь ниже, чем на Апшероне, о чем свидетельствуют статистические данные Госкомстата Азербайджана. В Шеки-Загатальском экономико-географическом районе имеется 46 гостиниц и предприятий гостиничного типа, в которых в 2013 году останавливалось 29 388 человек. Среди них: абсолютное большинство граждан Азербайджана — 27 260 человек, 213 граждан стран СНГ и всего лишь 1915 граждан других иностранных государств [10].

Ресурсы термальных и минеральных вод, пригодных для развития туристско-рекреационного хозяйства, размещены по территории данного экономико-географического района неравномерно. Рисунок 2 отражает эти различия по административным районам.

В административном районе Загатала разведаны два больших и множеством мелких источников минеральных вод. Все эти источники обладают большими возможностями для развития рекреации и туризма, однако они расположены в основном в зоне риска стихийных бедствий.



**Рис. 2.** Карта-схема основных термальных и минеральных водных ресурсов Шеки-Загатальского экономико-географического района (составлено автором)

В 12 км от административного района Габала и в 5 км от села Гамарван на левом берегу реки Бум, на высоте 1388 м над уровнем моря зарегистрированы три минеральных источника. На территории административного района Огуз имеется несколько источников минеральных вод, из которых три: Xalxal, Бугушор и Акбулаг — наиболее значимы. На территории административного района Балакен также зарегистрировано несколько месторождений минеральных вод, однако их производительность точно не определена. А на территории административного района Шеки имеется одно месторождение минеральной воды [9].

Территория административного района Гах со своими восьмью высокопроизводительными источниками термальных и минеральных вод (Кумрудулак, Гурмух, Гайнама, Огланбулаг, Кызыбулаг, Мохбулаг и т. д.) очень перспективна для создания курортно-туристского хозяйства. Температура четырех источников термальных и минеральных вод, расположенных на указанной территории, составляет 30–40 °С, что имеет большой лечебный эффект. В целях восстановления здоровья местное население давно пользуется этими источниками, однако несоответствие дорожной инфраструктуры современным требованиям затрудняет их использование в крупных масштабах. Поэтому прокладка 5–6 км водопровода до села Илису позволит построить здесь крупный курортно-туристический комплекс, чтобы создать условия для привлечения в регион не только местных, но и иностранных туристов.

Продуктивность минеральных и холодных вод региона вблизи сел Алибейли и Сускан дала возможность производить здесь минеральные воды «Гах». В настоящее время в селе Илису Гахского района круглогодично функционируют четыре 200-местных туристических предприятия. А туристические предприятия «Алма багы», «Баллы Булаг» (в с. Чинарлы), «Эл Резорт» («Улуйурд» ООО), «Курмук», «Гах», «Гостиный дом» («Импротекс Травел» малое предприятие), «Зеленый Парк» («Улуйурд» ООО), функционируют только в теплое время года [3].

При размещении вышеуказанных предприятий как основной фактор было учтено использование термальных и минеральных вод региона. Для более эффективной организации туристско-рекреационного хозяйства на основе термальных и минеральных вод в Шеки-Загатальском экономико-географическом районе необходимо реконструировать следующие объекты:

- мотель «Гейче» в селе Верхняя Тала, развлекательный центр «Караван» в селе Нижняя Тала Загатальского административного района;
- развлекательные центры «Баллы Булаг» в селах Улу, Улу Даг, «Алма Багы», «Зеленый Парк»; гостиницу «Эден Парк», пансионат «Илису» в селе Илису Гахского административного района;
- развлекательные центры «Джаннат Багы», «Нарын Гала», «Умид», «Гяларсан-Герарсан», «Остров Киш», «Мякан», «Шам Багы» в селе Киш, развлекательный центр Кунгут в селе Кунгут Шекинского административного района;
- развлекательный центр «Чистая природа» в селе Баш Дашагыл Огузского административного района;
- развлекательные центры «Дуйма», «Селбасар», «Хазар», «Семерана», «Кавказ» и «Семь красавиц» в селе Вандам Габалинского административного района.

Предусмотрено создание одноименных курортно-туристских предприятий на территориях распространения термальных и минеральных вод в населенных пунктах Алиабад, Базар, Гымыр и Машлаш-Чыхар.

В результате выполненных мероприятий в соответствии с Государственной программой по развитию туризма Республики Азербайджан на 2010–2014 годы за последние 10 лет количество туристических компаний в Азербайджане выросло с 74 до 276, количество гостиниц с 96 до 516, количество мест размещения 9569 до 32 834. Численность работающих в туристском секторе достигла более 49 тыс. человек, а число туристов, посетивших Азербайджан, увеличилось с 767 тысяч до 2 миллионов человек. Если в 2003 году доходы от туризма составили 57,7 млн, то в 2013 году эта цифра увеличилась до 1 млрд 479 млн долларов. Происходит увеличение объема дополнительного дохода, полученного в секторе туризма, и доли дохода от туризма в НВП страны (см. табл. 1) [11].

Таблица 1

## Основные показатели развития туризма в Республике Азербайджан

	2011	2012	2013	2014	2015
Число работников, занятых в туристском секторе, человек	37 600	38 839	40 892	41 886	49 449
Объем дополнительного дохода, полученного в секторе туризма, млн манат	–	–	2080,20	2404,20	2437,30
Доля объема дополнительного дохода, полученного в секторе туризма в НВП страны, %	–	–	3,6	4,1	4,5
Объем инвестиций, выделенных для сектора туризма, млн манат	1407,80	1478,20	1371,00	2204,00	1063,9

Источник: Tourism // The State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan. URL: <http://www.stat.gov.az/source/tourism/>.

Таким образом, Азербайджан располагает большими возможностями для развития туризма, но на сегодняшний день эти возможности используются явно недостаточно. Проведенные нами исследования показывают, что комплексное использование термальных и минеральных вод должно занять важное место в рекреационно-туристской сфере. Реконструкция существующей санаторно-курортной сети, функционирующей на основе запасов термальных и минеральных вод и создание новых предприятий на уровне международных требований являются важными задачами развития рекреационно-туристского хозяйства Азербайджана. Для обеспечения санаторно-курортной сети и объектов отдыха материально-технической базой, отвечающей современным стандартам, развития кадровой подготовки, эффективного использования существующих запасов термальных и минеральных вод, расширения туристско-рекреационной отрасли необходимо привлечение местных и иностранных инвесторов.

### Литература

1. Гасымов М.С. Рекреационное обеспечение населения Абшеронского полуострова. Баку: Гисмат, 2007. 327 с.
2. Государственная программа по развитию курортов в Азербайджанской Республике в 2009–2018 годах. Баку, 2009.
3. Гурбанов Ф.И. Проблемы развития туризма в Азербайджане. Баку: БГУ, 2007. 343 с.
4. Даргахов В. Экономико-географическая оценка рекреационных запасов Каспийских прибрежных территорий: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Баку, 2004, 26 с.
5. Имрани З.Т., Бадалова Х.А. Влияние туристического хозяйства на формирование трудовых ресурсов в устойчивом развитии регионов Азербайджана // Демографическое развитие в Азербайджанской Республике: перспективы и региональные проблемы размещения населения. Баку, 2016. С. 434–442.

6. *Мамедов Р.М., Намазова А.М.* Абшеронские термальные воды и пути их эффективного использования // Научные произведения Национальной академии авиации. Баку, 2015. № 1. С. 190–195.
7. *Намазова А.М.* Рациональное использование термальных и минеральных вод Азербайджана в части Большого Кавказа // Российский научный журнал. 2017. № 1 (54). С. 178–183
8. *Намазова А.М.* Хозяйственное значение минеральных и термальных вод Шеки-Закатальского экономико-географического района // Вестник Бакинского университета. Серия «Естественные науки». 2015. № 3. С. 152–159.
9. *Тагиев И.И., Ибрагимова И.Ш., Бабаев А.М.* Ресурсы минеральных вод Азербайджана. Баку: Чашыоглы, 2001. 168 с.
10. Туризм в Азербайджане. Баку: Государственный комитет по статистике, 2013. 240 с. // The State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan. URL: <http://www.stat.gov.az/source/tourism/>

#### *Literatura*

1. *Gasy'mov M.S.* Rekreacionnoe obespechenie naseleniya Absheronskogo poluostrova. Baku: Gismat, 2007. 327 s.
2. Gosudarstvennaya programma po razvitiyu kurortov v Azerbajdzhanskoj Respublike v 2009–2018 godax. Baku, 2009.
3. *Gurbanov F.I.* Problemy' razvitiya turizma v Azerbajdzhan. Baku: BGU, 2007. 343 s.
4. *Dargyaxov V.* E'konomiko-geograficheskaya ocenka rekreacionny'x zapasov Kaspijskix priberezhny'x territorij: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. Baku, 2004, 26 s.
5. *Imrani Z.T., Badalova X.A.* Vliyanie turisticheskogo xozyajstva na formirovaniye trudovy'x resursov v ustojchivom razvitiu regionov Azerbajdzhana // Demograficheskoe razvitiye v Azerbajdzhanskoj Respublike: perspektivy' i regional'ny'e problemy' razmeshcheniya naseleniya. Baku, 2016. S. 434–442.
6. *Mamedov R.M., Namazova A.M.* Absheronkie termal'ny'e vody' i puti ix effektivnogo ispol'zovaniya // Nauchny'e proizvedeniya Nacional'noj akademii aviacii. Baku, 2015. № 1. S. 190–195.
7. *Namazova A.M.* Racional'noe ispol'zovanie termal'ny'x i mineral'ny'x vod Azerbajdzhana v chasti Bol'shogo Kavkaza // Rossijskij nauchnyj zhurnal. 2017. № 1 (54). S. 178–183
8. *Namazova A.M.* Xozyajstvennoe znachenie mineral'ny'x i termal'ny'x vod Sheki-Zakatal'skogo e'konomichesko-geograficheskogo rajona // Vestnik Bakinskogo universiteta. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2015. № 3. S. 152–159.
9. *Tagiev I.I., Ibragimova I.Sh., Babaev A.M.* Resursy' mineral'ny'x vod Azerbajdzhana. Baku: Chashy'ogly', 2001. 168 s.
10. Turizm v Azerbajdzhan. Baku: Gosudarstvennyj komitet po statistike, 2013. 240 s. // The State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan. URL: <http://www.stat.gov.az/source/tourism/>

*A.M. Namazova*

**The Role of Thermal and Mineral Waters  
of Apsheron and Shaki-Zagatalsky Economical and Geographical Areas  
in Development of Tourist and the Recreational Economy of Azerbaijan**

The article is devoted to effective use of the existing thermal and mineral waters in the territory of Absheron and Shaki-Zagatalsky economical and geographical areas and to development of tourist and recreational economy on the basis of these waters. Current state of the medical rehabilitation centres operating in economical and geographical areas is investigated. The prospects of development of tourism based on the use of thermal and mineral waters in the specified region of the Republic of Azerbaijan are presented.

*Keywords:* Absheron; Sheki-Zagatala; economic and geographical area; thermal and mineral waters; tourism; recreation.

## ЭКОЛОГИЯ

**В.С. Вилков,  
С.В. Пашков**

### Состояние популяции сибирской косули в лесостепи Северного Казахстана в условиях антропогенного прессинга

В статье анализируются антропогенные причины колебания численности популяции косули в условиях лесостепи Северного Казахстана. Установлено, что вид, заселивший территорию более 70 лет назад, временно расширял свой биотоп за счет заброшенных земель в 90-х гг. прошлого века, этим же периодом датируется максимальная численность животных, а главным фактором, континуально регулирующим состояние популяции рассматриваемого промыслового вида, является охота.

*Ключевые слова:* косуля; лесостепь; охота; Северный Казахстан; численность.

По опросам старожилов ( $n = 8$ ), до конца 30-х гг. XX в. косуля сибирская (*Capreolus pygargus* далее — косуля) в лесостепной зоне не встречалась и в добыче охотников отсутствовала, что позволяет утверждать о том, что заселение ею лесных массивов края произошло несколько позже: первые достоверные факты добычи рассматриваемого вида относятся к началу 40-х гг. В этот же период очевидцы отмечают появление в угодьях как отдельных особей косули, так и групп животных по 3–12 голов.

После окончания Великой Отечественной войны в село вернулось значительное количество мужского населения и охота, в том числе и на данный вид, стала источником мясной продукции, хотя большого влияния на численность она оказать не могла. Основной причиной этого, на наш взгляд, являлось отсутствие многозарядного скорострельного оружия, а также авто- и мототранспорта. Кроме того, существовавший у населения страх перед наказанием в случае уличения в отстреле животного был, пожалуй, главным препятствием для браконьерства.

Точных количественных характеристик популяции косули за 40–50-е гг. прошлого столетия обнаружить не удалось. Первые достоверные сведения по численности относятся к началу 60-х гг., когда биотопы Северного Казахстана с самолета Ан-2 обследовал В.Б. Поле [7]. По данным аэровизуального учета, в Северо-Казахстанской области на 1962 г. обитало около 1500 животных при плотности от 2,9 до 30,4 особей на 1000 га лесных угодий. Средняя же плотность составляла 4 косули на учетную площадь. В 1979 г., также по результатам авиаучета [1], поголовье составило уже 800 особей при плотности от 1,7 до 6,0 животных на 1000 га леса. Средняя плотность всей популяции косули оценивалась в 2,1 особи.

В начале 80-х гг. продолжился тренд на сокращение численности животных. Так, по учетным данным Северо-Казахстанского областного общества охотников и рыболовов [6], в 12 охотхозяйствах в 1983 г. было учтено лишь 303 особи данного вида, а в 1984 г. — 297, при средней плотности 0,9 особей на 1000 га лесопокрытой площади. Общая численность животных в пределах рассматриваемой области не превышала 338 особей. С 1986 г. началось увеличение поголовья, а через год средняя плотность достигла 2,8 особей при общей численности 1052 животных. В 1988 г. показатели соответственно составляли 3,0 и 1127 голов.

Таким образом, к началу 90-х гг. прошлого века ресурсы косули лесостепной зоны колебались в пределах 1200–1300 особей. В течение последующих 12 лет, с 1991 по 2002 г., для рассматриваемой территории было зафиксировано необычайно интенсивное увеличение популяции вышеизначенного вида. Достаточно отметить, что средняя плотность населения косули с 1991 г. увеличилась к 2002 г. в 3,3 раза и достигла в среднем 11–12 особей на 1000 га угодий. По отдельным территориям плотность составляла 15–25 и более особей. Указанный процесс был характерен для охотничьих хозяйств всех районов. За 12 лет наблюдений лишь дважды было отмечено снижение численности: в 1992 г., по сравнению с предыдущим, — в 1,4 раза и в 1999 г. — до 8,7 особей на 1000 га вместо 9,7 в 1998 г.

После экспоненциального роста численности косули в Северном Казахстане с начала 90-х гг. XX в. до середины нулевых годов, а затем последующей стабилизации, продолжавшейся до 2007 г., наметилась тенденция к резкому сокращению поголовья. Перечень причин, определяющих это, в целом хорошо известен. Но в пределах лесостепи, в частности Северо-Казахстанской области, где проводились основные исследования, можно выделить еще несколько причин, имеющих специфические особенности и сыгравших решающую роль.

Прежде всего, это резкая смена границ биотопов, когда брошенные после распада СССР и длительное время пустовавшие земли, заросшие бурьяном (первая стадия развития перелога), в начале нулевых годов начали вновь интенсивно вовлекаться в сельскохозяйственный оборот и повторно распахиваться. До этого в течение 15 лет огромные массивы залежи (только в Северо-Казахстанской области почти 1,5 млн га), со своеобразной растительностью, представленной преимущественно полынью горькой (*Artemisia absinthium*), создавали для косули идеальные условия эфемерного местообитания. Определялось это высокой (1–1,5 м и более) и густой растительностью, биологически равноценной оптимальной [9], обеспечивающей скрытность передвижения, а большая площадь таких биотопов (от 10–15 до 200 и более га) и их синергирующее соседство с лесными колками и болотами, гарантировало животным почти полную безопасность. В зимнее время в таких угодьях снег остается рыхлым и даже в многоснежные годы обеспечивает беспрепятственную возможность передвижения (рис. 1).



**Рис. 1.** Двухлетний полынnyй бурьян на черноземах обыкновенных южной лесостепи ( $h \geq 1,7$  м, Кызылжарский р-н, 2017 г.)

Тем более что «далеко ходить не надо» — бурьян полностью удовлетворяет косуль в качестве необходимого корма. Проводившаяся в охотничьих хозяйствах в тот период подкормка животных заготовленным сеном показала, что зверей она совершенно не интересовала, даже если они к ней подходили. Плотность животных в большинстве охотничьих хозяйствах в тот отрезок времени достигала 20–30 голов на 1000 га угодий, а на отдельных участках — 40–60 голов на ту же единицу площади. Так, экстраполяционные учеты в феврале 2003 г. между селами Кабань и Ястребинка (Жамбылский район) показали, что на участке в 750 га обитало 87 животных (62,3 особи на 1000 га).

К 2009 г. в Северо-Казахстанской области осталось менее 100 тыс. га залежных земель. В этих условиях единственными убежищами для косули вновь оказались лесные колки и ивовые болота, а в зимнее время — и тростниковые заросли озер и болот. При этом лесные массивы лесостепи региона имеют ряд лимитирующих факторов, в частности инсулярность и небольшую площадь, определяющих агрегированную (пятнистую) плотность косули. Средний размер колка для рассматриваемой территории составляет всего 1,87 га, доля массивов площадью  $\geq 5$  га не превышает 18 %. Кроме этого, не отвечает потребностям животных и структура лесов: по результатам внутрихозяйственного охотустroйства в ряде охотничьих хозяйств области установлено, что угодья 1-го, 2-го, 3-го и 4-го бонитетов, обеспечивающие отличные, хорошие и удовлетворительные условия обитания, составляют в них всего 16,5 % (см. табл. 1), причем 4/5 из них приходятся на 4-й бонитет, то есть удовлетворительные по качеству. Леса 5-го бонитета могут использоваться лишь для временного пребывания или транзита, но чаще всего животными игнорируются.

Таблица 1

**Бонитировочная оценка лесных угодий в охотхозяйствах области  
по степени пригодности для обитания косули (га)**

Охотхозяйство	I бонитет	II бонитет	III бонитет	IV бонитет	V бонитет	Всего угодий
Советское	—	1429,8	10255	23097	31937	66 719
Корнеевское	—	—	3885,492	7332,107	32 092,73	43 310,29
Октябрьское	426,9	1023,84	1790,82	9631,47	6669,96	19 542,99
Жамбылское	—	542	3298,4	56575	542 884	603 299,4
Всего	426,9	4425,4	19 229,7	96 635,57	613 583,69	732 871,72

Кроме того, из угодий выпадают колки, расположенные в окрестностях населенных пунктов до 1 км и более, ввиду их трансформированности человеком, частой посещаемости и других факторов беспокойства. Малопригодны, особенно для отела и выращивания молодняка, леса, расположенные вдоль автомобильных трасс. В целом же по лесостепи не более 20–25 % лесных угодий пригодны для размножения косули и укрытия в период охоты (рис. 2).



**Рис. 2.** Разновозрастный подрост колочных березняков — оптимальное место укрытия и отдыха косуль (Мамлютский зоологический заказник, 2016 г.)

**Влияние охоты на популяцию косули.** В лесостепной зоне Казахстана чрезмерная охотничья нагрузка и особенно браконьерство, являются, на наш взгляд, основными факторами, оказывающими непосредственное влияние на численность и структуру популяции, а также на условия существования

копытных. Масштабы этого вида деятельности в настоящее время официальными организациями недооцениваются. С целью определения степени воздействия охоты на численность косули с 1990 по 2002 г. проведено анонимное анкетирование и опрос охотников ( $n = 8335$ ), которые выявили специфические особенности для рассматриваемой территории.

В течение данного времени добыча косули в лесостепи ежегодно увеличивалась (табл. 2). Если в 1990 г. было отстреляно 915 голов, то в 2002 г. эта цифра уже составила 3355 особей, то есть произошло увеличение объема добычи в 3,7 раза. Причем лишь один раз за 13 лет, в 2001 г., наблюдалось снижение числа отстрелянных косуль по сравнению с предыдущим годом.

Таблица 2

**Объем фактической добычи косули в лесостепи Казахстана в 1990–2002 гг.**

№	Добыто по годам (шт.)							
	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2001	2002
1	915	1220	1830	2135	2287	2745	2592	3355

Одновременно с ростом добычи происходило увеличение количества охотников, участвующих в этом процессе: если в 1990 г. их насчитывалось всего 801 человек, то в 2002 г. — уже 1810 человек, что в 2,3 раза больше, чем в начальный период исследований. Очевидно, что количество отстреливаемых косуль увеличивалось более быстрыми темпами, чем число их добывавших. Сложившаяся ситуация объясняется как экономическими, так и социальными причинами, которые определили категорию лиц, наиболее активно участвующих в охоте на косулю. Более наглядно указанный тезис характеризует доля охотников, добывавших животное, к общему числу охотников в пределах лесостепной зоны. Так, в 1990 и 1992 гг., они составляли соответственно 5,3 % и 5,9 %. В 1994 г. указанный показатель достиг величины в 10,2 % и до 2002 г. варьировал в небольших пределах — до 11,9 %. Из этого следует, что корреляции между суммарной численностью косули в угодьях и числом охотников, не существует. Не было установлено прямой связи и между суммарными ресурсами косули и объемом добычи. Это еще раз подтверждает, что увеличение отстрела обуславливается преимущественно социально-экономическими факторами, нежели какими-либо другими.

В связи с изложенным возникает другой вопрос: «Сколько же лицензий на рассматриваемый вид реализуется?». В течение 2000–2002 гг. произошел более чем двукратный рост продаж — 238, 430 и 623 лицензии соответственно, из чего можно сделать вывод, что охотники, несмотря на высокую стоимость лицензий и путевок, не желают создавать конфликтные ситуации и нарушать закон. Но реальные условия иногда превращают их в браконьеров. Если сравнить количество выданных охотникам лицензий с объемом фактически отстреливаемых животных, то в 2000 г. на добытых по лицензиям пришлось всего 8,7 %, в 2001 г. — 16,6 % и в 2002 г. — 18,6 %.

Очень важным моментом, дополняющим реальную ситуацию в лесостепной зоне с отстрелом косули, является количество животных, добываемых на одну лицензию. Опрос охотников ( $n = 70$ ), позволил установить данный показатель (табл. 3). В 2000 г. в среднем на одну лицензию было отстреляно 4,2 косули, в 2001 г. — 4,7 и в 2002 г. — 4,8. Средний за три года показатель составил 4,4 особи, без учета подранков.

Таблица 3

Количество добываемых косуль в 2000–2002 гг. на одну лицензию (шт.)

Годы	Кол-во опрошенных (чел.)	Добыто косуль													$M \pm m$	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
2000	18	1	2	5	2	2	3		1				1			4,2
2001	24	1	4	6	5	2	1	1	1	1		1			1	4,7
2002	28	3	3	4	5	5	2	1	2	1	1				1	4,8
Всего	70	5	9	15	12	9	6	2	4	2	1	1	1		1	4,4

Таким образом, выявленная для лесостепной зоны Казахстана картина не отличается от аналогичной для других территорий и для других видов. Например, на Дальнем Востоке в 80-е гг. ХХ в. одним охотником добывалось от 1 до 20 косуль, в среднем 3–8, с учетом подранков [3]. Опрос охотников области ( $n = 70$ ) в 2014–2015 гг. показал, что картина, по сравнению с началом нулевых годов, не изменилась и даже наоборот — приобрела еще большие масштабы. Всего по 12 лицензиям было добыто 72 косули или по 6 особей на каждую. Причем показатели варьировали от 1 до 22 косуль.

Но на владельцев лицензий, даже с учетом перестрела, приходится не весь объем отстреливаемых косуль. В 2000 г. он составил 36,4 %, в 2001 г. — 78,0 % и в 2002 г. — 89,1 %. Оставшееся количество приходится на охотников, не имеющих лицензий. В 2000 г. на них пришлось 1745 добывших особей, в 2001 г. — 571 особь и в 2002 г. — 365. Исходя из этого, прослеживается обратная связь: чем больше продается лицензий, тем меньше животных добывается охотниками без них. Следовательно, если позволяет лимит, выделяемый на отстрел косуль в пределах 10–15 % от предпромысловой численности, его надо использовать полнее. При этом увеличиваются доходы хозяйств и государства, снизится уровень браконьерства. Кроме этого, владельцев лицензий все же легче контролировать, чем неорганизованных браконьеров. Хотя на текущий момент выдаваемые документы на добывчу косули являются своеобразным официальным прикрытием той же браконьерской деятельности.

**Способы и результативность охоты на косулю.** За последние десятилетия, по мере экономического и технического развития государств Евроазиатского материка и Казахстана в том числе, улучшения материального благосостояния граждан, произошли изменения и в проведении зверовых охот. В частности, высокая их результативность достигается по-иному, чем десятки, и тем более, сотни лет назад. Основные преимущества современных охотников

перед охотниками лесостепной зоны, даже 50–60-х гг. XX в., заключаются в массовом применении автомототранспорта, в том числе высокопроходимого и снегоходного, а также современного многозарядного, скорострельного гладкоствольного и нарезного оружия. Все вместе это, в сочетании с рядом других факторов, лишает животных малейших шансов выжить.

Из опрошенных за три года охотников ( $n = 126$ ), отстреливших 537 косуль (табл. 4), с использованием в той или иной степени автомототранспорта, — было добыто 91,6 %. Из них непосредственно с автомобиля или снегохода, в ходе преследования, отстреляно 11,7 %. Максимальные результаты отмечены для 2000 г., когда таким способом в лесостепи было добыто 463 особи (16,9 %). Основной причиной указанного явилась затяжная бесснежная, до января, зима, а затем обильные снега, затруднявшие передвижение животных. В последние годы, в силу природно-климатических условий, количество косуль, добытых с автотранспорта или снегохода, сократилось: в 2001 г. — 378 особей, в 2002 г. — 218.

Таблица 4

**Использование транспорта при добывче косули  
в лесостепной зоне Казахстана в 2000–2002 гг.**

Годы	Опрошено охотников (шт.)	Добыто (шт.)	В том числе (шт.)			
			с использованием автомобилей	с автомобиля	со снегохода	пешком, на лыжах
<b>2000</b>	34	136	101	9	14	12
<b>2001</b>	45	171	137	14	11	9
<b>2002</b>	47	230	191	6	9	24
Всего	126	537	429	29	34	45

Как следует из таблицы 4, пешком и на лыжах рассматриваемый вид отстреливают в очень небольшом количестве: в среднем за три года всего 8,4 % от общего числа добытых. Максимальный показатель отмечен для 2002 г., когда рано выпавший снег лишил возможности передвигаться по угодьям на автомобилях и часть охотников встала на лыжи. В этом году таким способом было отстреляно 352 косули, что составило 10,5 %.

В 90-х гг. прошлого века, вместе с резким падением экономики и уровня доходов населения, почти в 4 раза сократилось количество охотников. Если в 1990 г. в области официально было зарегистрировано более 12 тыс. охотников, то к 1995 г. их осталось не более 3 тысяч. По мере выхода из кризиса, росло и число охотников. К 2007–2008 гг. оно достигло докризисных показателей. Поэтому период с 1990 по 2000 гг. для роста численности косули был благоприятен и в плане снижения пресса охоты. Большинство охотников не имело финансовой возможности тратить деньги на поездки с большим расходом бензина и последующим ремонтом автотранспорта. Кроме того, у населения практически не было скоростных автомобилей высокой проходимости, так называемых джипов, которые активно

начали приобретаться только в начале XXI в. Этим же периодом датируются изменения оснащенности оружием и боеприпасами. Для характеристики влияния охоты на популяцию косули проведены исследования, которые позволили дать оценку направления и степени воздействия на рассматриваемый вид.

**Оснащенность транспортом.** Опрос в 2007–2009 гг. охотников ( $n = 147$ ) позволил установить (табл. 5).

1. В 100 % случаев охоты на косулю используется автотранспорт.
2. 83 % выездов осуществляется на автомобилях типа джип, куда входят «Нива», УАЗ, ГАЗ-66 и все полноприводные автомобили иностранного производства с соответствующей высотой дорожного просвета.
3. В 57,1 % случаев охотники выезжают на своем транспорте.
4. В среднем за три года на один выезд приходился 131 км. В 2009 г. этот показатель составил 148 км. При этом минимальное количество километров за одну охоту в 2008 г. составило 38, а максимальное в 2009 г. — 450. В среднем более 53 % охотников «наматывают» за одну поездку более 100 км.

Таблица 5

**Показатели использования автотранспорта при охоте на косулю в Северо-Казахстанской области в 2007–2009 гг.**

Годы	Опрошено охотников (чел.)	Использовали автотранспорт (человек)		В том числе, собственный:		Средний пробег за охоту (км)
		всего	в том числе джипы	чел.	доля в %	
2007	46	46	36	32	69,6	116
2008	53	53	45	24	45,3	129
2009	48	48	41	28	58,3	148
Всего	147	147	122	84	57,1	131

Таким образом, в последние годы отмечается интенсификация охоты, когда результативность зависит не от знаний и навыков охотников, а от количества километров, пройденных автомобилем за день охоты. При этом вероятность «поднять» косулю в небольших колках и болотах и затем ее добить становится гораздо выше.

К этому следует рассмотреть способы охоты, которые практикуются в последние годы (табл. 6). Появление большого числа скоростного автотранспорта в сочетании с условиями чередования колков с естественными лугами и агроценозами, привело к распространению способа охоты, когда косуль выстрелами или пешим загоном заставляют выйти на поле, где их догоняют и расстреливают (рис. 3).

Таблица 6

**Результативность охоты на косулю и использование автотранспорта  
в Северо-Казахстанской области в 2007–2009 гг.**

Годы	Количество выездов (раз)	Добыто косуль (шт.)	Из них:		Добыча с машины (%)	Добыто косуль на 1 выезд (шт.)
			загоном (шт.)	с машины (шт.)		
2007	118	93	67	26	28,0	0,78
2008	96	75	54	21	28,0	0,78
2009	143	124	98	26	21,0	0,87
Всего	357	292	219	73	25,0	0,82



**Рис. 3.** Загон косули охотниками на межколочном пространстве  
(Мамлютский район, 2017 г.)

В среднем за три года доля животных, добытых таким способом, составила 25,0 %. В 2007 и 2008 гг. указанный показатель достигал 28,0 %.

**Характеристика популяции.** Исследования проводились на территории Северо-Казахстанской и частично Костанайской областей с 1991 г. За это время проведено 29 учетов численности животных на площади 2618 га. С 2006 по 2009 гг. в добыче охотников осмотрено 125 животных (см. табл. 7), на основании анализа которой можно выделить ряд особенностей структуры добычи:

- различия в объеме добычи взрослых самцов по годам составили всего 3,3 %;
- у самок сеголеток указанный показатель составил 6,9 %;
- у взрослых самок и самцов сеголеток варьирование доли в общем объеме достигало соответственно 10,1 % и 11,0 %.

Таблица 7

## Структура добычи косули в Северо-Казахстанской области в 2006–2009 гг.

Годы	Осмотрено (шт.)	Структура добычи (шт.)							
		взрослые самцы		взрослые самки		сеголетки-самцы		сеголетки-самки	
		особей	доля (%)	особей	доля (%)	особей	доля (%)	особей	доля (%)
2006	32	9	28,1	8	25,0	6	18,8	9	28,1
2007	33	9	27,3	8	24,2	9	27,3	7	21,2
2008	37	10	27,0	13	35,1	6	16,3	8	21,6
2009	23	7	30,3	5	21,7	5	21,7	6	26,3
Всего	125	35	28,0	34	27,2	26	20,8	30	24,0

Таким образом, за четыре года в добыче охотников доля взрослых самцов была практически стабильной (27,0–30,3 %). Заметные колебания характерны для самок сеголеток (21,2–28,1 %), а самые большие — у взрослых самок и молодых самцов.

Возрастная структура популяции косули лесостепной зоны складывается следующим образом: из 81 осмотренной особи 60,5 % приходится на животных старше года и 39,5 % — на сеголетков. Данное соотношение свидетельствует о благоприятной ситуации внутри вида, при которой репродуктивные возможности взрослой части населения сочетаются с резервом молодых особей, которые через некоторое время смогут заменить погибших, больных или старых зверей. Аналогичное сочетание возрастных групп отмечено исследователями и для других территорий. Кроме общего преобладания половозрелых особей выявлена характерная особенность в соотношении взрослых и молодых животных среди самцов и самок. Так, среди самцов на долю молодых особей приходится 54,5 %, а среди самок — 29,2 %. Как мы уже отмечали, в этом, вероятно, заключается важный биологический смысл, поддерживающий гомеостаз популяции: физически более сильные 3–4-летние самцы не допускают к размножению 1–2-летних особей, что позволяет поддерживать высокую продуктивность стада. В то же время при их отсутствии по каким-либо причинам молодые самцы могут участвовать в размножении, хотя и с меньшей эффективностью. Небольшая доля молодых самок обеспечивает возмещение потерь среди взрослых животных, погибших или достигших предельного возраста. Значительное, почти в два раза, преобладание молодых самцов над самками, скорее всего, выработалось в процессе эволюции как адаптация к их повышенной смертности. Преобладание самцов среди молодых особей косули отмечено и на казахстанском Тянь-Шане [8].

**Плодовитость.** Изучение данного вопроса имеет не только научное, но и в большей степени прикладное значение, поскольку знание воспроизводственных возможностей популяции позволяет регулировать ее численность и поддерживать оптимальную половозрастную структуру. С этой целью были обследованы 30 самок 2–5-летнего возраста, у которых обнаружен 61 эмбрион (табл. 8). В среднем на одну особь приходится два эмбриона. Это подтверждает высокую плодовитость рассматриваемого вида, отмеченную и в других частях ареала [4; 5; 10]. Однако известно, что продуктивность

Таблица 8

**Встречаемость эмбрионов в матках косули  
в охотничьих хозяйствах Северо-Казахстанской области**

Охотничье хозяйство	Всего осмотрено особей	Количество эмбрионов					
		1		2		3	
		особей	%	особей	%	особей	%
Жамбылское	13	2	15,4	10	76,9	1	7,7
Мамлютское	4	—	—	3	75,0	1	25,0
Пригородное	9	2	22,2	5	55,6	2	22,2
Соколовское	4	—	—	3	75,0	1	25,0
Всего	30	4	13,3	21	70,0	5	16,7

самок в зависимости от возраста не одинаковая, поскольку особи, первый раз участвующие в размножении, обычно приносят по одному теленку. Для лесостепной зоны установлено, что основное количество самок (70,6 %) приносит по два теленка, 17,6 % — по три, и 11,8 % — по одному. Учитывая отсутствие яловости и 100 %-ное участие всех половозрелых самок в размножении, репродуктивный потенциал популяции очень высок.

Но для расчета предпромысловых ресурсов необходимо знание успешности размножения, поскольку часть сеголетков в течение первого года жизни погибает от различных причин. Для определения названного показателя в 1990–2002 гг. проведено сравнение количества молодых особей около самки в начале ноября и конце февраля — начале марта (табл. 9). Получены следующие результаты: к началу ноября (по 80 семьям) величина выводка сокращается всего на 14,3 %, и в среднем на одну самку приходится по 1,8 косуленка. К началу марта эти цифры уже составляли соответственно 33,3 % и 1,4 сеголетка. Но при этом не учитывались особи, полностью потерявшие выводок. Фактически на самку приходится всего 0,75 сеголетка [2], а процент погибших достигает 64,3 %. Правда, считать последнюю цифру результатом только естественной гибели нельзя, так как с ноября и по декабрь, а браконьерски — в течение всего года, на косулю ведется охота, и около 25–30 % сеголетков отстреливается. Тем не менее даже с учетом этого 34,3–39,3 % молодых особей к концу зимы погибает от естественных причин.

Таблица 9

**Сравнение величины выводков косули в ноябре и феврале (1990–2002 гг.)**

Охотхозяйство	Встречено выводков (штук)	Величина выводка (особей)								
		ноябрь			$M \pm m$		февраль			$M \pm m$
		1	2	3			1	2	3	
Жамбылское	31	12	16	3	$1,7 \pm 0,54$	28	21	6	1	$1,3 \pm 0,43$
Мамлютское	10	3	7	—	$1,7 \pm 0,42$	9	6	3	—	$1,3 \pm 0,44$
Пригородное	24	9	13	2	$1,7 \pm 0,53$	22	16	5	1	$1,3 \pm 0,46$
Соколовское	9	2	6	1	$1,9 \pm 0,4$	8	5	3	—	$1,4 \pm 0,46$
Узункольское	6	—	4	2	$2,3 \pm 0,44$	5	3	2	—	$1,4 \pm 0,48$
Всего	80	26	46	8	$1,8 \pm 0,5$	72	44	26	2	$1,4 \pm 0,5$

В отдельные годы, как, например, зимой 2000–2001 г., когда глубина снежного покрова достигала 80–100 см, в отдельных лесных районах лесостепной зоны (Советское и Булаевское охотничьи хозяйства) была зафиксирована максимальная смертность в 80–90 % от общего числа сеголетков.

Таким образом, можно констатировать: причины, обусловившие понижающую динамику численности популяции косули в лесостепной зоне Северного Казахстана, имеют полигенетический характер, однако ведущая роль принадлежит охоте — за зимний период в отдельные годы популяция сокращается на 64,3 %, лишь изредка, в исключительно малоснежные годы, треть молодых особей погибает от естественных причин. Своего абсолютного оптимума популяция достигала в середине 90-х гг., когда после двукратного расширения площади биотопов плотность животных возросла до 70 голов/1000 га лесных массивов, достигая максимума в северных секторах Жамбылского района Северо-Казахстанской области. После окончательной стабилизации границ биотопов в 2006 г. деятельность лесостепных охотничьих хозяйств носит прогнозно-объяснительный характер и направлена на координацию усилий по расширенному воспроизводству численности этого ценного промыслового вида.

### *Литература*

1. *Байдавлетов Р.Ж., Мурзов В.Н.* Авиаучет копытных в Западном и Северном Казахстане // Животный мир Казахстана и проблемы его охраны. Алма-Ата, 1982. С. 13–15.
2. *Вилков В.С.* Состояние популяции сибирской косули в Казахстанском Приишимье // Ишим и Приишимье в панораме веков. Ишим: ИГПИ, 2002. С. 198–200.
3. *Данилкин А., Дарман Ю.* От дискуссий к действиям // Охота и охотничье хозяйство. 1987. № 4. С. 6–7.
4. *Данилкин А.А.* Млекопитающие России и сопредельных регионов: Олени. М.: ГЕОС, 1999. 552 с.
5. *Иванчев В.П.* Окский заповедник: история, люди, природа. Рязань: Русское слово, 2005. 449 с.
6. Методические указания по проведению внутрихозяйственного охотуустройства в Казахской ССР. Алма-Ата, 1991. 320 с.
7. *Поле В.Б.* Авиавизуальный учет косули и лося в Северном Казахстане // Труды Института зоологии АН КазССР. Т. 26. Алма-Ата, 1966. С. 186–192.
8. *Поле В.Б.* Размножение косули в Казахстане // Промысловые млекопитающие Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1973. С. 135–144.
9. *Соколов В.Е., Данилкин А.А.* Сибирская косуля. М.: Наука, 1981. 145 с.
10. *Штуббе К., Данилкин А.* Европейская и сибирская косули. М.: Наука, 1992. 218 с.

### *Literatura*

1. *Bajdayletov R.Zh., Murzov V.N.* Aviauchet kopy'tny'x v Zapadnom i Severnom Kazakhstane // Zhivotny'j mir Kazaxstana i problemy' ego ohrany'. Alma-Ata, 1982. S. 13–15.
2. *Vilkov V.S.* Sostoyanie populyacii sibirskoj kosuli v Kazaxstanskom Priishim'e // Ishim i Priishim'e v panorama vekov. Ishim: IGPI, 2002. S. 198–200.

3. *Danilkin A., Darman Yu.* Ot diskussij k dejstviyam // Oxota i oxotnich'e xozyajstvo. 1987. N 4. S.6–7.
4. *Danilkin A.A.* Mlekopitayushhie Rossii i sopredel'ny'x regionov: Olen'i. M.: GEOS, 1999. 552 s.
5. *Ivanchev V.P.* Okskij zapovednik: istoriya, lyudi, priroda. Ryazan': Russkoe slovo, 2005. 449 s.
6. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu vnutrixozyajstvennogo oxotustrojstva v Kazaxskoj SSR. Alma-Ata, 1991. 320 s.
7. *Pole V.B.* Aviavizua'nyj uchet kosuli i losya v Severnom Kazahstane// Trudy' Instituta zoologii AN KazSSR. Alma-Ata, 1966. T.26.S. 186–192.
8. *Pole V.B.* Razmnozhenie kosuli v Kazaxstane // Promy'slov'y'e mlekopitayuschie Kazaxstana. Alma-Ata: Nauka, 1973. S. 135–144.
9. *Sokolov V.E., Danilkin A.A.* Sibirskaya kosulya. M.:Nauka, 1981. 145 s.
10. *Shtubbe K., Danilkin A.* Evropejskaya i sibirskaya kosuli. M.: Nauka, 1992. 218 s.

*V.S. Vilkov,  
S.V. Pashkov*

### **The State of the Siberian Roe Deer Population in the Forest-Steppe of Northern Kazakhstan under Conditions of Anthropogenic Pressure**

The article analyzes the anthropogenic causes of the variation in the numbers of the roe deer population in the conditions of the forest-steppe of Northern Kazakhstan. It was found out that the species that has inhabited the territory more than 70 years ago temporarily expanded its biotope at the expense of abandoned lands in the 90s of the last century. The maximum number of animals dates back to the same period. And the main factor that continuously regulates the state of the population of the commercial species in question is hunting.

*Keywords:* roe deer; forest-steppe; hunting; Northern Kazakhstan; number.

## ФИЗИКА

В.А. Бубнов

### О постановке задач газовой динамики

В работе проводится критический анализ традиционной постановки задач газовой динамики, в частности обсуждается достоверность использования уравнения неразрывности сжимаемого газа. Приводятся уравнения автора, описывающие течение газа, в которых масса частицы изменяется в процессе движения. В рамках этих уравнений показано, что плотность газа зависит от модуля гидродинамической скорости. В качестве примера использования уравнений автора произведен расчет изменения плотности в смерчеподобном вихре.

*Ключевые слова:* частица жидкости; второе начало Ньютона; идеальная жидкость; адиабата Пуассона; изолированный вихрь; ускоренные и замедленные течения.

Общеизвестно, что для описания газодинамических течений используются уравнения движения идеальной жидкости в форме Эйлера следующего вида:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} &= - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}, \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} &= - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}, \\ \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} &= - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z}. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Здесь  $u, v, w$  — суть гидродинамической скорости вдоль осей  $x, y, z$  соответственно,  $t$  — время,  $p$  — давление и, наконец,  $\rho$  — плотность жидкости или газа.

В большинстве случаев предполагается, что плотность  $\rho$  есть известная функция от давления, и в качестве таковой используется адиабата Пуассона, имеющая следующую форму:

$$p = \text{const} \cdot \rho^\gamma = \frac{p_0}{\rho_0^\gamma} \cdot \rho^\gamma, \quad (2)$$

где  $\gamma$  — суть отношения теплоемкости при постоянном давлении к теплоемкости при постоянном объеме. Движения, в которых выполняется соотношение (2), называются баротропными.

Соотношения (1) и (2) содержат пять неизвестных: три составляющие скорости, давление и плотность; исходных уравнений всего четыре.

Чтобы исходную систему уравнений сделать полной, привлекается дополнительное соотношение, называемое уравнением неразрывности, одна из форм которого такова:

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad (3)$$

где использован так называемый оператор Эйлера

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} + w \frac{\partial}{\partial z}. \quad (4)$$

Теперь общеизвестная постановка задач газовой динамики сводится к пяти вышенаписанным соотношениям (1)–(3), содержащим такое же количество неизвестных.

Однако в научной литературе не содержится ни одной газодинамической задачи, решенной в такой постановке. С точки зрения физических процессов, происходящих в газодинамических течениях, такая постановка задачи газовой динамики ошибочна.

Действительно, система уравнений (1) получена из второго закона движения Ньютона, общепринятая векторная форма которого для материальной точки постоянной массы  $m$ , такова:

$$m \frac{d\vec{V}}{dt} = \vec{F}. \quad (5)$$

Здесь  $\vec{V}$  — вектор скорости материальной точки, составляющие которого на оси  $x, y, z$  суть  $u, v, w$  соответственно;  $\vec{F}$  — вектор силы, который в данном рассмотрении будет представлять поверхностную силу.

Для получения системы (1) составляющие на координатные оси  $x, y, z$  уравнения (5) применяются к частице жидкости, отличие которой от материальной точки состоит в том, что частица жидкости участвует в деформационном движении, поэтому производная по времени в левой части (5) заменяется оператором Эйлера (4). Далее массу  $m$ , отнесенную к единице объема частицы жидкости, заменяем плотностью  $\rho$ , а поверхностную силу  $\vec{F}$  выражаем через давление  $p$ .

Таким образом, система (1) есть аналог второго закона Ньютона, представленного в форме (5).

В механике же материальной точки, построенной на базе (5) ставятся две следующие задачи. Первая из них: по заданной силе (правая часть в (5)) необходимо определить кинематику материальной точки. Вторая задача: по заданной кинематике точки (левая часть в (5)) определить силу, являющуюся причиной движения.

Очевидно, что эти две задачи полностью переносятся и на систему уравнений газовой динамики в форме (1).

Действительно, если в системе (1) задать давление, как причину движения, а плотность  $\rho$  выразить через давление  $p$  по уравнению адиабаты Пуассона (2), то в данной системе будет содержаться только три неизвестных (скорости  $u, v, w$ ) и она будет замкнута, т. е. число уравнений равно числу неизвестных.

Из молекулярно-кинетических представлений следует, что система (1) описывает два вида движений. Первое из них — это тепловое движение молекул, через которое определяются давление и плотность, связанные адиабатой Пуассона. Второе движение — это наблюдаемое гидродинамическое движение со скоростями  $u, v, w$ .

Известно (см., например, [12]), что термодинамический процесс, идущий по адиабате Пуассона, происходит при постоянной энтропии, дифференциал которой определяется как отношение подведенного к системе количества тепла к температуре системы.

Рассматривая частицу жидкости как термодинамическую систему, последнее означает, что изменение  $p$  и  $\rho$  в системе (1) от одних значений к другим реализуется в рамках равновесной термодинамической системы; следовательно, гидродинамическое движение не влияет на тепловое, и они сосуществуют независимо друг от друга.

В рамках сказанного и при условии, что масса частицы жидкости не изменяется в процессе движения, связь плотности с гидродинамическими скоростями в форме (3) представляется некорректной.

Для анализа правомерности соотношения (3) рассмотрим метод вывода уравнения неразрывности, описанный Н.Е. Жуковским в [12].

В этой работе скорость деформационного движения частицы жидкости Н.Е. Жуковский определяет так:

$$\frac{\partial x}{\partial t} = \frac{\partial F}{\partial x}, \frac{\partial y}{\partial t} = \frac{\partial F}{\partial y}, \frac{\partial z}{\partial t} = \frac{\partial F}{\partial z},$$

где через  $F$  обозначена специальная функция.

$$F = \frac{1}{2}(\varepsilon_1 x^2 + \varepsilon_2 y^2 + \varepsilon_3 z^2 + 2\theta_1 yz + 2\theta_2 zx + 2\theta_3 xy), \quad (6)$$

для которой справедливо соотношение:

$$x \frac{\partial F}{\partial x} + y \frac{\partial F}{\partial y} + z \frac{\partial F}{\partial z} = 2F,$$

установленное Эйлером.

Коэффициенты в правой части (6) определяются через гидродинамические скорости  $u, v, w$  следующим образом:

$$\begin{aligned}\varepsilon_1 &= \frac{\partial u}{\partial x}, \varepsilon_2 = \frac{\partial v}{\partial y}, \varepsilon_3 = \frac{\partial w}{\partial z}, \\ 2\theta_1 &= \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z}, 2\theta_2 = \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x}, 2\theta_3 = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}.\end{aligned}$$

Функция (6) представляет уравнение поверхности второго порядка. Для перехода в этой функции к осям деформации необходимо специальным преобразованием получить новую форму этой функции, в которой присутствуют только члены с квадратами координат. Такая форма квадратичной поверхности называется канонической.

Н.Е. Жуковский переход от (6) к ее канонической форме реализовал приравниванием к нулю величины  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ , т. е. ввел следующие кинематические ограничения:

$$\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} = 0, \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} = 0, \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} = 0. \quad (7)$$

В результате чего поверхность  $F$  упрощается так:

$$F = \frac{1}{2}(\varepsilon_1 x^2 + \varepsilon_2 y^2 + \varepsilon_3 z^2) \quad (8)$$

Вид формы поверхности (8) означает, что прямоугольные оси координат  $x, y, z$  совпадают с главными осями деформации  $\xi, \eta, \zeta$ .

Для вычисления коэффициента кубического расширения частицы жидкости в [13] предполагается, что частица имеет форму шарика, уравнение которого такова:

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = a.$$

и определяется вид этого уравнения по прошествии времени  $dt$ . В результате такого анализа первоначальный объем сферы

$$V_0 = \frac{4}{3}\pi a^3.$$

превращается в объем эллипсоида:

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi a^3 (1 + \varepsilon_1 dt)(1 + \varepsilon_2 dt)(1 + \varepsilon_3 dt).$$

После чего в [13] под коэффициентом кубического расширения предлагается величина:

$$\theta = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta t} = \frac{(V_0 - V_1)}{V_0 \cdot \Delta t}, \quad (9)$$

которая из приведенных формул для  $V_0$  и  $V_1$  выражается через характеристики деформационного движения так:

$$\theta = -(\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3) = -\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}\right). \quad (10)$$

Если  $\theta = 0$ , что в свою очередь означает равенство объемов  $V_0$  и  $V_1$ , то

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \quad (11)$$

Уравнение (11) называют уравнением неразрывности для несжимаемой жидкости, и оно означает, что частица жидкости не расширяется при своем движении.

В работах автора [1–4] изложенный метод Жуковского обобщен на случай, когда ограничения (7) не постулируются и предложена следующая формула для коэффициента кубического расширения:

$$\theta = -(\varepsilon + Ad t + Bd t^2), \quad (12)$$

где

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3, \\ A &= \varepsilon_1 \varepsilon_2 + \varepsilon_1 \varepsilon_3 + \varepsilon_2 \varepsilon_3 - (\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2), \\ B &= \varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3 + 2\theta_1 \theta_2 \theta_3 - (\varepsilon_1 \theta_1^2 + \varepsilon_2 \theta_2^2 + \varepsilon_3 \theta_3^2). \end{aligned}$$

Искусственным путем в соотношения (10) и (12) можно ввести изменение плотности жидкости.

Действительно, частица жидкости характеризуется массой  $m$  и плотностью  $\rho$ , через которые объемы  $V_0$  и  $V$  определяются так:

$$V_0 = \frac{m_0}{\rho_0}, \quad V_1 = \frac{m_1}{\rho_1}. \quad (13)$$

Пусть масса частицы не изменяется, т. е.  $m = m_0 = m_1$ , тогда с учетом (13) для  $\theta$  получаем:

$$\theta = \frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_1 \cdot \Delta t} = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt}. \quad (14)$$

В таком случае, например, соотношение (10) принимает вид:

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \quad (15)$$

Уравнение (15) совпадает с уравнением (3), которое пытаются использовать при постановке задач газовой динамики.

Следует заметить, что при анализе плоских гидродинамических течений по изложенной методике вместо коэффициента кубического расширения имеет место коэффициент изменения площади частицы [4], который невозможно выразить через изменение плотности. Это, в свою очередь, ставит под сомнение соотношение (14).

Система уравнений (1) описывает течение жидкости или газа, в которых масса частицы жидкости остается постоянной в процессе движения. Это есть частный случай, который не всегда имеет место. Для построения системы уравнений механики жидкости или газа в более общем необходимо пересмотреть форму уравнения (5).

Известно, что Ньютона предложил только словесную формулировку второго закона движения. Формульный вид этого закона в форме (5) предложил Лагранж в своей знаменитой «Аналитической механике». В работе [7] показано, что если учитывать в полной мере словесную формулировку Ньютона, то второй закон движения необходимо представить так:

$$c \frac{d(m\vec{V})}{dt} = \vec{F}. \quad (16)$$

Здесь введен коэффициент пропорциональности  $C$ , который, с одной стороны, может приводить к одинаковой размерности правой и левой частей в (16), а с другой стороны, при общепринятых размерностях величин, входящих в (16), может быть отвлеченным числом. Более того, в [8] и [11] доказано, что при ускоренных течениях  $c > 0$ , а при замедленных  $c < 0$ .

В работах автора [5; 6] применяем уравнения Ньютона в форме (16) к анализу движения частицы жидкости получена новая система уравнений идеальной жидкости, которая имеет следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} c \left( \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) &= - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}, \\ c \left( \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) &= - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}, \\ c \left( \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) &= - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z}. \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Система уравнений (17) отличается от системы (1) наличием в левой части (17) множителя  $c$ , который для конкретных течений суть положительная величина, а для других замедленных течений является величиной отрицательной.

В работе автора [9] доказано, что в течениях, определяемых системой (17), скорость распространения энергии определяется формулой:

$$g = \frac{2\gamma}{(\gamma-1)} \sqrt{\frac{2p}{c\rho}}, \quad (18)$$

где, как и ранее,  $\gamma$  — отношение теплоемкостей. Эта формула при  $\gamma = 2$  и  $c = 4$  переходит в известную формулу Н.А. Умова [15], справедливую для идеальной несжимаемой жидкости, движение которой описываются уравнениями Эйлера.

Формула (18) показывает, что скорость  $g$  распространения энергии пропорциональна величине  $\sqrt{\frac{p}{\rho}}$ , которая известна как формула Ньютона для определения скорости звука.

При выводе уравнений (17) полагается переменность массы  $m$  частицы жидкости, из чего следует, что плотность  $\rho$  зависит не только от давления, но и от гидродинамических скоростей  $u, v, w$ .

Для определения зависимости массы частицы жидкости от гидродинамических скоростей  $u, v, w$  перепишем векторное уравнение (16) для указанных скоростей. Тогда будет иметь:

$$\left. \begin{aligned} cm \frac{du}{dt} + cu \frac{dm}{dt} &= X, \\ m \frac{dv}{dt} + cv \frac{dm}{dt} &= Y, \\ m \frac{dw}{dt} + cw \frac{dm}{dt} &= Z. \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Здесь  $X, Y, Z$  — проекции силы на оси  $x, y, z$  соответственно.

Понятие живой силы материального тела было введено Иоганном Бернули (см: [11]). Согласно его представлениям, живая сила материального тела определяется как величина, пропорциональная произведению массы тела на квадрат его скорости. В данном рассмотрении, в соответствии с этим определением, живую силу частицы жидкости определим так:

$$T = c_2 mg^2, \quad (20)$$

где  $c_2$  — эмпирический коэффициент пропорциональности.

Теперь рассмотрим первое уравнение системы (19), и в нем силу  $X$  выразим через изменение во времени живой силы частицы жидкости. Действительно,

работа этой силы, отнесенная к единице времени, равна  $X \cdot u$ , а изменение живой силы равняется  $\frac{dT}{dt}$ . Приравниваем эти величины и получаем:

$$X \cdot u = \frac{dT}{dt} = c_2 g^2 \frac{dm}{dt}.$$

Из этого равенства определяем  $X$  и подставляем в первое соотношение системы (19), в результате получаем:

$$cm \frac{du}{dt} + cu \frac{dm}{dt} = \frac{c_2 g^2}{u} \frac{dm}{dt}. \quad (21)$$

Далее введем дополнительные обозначения:  $\frac{u^2}{g^2} = \beta^2$  и  $\frac{c}{c^2} = \alpha$ , которые позволяют равенству (21) придать вид, удобный для интегрирования:

$$\frac{\alpha \beta d\beta}{(1 - \alpha \beta^2)} = \frac{dm}{m}.$$

Производя интегрирования в этом соотношении, получаем:

$$\ln m = -\frac{1}{2} \ln(1 - \alpha \beta^2) + \ln m_0.$$

Теперь здесь освободимся от логарифмов, после чего имеем:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \alpha \beta^2}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{g_0^2}}}, \quad (22)$$

где введена новая величина скорости:

$$g_0 = \frac{\gamma}{(\gamma - 1)} \frac{2\sqrt{2c_2}}{c} \sqrt{\frac{p}{\rho}}. \quad (23)$$

Произведя аналогичное интегрирование во втором и третьем соотношениях системы (19), получаем:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{g_0^2}}}, \quad m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{g_0^2}}}. \quad (24)$$

Каждая из формул в (22) и (24) определяет зависимость массы частицы жидкости от одной из скоростей  $u$ ,  $v$ ,  $w$ . Чтобы получить зависимость массы  $m$  от  $V^2 = u^2 + v^2 + w^2$ , напишем следующее соотношение:

$$\frac{1}{m^2(u)} + \frac{1}{m^2(v)} + \frac{1}{m^2(w)} = \frac{1}{m^2(u, v, w)}. \quad (25)$$

Это соотношение переходит в очевидное тождество, если  $m(u) = m(v) = m(w) = m(u, v, w) = m$ . После подстановки (22) и (24) в (25) нетрудно получить разыскиваемую зависимость массы от квадрата гидродинамической скорости:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{3g_0^2}}}. \quad (26)$$

Отнеся массы  $m$  и  $m_0$  к величине объема частицы жидкости, получаем из (26) зависимость плотности от квадрата гидродинамической скорости, а именно:

$$\rho = \frac{\rho_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{3g_0^2}}}. \quad (27)$$

Полученное значение плотности содержит в себе зависимость от двух величин: от  $V^2$  и от величины  $\rho_0$ , которая зависит от давления, например, в рамках адиабаты Пуассона. Таким образом, формула (27) устанавливает изменения плотности от теплового и гидродинамического движений.

Если формулу (27) подставить в систему (17), рассматривать стационарные потенциальные течения, то общеизвестным примером (см., например, [12]) можно получить следующее соотношение в дифференциалах:

$$\frac{cdV^2}{2\sqrt{1 - \frac{V^2}{3g_0^2}}} = -\frac{1}{\rho_0} dp. \quad (28)$$

Далее ограничимся случаем, когда:

$$\left(1 - \frac{V^2}{3g_0^2}\right)^{-\frac{1}{2}} = 1 + \frac{V^2}{6g_0^2} + \dots, \quad (29)$$

что позволяет соотношение (28) переписать так:

$$\frac{c}{2} \left( 1 + \frac{V^2}{6g_0^2} \right) dV^2 = - \frac{1}{\rho_0} dp.$$

В рамках равновесной термодинамической системы под  $\rho_0$  будем подразумевать текущее значение  $\rho$ , т. е. по адиабате Пуассона считаем, что  $p = \rho_0^\gamma = \rho^\gamma$ . Теперь для ускоренных течений слева и справа в (29) возьмем определенные интегралы:

$$\frac{c}{2} \int_0^V \left( 1 + \frac{V^2}{6g_0^2} \right) dV^2 = - \int_{p_0}^p \frac{1}{\rho_0} dp.$$

В результате интегрирования получаем:

$$\frac{c}{2} V^2 \left( 1 + \frac{V^2}{12g_0^2} \right) + \frac{\gamma}{(\gamma-1)} \frac{p}{\rho} = \frac{\gamma}{(\gamma-1)} \frac{p_0}{\rho_0}. \quad (30)$$

Уравнение (30) устанавливает связь между скоростью, давлением и плотностью в изолированных течениях, т. е. в газодинамических течениях в условиях постоянства энтропии. Если вторым слагаемым в скобках соотношения (30) пренебречь, то получим

$$\frac{cV^2}{2} + \frac{\gamma}{(\gamma-1)} \frac{p}{\rho} = \frac{\gamma}{(\gamma-1)} \frac{p_0}{\rho_0}. \quad (31)$$

Уравнение (31) подробно исследовано в [12].

В качестве еще одного примера газодинамических течений рассмотрим движение в изолированном вихре. Согласно данным в [10], изолированный вихрь представляет собой полую вихревую трубку, стенки которой сформированы уплотненной газовой средой, благодаря которой контур вихря выделяется на фоне окружающей среды. В то же самое время этот контур, представляющий границы вихря, разделяет область газодинамических течений на два. В одной из них, внутри вихря окружная скорость возрастает до максимальной на границе по закону  $v = \omega r$  ( $\omega$  — угловая скорость,  $r$  — радиус, измеряемый от осевой линии вихря). Вторая область от максимального радиуса  $r_m$  до бесконечности определяет течение, в котором окружная скорость уменьшается по закону  $vr^n = const = v_m r_m^n$  (здесь  $v_m$  — максимальная окружная скорость).

По данным [10], указанная граница изолированного вихря определяется поведением в зависимости от радиуса, проекцией на ось  $z$  роторной скорости. Эта величина по окружности скорости  $v$  определяется так:

$$\left( \operatorname{rot} \vec{V} \right)_z = \omega_z = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial v}{\partial r} + \frac{v}{r} \right). \quad (32)$$

В простейшем случае [10], когда движение в изолированном вихре определяется только окружной скоростью  $v$ , кинематика вихря такова:

при  $0 \leq r \leq r_m$ ,  $v = \omega r$ ,  $v_m = \omega r_m$ ,  $\omega_z = 0$ ;

при  $r_m \leq r < \infty$ ,  $v \cdot r^n = v_m r_m^n$ ,  $v = \frac{v_m r_m^n}{r^n} = \frac{c_3}{r_n}$ ,  $\omega_z = -\frac{c_3(n-1)}{r^{n+1}}$ .

В цилиндрической системе координат, в рамках приведенных кинематических соотношений система уравнений (17) сводится к одному уравнению для окружной скорости  $v$ , а именно

$$c \frac{v^2}{r} = \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dr}. \quad (33)$$

Теперь произведем интегрирование в (33) при  $0 \leq r \leq r_m$ , т. е. во внутренней части вихря. Это позволяет соотношение (33) переписать так:

$$c \int_0^r \frac{v^2}{r} dr = \int_{\rho_0}^{\rho} \frac{dp}{\rho}. \quad (34)$$

При вычислении интегралов в (34) используем кинематику внутренней части вихря и уравнение Пуассона (2). Нетрудно показать, что после интегрирования соотношение (34) становится таким:

$$c \frac{\omega^2 r^2}{2} = c_4 \left( \rho^{\gamma-1} - \rho_0^{\gamma-1} \right) = c_4 \Delta \rho^{\gamma-1},$$

которое при позволяет определить увеличение плотности  $\rho$  с увеличением радиуса  $r$  согласно соотношению:

$$\rho = \rho_0 + \frac{c}{c_4} \frac{\omega^2 r^2}{2}, \quad (35)$$

где  $c_4 = \frac{P_0}{\rho_0^{\gamma}} \frac{\gamma}{(\gamma-1)}$ .

Кинетическую энергию внутренней части вихря будем вычислять по формуле:

$$E = \int_0^{r_m} 2\pi r \rho \frac{v^2}{2} dr, \quad (36)$$

которая с учетом кинематики внутренней части вихря и соотношения (35) приводит к следующей формуле для величины энергии, отнесенной к площади внутренней части вихря:

$$\frac{E}{\pi r_m^2} = \rho_0 v_m^2 \left( \frac{1}{4} + \frac{c}{24} \frac{\rho_0 v_m^2}{\rho_0} \right). \quad (37)$$

Для анализа течения во внешней части вихря ( $r_m \leq r \leq R$ ) необходимо иметь в виду, что здесь течение замедленное и в (33) надо положить  $c = -c_1$ , причем  $c_1 > 0$ , а интегрирование в (33) произвести следующим образом:

$$-c_1 \int_r^R \frac{v^2}{r} dr = \int_{\rho}^{\rho_0} \frac{dp}{\rho}. \quad (38)$$

Интегрирование в (38) производим при  $\gamma = 2$  и  $R = \infty$ , тогда получаем:

$$\frac{c_1 c_3^2}{2n} \frac{1}{r^{2n}} = c_4 \Delta \rho. \quad (39)$$

Из (39) определяем плотность  $\rho$  следующим образом:

$$\rho = \rho_0 + c_1 \frac{c_5}{r^{2n}}, \quad (40)$$

$$\text{где } c_5 = \frac{c_3^2}{2nc_4} = \frac{v_m^2 r_m^{2n} \rho_0^2}{4np_0}.$$

Формула (40) и кинематика внешней части вихря позволяют кинетическую энергию этой части вихря определить так:

$$E = \pi c_3^2 \left\{ \rho_0 \int_{r_m}^R \frac{dr}{r^{2n-1}} + c_1 c_5 \int_{r_m}^R \frac{dr}{r^{4n-1}} \right\}. \quad (41)$$

В этой формуле особое место имеет случай  $n = 1$ , что соответствует  $\omega_z = 0$ , т. е. потенциальному течению во внешней части вихря. Вычисления по (41) для этих условий приводят к следующему результату:

$$\frac{E}{\pi r_m^2} = \rho_0 v_m^2 \left( \ln \frac{R}{r_m} + c_1 \frac{\rho_0 v_m^2}{8p_0} \right). \quad (42)$$

Если в (42) устремить радиус  $R$  к бесконечности, то энергия  $E$ , необходимая для поддержания вихря, также стремится к бесконечности, что, в свою очередь, свидетельствует о невозможности существования в природе изолированных вихрей. Это факт [14] назван парадоксом Феликса Клейна.

Если же интегрирования в (41) произвести при  $n \neq 1$ , то нетрудно показать, что во внешней части вихря:

$$\frac{E_m}{\pi r_m^2} = \rho_0 v_m^2 \left[ \frac{1}{2(n-1)} + \frac{c_1}{8n(2n-1)} \frac{\rho_0 v_m^2}{p_0} \right]. \quad (43)$$

Формула (43) исключает вышеназванный парадокс и по форме совпадает с формулой (37), но количественно от нее отличается. Существенное количественное отличие вносят различные числовые значения коэффициентов  $c$  и  $c_2$ , которые согласно [11] определяют характер ускорительных и замедленных движений во внутренних и внешних областях изолированного вихря.

### Литература

1. Бубнов В.А. О деформационных движениях частицы жидкости // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2008. № 1 (20). С. 71–77.
2. Бубнов В.А. Некоторые замечания о потенциальных гидродинамических течениях // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2010. № 2 (6). С. 7–13.
3. Бубнов В.А. Замечания к выводу уравнения неразрывности гидродинамических течений // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2011. № 1 (5). С. 7–15.
4. Бубнов В.А. Кинематика частицы жидкости в плоских гидродинамических течениях // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2010. № 1 (5). С. 61–65.
5. Бубнов В.А. Об изменении плотности в гидродинамическом потоке // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2014. № 4 (16). С. 9–20.
6. Бубнов В.А. Об уточнении уравнений гидродинамики идеальной жидкости // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 2 (18). С. 9–15.
7. Бубнов В.А. Об одном толковании второго закона Ньютона // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2016. № 4 (24). С. 45–50.
8. Бубнов В.А. Механика заряженной частицы // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2017. № 1 (25). С. 63–74.
9. Бубнов В.А. О скорости распространения энергии в гидродинамическом потоке // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2017. № 2 (26). С. 48–58.
10. Бубнов В.А. Об ускорительных и замедляющих движениях в рамках второго закона Ньютона // Потенциал. 2017. № 4. С. 76–80.
11. Бубнов В.А. Гидродинамика: Механика частицы жидкости. М.: ЛЕНАНД, 2018. 304 с.
12. Жуковский Н.Е. Кинематика жидкого тела: Гидродинамика // Жуковский Н.Е. Полн. соб. соч. / ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского; Комитет по увековечению памяти Н.Е. Жуковского; ред. коллегия: С.А. Чаплыгин, А.Н. Некрасов, В.А. Архангельский и др. Т. II. М.–Л.: ОНТИ СССР, 1935. 357 с.

13. Кастерин Н.П. Устранение аэродинамического парадокса Феликса Клейна // Вестник Московского университета. 1949. № 10. С. 45–50.
14. Умов Н.А. Уравнения движения энергии в телах // Умов Н.А. Избранные сочинения / под ред. А.С. Предводителева. М.–Л.: Гос. изд. тех-теор. лит., 1950. С. 45–50.
15. Bubnov V.A. Convective Heat and Mass Transfer in Insulated Trailing Swirl. New-York: Begell Hause Inc. Publishers, 1998. 174 p.

### *Literatura*

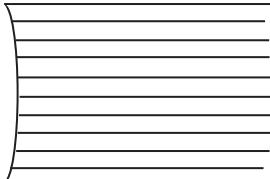
1. Bubnov V.A. O deformacionnyx dvizheniyax chasticzy' zhidkosti // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2008. № 1 (20). S. 71–77.
2. Bubnov V.A. Nekotory'e zamechaniya o potencial'nyx gidrodinamicheskix techeniyax // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2010. № 2 (6). S. 7–13.
3. Bubnov V.A. Zamechaniya k vy'vodu uravneniya nerazry'vnosti gidrodinamicheskix techenij // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2011. № 1 (5). S. 7–15.
4. Bubnov V.A. Kinematika chasticzy' zhidkosti v ploskix hidrodinamicheskix techeniyax // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2010. № 1 (5). S. 61–65.
5. Bubnov V.A. Ob izmenenii plotnosti v hidrodinamicheskem potoke // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2014. № 4 (16). S. 9–20.
6. Bubnov V.A. Ob utochnenii uravnenij hidrodinamiki ideal'noj zhidkosti // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvennye nauki». 2015. № 2 (18). S. 9–15.
7. Bubnov V.A. Ob odnom tolkovanii vtorogo zakona N'yutona // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2016. № 4 (24). S. 45–50.
8. Bubnov V.A. Mexanika zaryazhennoj chasticzy' // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2017. № 1 (25). S. 63–74.
9. Bubnov V.A. O skorosti rasprostraneniya e'nergii v hidrodinamicheskem potoke // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2017. № 2 (26). S. 48–58.
10. Bubnov V.A. Ob uskoritel'nyx i zamedlyayushhix dvizheniyax v ramkax vtorogo zakona N'yutona // Potencial. 2017. № 4. S. 76–80.
11. Bubnov V.A. Gidrodinamika: Mexanika chasticzy' zhidkosti. M.: LENAND, 2018. 304 s.
12. Zhukovskij N.E. Kinematika zhidkogo tela: Gidrodinamika // Zhukovskij N.E. Poln. sob. soch. / CAGI im. N.E. Zhukovskogo; Komitet po uvekovecheniyu pamyati N.E. Zhukovskogo; red. kollegiya: S.A. Chaply'gin, A.N. Nekrasov, V.A. Arxangel'skij i dr. T. II. M.–L.: ONTI SSSR, 1935. 357 s.
13. Kasterin N.P. Ustranenie ae'rodinamicheskogo paradoksa Feliksa Klejna // Vestnik Moskovskogo universiteta. 1949. № 10. S. 45–50.
14. Umov N.A. Uravneniya dvizheniya e'nergii v telax // Umov N.A. Izbrannye sochineniya / pod red. A.S. Predvoditeleva. M.–L.: Gos. izd. tex-teor. lit., 1950. S. 45–50.
15. Bubnov V.A. Convective Heat and Mass Transfer in Insulated Trailing Swirl. New-York: Begell Hause Inc. Publishers, 1998. 174 p.

*V.A. Bubnov*

### On the Statement of the Problems of Gas Dynamics

A critical analysis of the traditional formulation of gas dynamics problems is carried out in the work. In particular, the reliability of the use of the equation of continuity of a compressible gas is discussed in the article. The equations of the author describing the gas flow in which the mass of a particle changes in the course of motion are given. Within the framework of these equations, it is shown that the gas density depends on the modulus of hydrodynamic velocity. As an example of the use of the author's equations, a calculation of the density variation in a tornado-like vortex is made.

*Keywords:* a particle of liquid; Newton's second law (principle); ideal fluid; Poisson's adiabat; isolated vortex; accelerated and retarded currents.



## МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Н.И. Попов,  
Н.А. Адиганова**

### Об одной математической модели биологической задачи «хищник – жертва»

Для одной математической модели «хищник – жертва» получено аналитическое решение уравнений Лотки – Вольтерры.

*Ключевые слова:* модель «хищник – жертва»; аналитическое решение.

**В** трудах А.Д. Лотки [10] и В. Вольтерры [2] была предложена математическая модель взаимодействующих популяций, описывающая существование двух видов — популяций жертв и хищников. Варианты указанной модели и сходных с ней для описания различных процессов в биологии, экологии, медицине и социальных исследованиях рассмотрены в работах [1; 3–7; 9].

Пусть  $X_1(t)$  — численность жертв,  $X_2(t)$  — численность хищников в момент времени  $t$ ;  $a_1, a_2, b_1, b_2$  — положительные постоянные. Исследуемые уравнения модели «хищник – жертва» имеют вид:

$$\begin{cases} \frac{dX_1}{dt} = a_1 X_1 - b_2 X_1 X_2, \\ \frac{dX_2}{dt} = -a_2 X_2 + b_1 X_1 X_2. \end{cases} \quad (1)$$

В данной статье приведем аналитическое решение уравнений (1) и сравним его с решениями, полученными численными методами.

Представим функцию  $X(t)$  в виде:

$$X_i(t) = X_{i0} + \tilde{X}_i(t), \quad (2)$$

где  $i = 1,2$ ,  $X_{10} = a_2/b_1$ ,  $X_{20} = a_1/b_2$  — равновесные значения численности популяций, а  $\tilde{X}_i(t)$  — отличие от равновесных значений. С использованием (2) преобразуем систему (1):

$$\begin{cases} \frac{d\tilde{X}_1}{dt} = -\frac{a_2 b_2}{b_1} \tilde{X}_2 - b_2 \tilde{X}_1 \tilde{X}_2, \\ \frac{d\tilde{X}_2}{dt} = \frac{a_1 b_1}{b_2} \tilde{X}_1 + b_1 \tilde{X}_1 \tilde{X}_2. \end{cases} \quad (3)$$

В систему (3) введем величину  $\varepsilon$ , полагая, что  $\varepsilon = \text{const} \ll 1$ . При преобразованиях примем следующие обозначения и допущения

$$b_1 = b_2, \quad a_1 = a_2, \quad \frac{a_2 b_2}{b_1} dt = \frac{a_1 b_1}{b_2} dt = d\tau, \quad \frac{b_1}{a_2} = \frac{b_2}{a_1} \varepsilon \ll 1,$$

Получим:

$$\begin{cases} \frac{d\tilde{X}_1}{d\tau} = -\tilde{X}_2 - \varepsilon \tilde{X}_1 \tilde{X}_2, \\ \frac{d\tilde{X}_2}{d\tau} = \tilde{X}_1 + \varepsilon \tilde{X}_1 \tilde{X}_2. \end{cases} \quad (4)$$

Отметим, что если допустить  $b_1/a_2 \approx b_2/a_1 = \varepsilon$ , то математические вычисления проводятся аналогично.

Решение системы (4) будем искать в виде следующих разложений с использованием  $\varepsilon$ :

$$\begin{cases} \tilde{X}_1(\tau) = n_1(\tau) + \varepsilon n_2(\tau) + \varepsilon^2 n_3(\tau), \\ \tilde{X}_2(\tau) = m_1(\tau) + \varepsilon m_2(\tau) + \varepsilon^2 m_3(\tau). \end{cases} \quad (5)$$

Подставляя (5) в (4), получаем уравнения:

$$\begin{cases} \frac{dn_1}{d\tau} + \varepsilon \frac{dn_2}{d\tau} + \varepsilon^2 \frac{dn_3}{d\tau} = -m_1 - \varepsilon m_2 - \varepsilon^2 m_3 - \varepsilon(n_1 + \varepsilon n_2 + \varepsilon^2 n_3)(m_1 + \varepsilon m_2 + \varepsilon^2 m_3), \\ \frac{dm_1}{d\tau} + \varepsilon \frac{dm_2}{d\tau} + \varepsilon^2 \frac{dm_3}{d\tau} = n_1 + \varepsilon n_2 + \varepsilon^2 n_3 + \varepsilon(n_1 + \varepsilon n_2 + \varepsilon^2 n_3)(m_1 + \varepsilon m_2 + \varepsilon^2 m_3). \end{cases} \quad (6)$$

Выделяя теперь в (6) слагаемые с  $\varepsilon^0, \varepsilon^1, \varepsilon^2$ , будем иметь:

$$\varepsilon^0 : \begin{cases} \frac{dn_1}{d\tau} = -m_1, \\ \frac{dm_1}{d\tau} = n_1, \end{cases} \quad (7)$$

$$\varepsilon^1 : \begin{cases} \frac{dn_2}{d\tau} = -m_2 - n_1 m_1, \\ \frac{dm_2}{d\tau} = n_2 + n_1 m_1, \end{cases} \quad (8)$$

$$\varepsilon^2 : \begin{cases} \frac{dn_3}{d\tau} = -m_3 - n_1 m_2 - n_2 m_1, \\ \frac{dm_3}{d\tau} = n_3 + n_2 m_1 + n_1 m_2. \end{cases} \quad (9)$$

Система уравнений (7) имеет решение:

$$\begin{cases} m_1(\tau) = C_1 \cos \tau + C_2 \sin \tau, \\ n_1(\tau) = -C_1 \sin \tau + C_2 \cos \tau. \end{cases}$$

Решение уравнений (8) запишется в виде:

$$\begin{cases} m_2(\tau) = C_1 \cos \tau + C_2 \sin \tau + \left( \frac{1}{3} C_1^2 - \frac{1}{3} C_2^2 + \frac{1}{3} C_1 C_2 \right) \cos 2\tau + \\ + \left( \frac{2}{3} C_1 C_2 - \frac{1}{6} C_1^2 + \frac{1}{6} C_2^2 \right) \sin 2\tau, \\ n_2(\tau) = -C_1 \sin \tau + C_2 \cos \tau + \left( \frac{1}{3} C_1 C_2 - \frac{1}{3} C_1^2 + \frac{1}{3} C_2^2 \right) \cos 2\tau + \\ + \left( -\frac{1}{6} C_1^2 + \frac{1}{6} C_2^2 - \frac{2}{3} C_1 C_2 \right) \sin 2\tau. \end{cases}$$

Решение системы (9) имеет вид:

$$\begin{cases} m_3(\tau) = C_1 \cos \tau + C_2 \sin \tau + \left( \frac{1}{24} C_1^3 + \frac{1}{24} C_1 C_2^2 + \left( -\frac{1}{12} C_2^3 - \frac{1}{12} C_1^2 C_2 \right) \tau \right) \cos \tau + \\ + \left( \frac{1}{24} C_2^3 + \frac{1}{24} C_1^2 C_2 + \left( \frac{1}{12} C_1^3 + \frac{1}{12} C_1 C_2^2 \right) \tau \right) \sin \tau + \left( \frac{2}{3} C_1 C_2 - \frac{2}{3} C_2^2 + \frac{2}{3} C_1^2 \right) \cos 2\tau + \\ + \left( \frac{4}{3} C_1 C_2 + \frac{1}{3} C_2^2 - \frac{1}{3} C_1^2 \right) \sin 2\tau + \left( \frac{1}{16} C_1^3 - \frac{1}{8} C_2^3 + \frac{3}{8} C_1^2 C_2 - \frac{3}{16} C_1 C_2^2 \right) \cos 3\tau + \end{cases}$$

$$\left\{
\begin{aligned}
& + \left( -\frac{1}{8}C_1^3 - \frac{1}{16}C_2^3 + \frac{3}{16}C_1^2C_2 + \frac{3}{8}C_1C_2^2 \right) \sin 3\tau, \\
n_3(\tau) = & -C_1 \sin \tau + C_2 \cos \tau + \left( \left( \frac{1}{12}C_1^3 + \frac{1}{12}C_1C_2^2 \right) \tau + \frac{1}{24}C_2^3 + \frac{1}{12}C_1^3 + \frac{1}{24}C_1^2C_2 + \right. \\
& + \frac{1}{12}C_1C_2^2 \Big) \cos \tau + \left( \left( \frac{1}{12}C_2^3 + \frac{1}{12}C_1^2C_2 \right) \tau - \frac{1}{24}C_1^3 + \frac{1}{12}C_2^3 - \frac{1}{24}C_1C_2^2 + \frac{1}{12}C_1^2C_2 \right) \sin \tau + \\
& + \left( \frac{2}{3}C_1C_2 + \frac{2}{3}C_2^2 - \frac{2}{3}C_1^2 \right) \cos 2\tau + \left( -\frac{4}{3}C_1C_2 + \frac{1}{3}C_2^2 - \frac{1}{3}C_1^2 \right) \sin 2\tau + \left( -\frac{1}{8}C_1^3 + \frac{1}{16}C_2^3 - \right. \\
& \left. \left. - \frac{3}{16}C_1^2C_2 + \frac{3}{8}C_1C_2^2 \right) \cos 3\tau + \left( \frac{1}{16}C_1^3 + \frac{1}{8}C_2^3 - \frac{3}{8}C_1^2C_2 - \frac{3}{16}C_1C_2^2 \right) \sin 3\tau.
\end{aligned}
\right.$$

Подставим полученные решения систем (7)–(9) в (5), а затем значения  $\tilde{X}_1(\tau)$ ,  $\tilde{X}_2(\tau)$  в (2), учитывая при этом, что  $\tau = pt + \phi$ ,  $p = \frac{a_2b_2}{b_1} = \frac{a_1b_1}{b_2}$ . Данные преобразования приводят к окончательным соотношениям:

$$\left\{
\begin{aligned}
X_1(t) = & \frac{a_2}{b_1} + \left( -C_1 - \varepsilon C_1 - \varepsilon^2 C_1 + \varepsilon^2 \left( \left( \frac{1}{12}C_2^3 + \frac{1}{12}C_1^2C_2 \right) (pt + \phi) - \frac{1}{24}C_1^3 + \right. \right. \\
& \left. \left. + \frac{1}{12}C_2^3 - \frac{1}{24}C_1C_2^2 + \frac{1}{12}C_1^2C_2 \right) \right) \sin(pt + \phi) + \left( C_2 + \varepsilon C_2 + \varepsilon^2 C_2 + \right. \\
& \left. + \varepsilon^2 \left( \left( \frac{1}{12}C_1^3 + \frac{1}{12}C_1C_2^2 \right) (pt + \phi) + \frac{1}{24}C_2^3 + \frac{1}{12}C_1^3 + \frac{1}{24}C_1^2C_2 + \frac{1}{12}C_1C_2^2 \right) \right) \cdot \\
& \cdot \cos(pt + \phi) + \left( \varepsilon \left( -\frac{1}{6}C_1^2 + \frac{1}{6}C_2^2 - \frac{2}{3}C_1C_2 \right) + \varepsilon^2 \left( -\frac{4}{3}C_1C_2 + \frac{1}{3}C_2^2 - \frac{1}{3}C_1^2 \right) \right) \cdot \\
& \cdot \sin(2pt + 2\phi) + \left( \varepsilon \left( \frac{1}{3}C_1C_2 - \frac{1}{3}C_1^2 + \frac{1}{3}C_2^2 \right) + \varepsilon^2 \left( \frac{2}{3}C_1C_2 + \frac{2}{3}C_2^2 - \frac{2}{3}C_1^2 \right) \right) \cdot \\
& \cdot \cos(2pt + 2\phi) + \varepsilon^2 \left( -\frac{1}{8}C_1^3 + \frac{1}{16}C_2^3 - \frac{3}{16}C_1^2C_2 + \frac{3}{8}C_1C_2^2 \right) \cos(3pt + 3\phi) + \\
& + \varepsilon^2 \left( \frac{1}{16}C_1^3 + \frac{1}{8}C_2^3 - \frac{3}{8}C_1^2C_2 - \frac{3}{16}C_1C_2^2 \right) \sin(3pt + 3\phi), \\
X_2(t) = & \frac{a_1}{b_2} + \left( C_1 + \varepsilon C_1 + \varepsilon^2 C_1 + \varepsilon^2 \left( \left( -\frac{1}{12}C_2^3 - \frac{1}{12}C_1^2C_2 \right) (pt + \phi) + \frac{1}{24}C_1^3 + \frac{1}{24}C_1C_2^2 \right) \right) \cdot \\
& \cdot \cos(pt + \phi) + \left( C_2 + \varepsilon C_2 + \varepsilon^2 C_2 + \varepsilon^2 \left( \left( \frac{1}{12}C_1^3 + \frac{1}{12}C_1C_2^2 \right) (pt + \phi) + \frac{1}{24}C_2^3 + \frac{1}{24}C_1^2C_2 \right) \right) \cdot \\
& \cdot \sin(pt + \phi) + \left( \varepsilon \left( \frac{1}{3}C_1^2 - \frac{1}{3}C_2^2 + \frac{1}{3}C_1C_2 \right) + \varepsilon^2 \left( \frac{2}{3}C_1C_2 - \frac{2}{3}C_2^2 + \frac{2}{3}C_1^2 \right) \right).
\end{aligned}
\right. \tag{10}$$

$$\begin{aligned}
 & \cdot \cos(2pt + 2\phi) + \left( \varepsilon \left( \frac{2}{3}C_1C_2 - \frac{1}{6}C_1^2 + \frac{1}{6}C_2^2 \right) + \varepsilon^2 \left( \frac{4}{3}C_1C_2 + \frac{1}{3}C_2^2 - \frac{1}{3}C_1^2 \right) \right) \cdot \\
 & \cdot \sin(2pt + 2\phi) + \varepsilon^2 \left( \frac{1}{16}C_1^3 - \frac{1}{8}C_2^3 + \frac{3}{8}C_1^2C_2 - \frac{3}{16}C_1C_2^2 \right) \cos(3pt + 3\phi) + \\
 & + \varepsilon^2 \left( -\frac{1}{8}C_1^3 - \frac{1}{16}C_2^3 + \frac{3}{16}C_1^2C_2 + \frac{3}{8}C_1C_2^2 \right) \sin(3pt + 3\phi).
 \end{aligned}$$

Если ввести следующие обозначения, то:

$$A_1 = C_2 + \varepsilon C_2 + \varepsilon^2 C_2 + \varepsilon^2 \left( \frac{1}{24}C_2^3 + \frac{1}{12}C_1^3 + \frac{1}{24}C_1^2C_2 + \frac{1}{12}C_1C_2^2 \right),$$

$$A_2 = \varepsilon^2 \left( \frac{1}{12}C_1^3 + \frac{1}{12}C_1C_2^2 \right),$$

$$A_3 = -C_1 - \varepsilon C_1 - \varepsilon^2 C_1 + \varepsilon^2 \left( -\frac{1}{24}C_1^3 + \frac{1}{12}C_2^3 - \frac{1}{24}C_1C_2^2 + \frac{1}{12}C_1^2C_2 \right),$$

$$A_4 = \varepsilon^2 \left( \frac{1}{12}C_2^3 + \frac{1}{12}C_1^2C_2 \right),$$

$$A_5 = \varepsilon \left( \frac{1}{3}C_1C_2 - \frac{1}{3}C_1^2 + \frac{1}{3}C_2^2 \right) + \varepsilon^2 \left( \frac{2}{3}C_1C_2 + \frac{2}{3}C_2^2 - \frac{2}{3}C_1^2 \right),$$

$$A_6 = \varepsilon \left( -\frac{1}{6}C_1^2 + \frac{1}{6}C_2^2 - \frac{2}{3}C_1C_2 \right) + \varepsilon^2 \left( -\frac{4}{3}C_1C_2 + \frac{1}{3}C_2^2 - \frac{1}{3}C_1^2 \right),$$

$$A_7 = \varepsilon^2 \left( -\frac{1}{8}C_1^3 + \frac{1}{16}C_2^3 - \frac{3}{16}C_1^2C_2 + \frac{3}{8}C_1C_2^2 \right),$$

$$A_8 = \varepsilon^2 \left( \frac{1}{16}C_1^3 + \frac{1}{8}C_2^3 - \frac{3}{8}C_1^2C_2 - \frac{3}{16}C_1C_2^2 \right),$$

$$B_1 = C_1 + \varepsilon C_1 + \varepsilon^2 C_1 + \varepsilon^2 \left( \frac{1}{24}C_1^3 + \frac{1}{24}C_1C_2^2 \right),$$

$$B_2 = \varepsilon^2 \left( -\frac{1}{12}C_2^3 - \frac{1}{12}C_1^2C_2 \right),$$

$$B_3 = C_2 + \varepsilon C_2 + \varepsilon^2 C_2 + \varepsilon^2 \left( \frac{1}{24} C_2^3 + \frac{1}{24} C_1^2 C_2 \right),$$

$$B_4 = \varepsilon^2 \left( \frac{1}{12} C_1^3 + \frac{1}{12} C_1 C_2^2 \right),$$

$$B_5 = \varepsilon \left( \frac{1}{3} C_1^2 - \frac{1}{3} C_2^2 + \frac{1}{3} C_1 C_2 \right) + \varepsilon^2 \left( \frac{2}{3} C_1 C_2 - \frac{2}{3} C_2^2 + \frac{2}{3} C_1^2 \right),$$

$$B_6 = \varepsilon \left( \frac{2}{3} C_1 C_2 - \frac{1}{6} C_1^2 + \frac{1}{6} C_2^2 \right) + \varepsilon^2 \left( \frac{4}{3} C_1 C_2 + \frac{1}{3} C_2^2 - \frac{1}{3} C_1^2 \right),$$

$$B_7 = \varepsilon^2 \left( \frac{1}{16} C_1^3 - \frac{1}{8} C_2^3 + \frac{3}{8} C_1^2 C_2 - \frac{3}{16} C_1 C_2^2 \right),$$

$$B_8 = \varepsilon^2 \left( -\frac{1}{8} C_1^3 - \frac{1}{16} C_2^3 + \frac{3}{16} C_1^2 C_2 + \frac{3}{8} C_1 C_2^2 \right).$$

тогда решение (10) системы уравнений (1) можно записать в компактной форме:

$$\begin{cases} X_1(t) = \frac{a_2}{b_1} + (A_1 + A_2(pt + \phi)) \cos(pt + \phi) + (A_3 + A_4(pt + \phi)) \sin(pt + \phi) + \\ + A_5 \cos 2(pt + \phi) + A_6 \sin 2(pt + \phi) + A_7 \cos 3(pt + \phi) + A_8 \sin 3(pt + \phi), \\ X_2(t) = \frac{a_1}{b_2} + (B_1 + B_2(pt + \phi)) \cos(pt + \phi) + (B_3 + B_4(pt + \phi)) \sin(pt + \phi) + \\ + B_5 \cos 2(pt + \phi) + B_6 \sin 2(pt + \phi) + B_7 \cos 3(pt + \phi) + B_8 \sin 3(pt + \phi). \end{cases} \quad (11)$$

Отметим, что различные варианты рассматриваемой модели и сходных с ней связаны с нелинейными системами дифференциальных уравнений. В силу громоздких технических вычислений исследователи приводят приближенное решение системы (1), полученное численными методами. Например, в [8] представлено приближенное решение (1), при получении которого в (5) не учитывались третьи слагаемые. По сравнению с решениями, представленными с помощью численных методов, приведенные на рисунке 1 графики функций  $X_1(t)$  и  $X_2(t)$ . Из (11) при  $a_1 = a_2 = 0,5$ ;  $b_1 = b_2 = 0,001$ ;  $C_1 = C_2 = 1,0$ ;  $\varepsilon = 0,002$ ;  $\phi = 0$  иллюстрируют решение, полученное в статье аналитически.

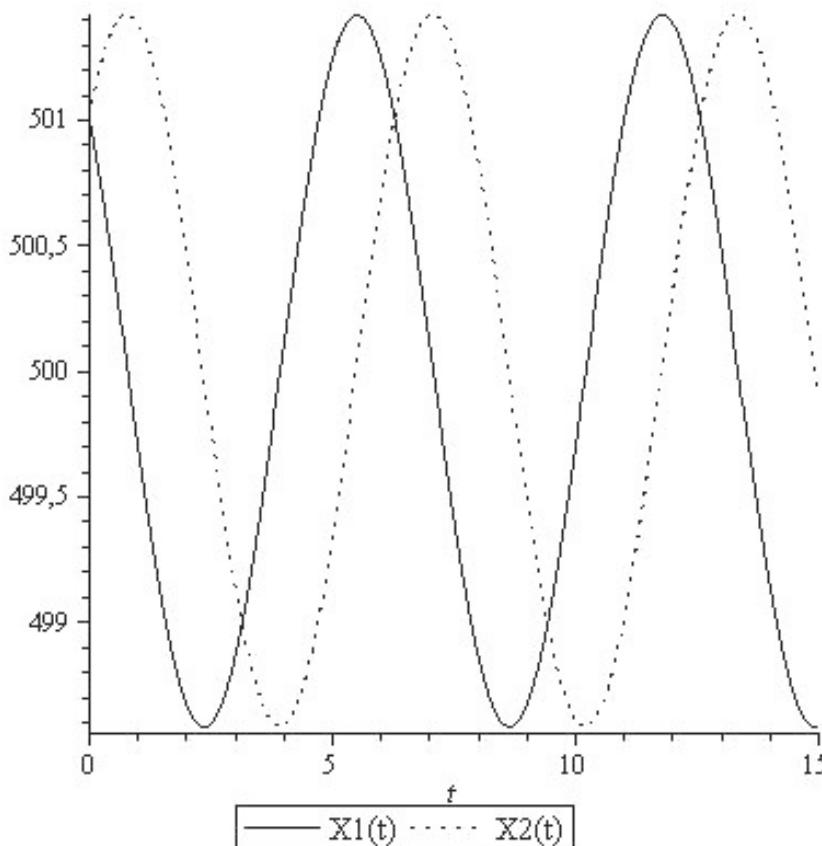


Рис. 1. Графики функций  $X_1(t)$  и  $X_2(t)$

### Литература

1. Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. Динамические системы и модели биологии. М.: Физматлит, 2010. 400 с.
2. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование: пер. с франц. М.: Наука, 1976. 288 с.
3. Камаров М.А., Осипов Г.В., Петров В.С. Конкурентная динамика живых систем: учебно-метод. пособие. Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет. 2010. 63 с.
4. Попов Н.И., Адиганова Н.А. Об одной математической модели конкуренции двух популяций // Новая наука: стратегии и векторы развития: мат-лы Международной научно-практической конференции. Ч. 3. Стерлитамак: АМИ, 2016. С. 40–44.
5. Рабинович М.И., Мюезинолу М.К. Нелинейная динамика мозга: эмоции и интеллектуальная деятельность // Успехи физических наук. 2010. № 4. С. 371–387.
6. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. М.–Ижевск: РХД, 2002. 232 с.
7. Трубецков Д.И. Феномен математической модели Лотки – Вольтерры и сходных с ней // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2011. Т. 19. № 2. С. 69–88.

8. Фунтов А.А. О приближенном аналитическом решении уравнений Лотки-Вольтерры // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. Т. 19. № 2. 2011. С. 89–92.
9. Эрроусмит Д., Плейс К. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями. М.: Мир, 1986. 243 с.
10. Lotka A. Elements of Physical Biology. Baltimore, 1925. Reprinted by Dover in 1956 as Elements of Mathematical Biology.

### *Literatura*

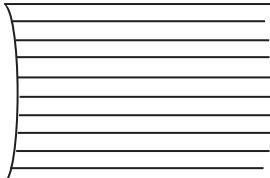
1. Bratus' A.S., Novozhilov A.S., Platonov A.P. Dinamicheskie sistemy' i modeli biologii. M.: Fizmatlit, 2010. 400 s.
2. Vol'terra V. Matematicheskaya teoriya bor'by' za sushhestvovanie: per. s franz. M.: Nauka, 1976. 288 s.
3. Komarov M.A., Osipov G.V., Petrov V.S. Konkurentnaya dinamika zhivy'x sistem: uchebno-metod. posobie. N. Novgorod: Nizhegorodskij gosuniversitet. 2010. 63 s.
4. Popov N.I., Adiganova N.A. Ob odnoj matematicheskoj modeli konkurencii dvux populyacij // Novaya nauka: strategii i vektory' razvitiya: mat-ly' Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Ch. 3. Sterlitamak: AMI, 2016. S. 40–44.
5. Rabinovich M.I., Myuzinolu M.K. Nelinejnaya dinamika mozga: e'mocii i intellektual'naya deyatel'nost' // Uspexi fizicheskix nauk. 2010. № 4. S. 371–387.
6. Riznichenko G.Yu. Lekcii po matematicheskim modelym v biologii. M.–Izhevsk: RXD, 2002. 232 s.
7. Trubeczkov D.I. Fenomen matematicheskoj modeli Lotki – Vol'terry' i sxodny'x s nej // Izvestiya vuzov. Prikladnaya nelinejnaya dinamika. 2011. Т. 19. № 2. S. 69–88.
8. Funtov A.A. O priblizhennom analiticheskom reshenii uravnenij Lotki-Vol'terry' // Izvestiya vuzov. Prikladnaya nelinejnaya dinamika. Т. 19. № 2. 2011. S. 89–92.
9. E'rrousmit D., Plejs K. Oby'knovenny'e differencial'ny'e uravneniya. Kachestvennaya teoriya s prilozheniyami. M.: Mir, 1986. 243 s.
10. Lotka A. Elements of Physical Biology. Baltimore, 1925. Reprinted by Dover in 1956 as Elements of Mathematical Biology.

*N.I. Popov,  
N.A. Adiganova*

### **On one Mathematical Model of the Biological Problem “Predator-victim”**

For one mathematical model “predator-prey” an analytical solution of the Lotka – Volterra equations is obtained.

*Keywords:* predator-prey model; analytical solution.



**АВТОРЫ «ВЕСТНИКА МГПУ»,  
СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»,  
2017, № 4 (28)**

**Адиганова Надежда Аркадьевна** — студентка 4-го курса физико-математического факультета Марийского государственного университета.

E-mail: adiganova2295@mail.ru

**Бубнов Владимир Алексеевич** — доктор технических наук, профессор, заведующий общеинститутской кафедрой естественнонаучных дисциплин.

E-mail: vladimbubnov@yandex.ru

**Вилков Владимир Семенович** — кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой общей биологии факультета естественных и сельскохозяйственных наук Северо-Казахстанского государственного университета им. Манаша Кобыбаева.

E-mail: vsvilkov@mail.ru

**Гайворон Татьяна Дмитриевна** — кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии Института математики, информатики и естественных наук МГПУ.

E-mail: tdgaiv@gmail.com

**Гончарук Евгения Александровна** — кандидат биологических наук, научный сотрудник Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН.

E-mail: biophenol@gmail.com

**Горчакова Юлия Александровна** — магистрантка 2-го курса по программе «Инновации в биологическом и экологическом образовании» Института математики, информатики и естественных наук МГПУ.

E-mail: nlv.mgpu@mail.ru

**Загоскина Наталья Викторовна** — доктор биологических наук, профессор, заведующая группой фенольного метаболизма растений Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН.

E-mail: biophenol@gmail.com

---

**Майнашева Галина Макаровна** — кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры географии Института математики, информатики и естественных наук МГПУ.

E-mail: gmaina@mail.ru

**Нагирная Анастасия Викторовна** — кандидат географических наук, научный сотрудник лаборатории географии мирового развития Института географии Российской академии наук.

E-mail: a.nagirnaya@igras.ru

**Назаренко Людмила Владимировна** — кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии, экологии и методики обучения биологии Института математики, информатики и естественных наук МГПУ.

E-mail: nlv.mgpu@mail.ru

**Намазова Айтан Махир гызы** — докторант Института географии им. академика Г.А. Алиева Национальной академии наук Азербайджана.

E-mail: aytan\_bashirova@yahoo.com

**Николаева Татьяна Николаевна** — научный сотрудник Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН.

E-mail: biophenol@gmail.com

**Пашков Сергей Владимирович** — кандидат географических наук, доцент кафедры географии и экологии факультета естественных наук и спорта Северо-Казахстанского государственного университета им. Манаша Кобыбаева.

E-mail: sergp2001@mail.ru

**Попов Николай Иванович** — доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математического анализа и теории функций физико-математического факультета Марийского государственного университета.

E-mail: popovnikolay@yandex.ru

**Самусенко Дмитрий Николаевич** — кандидат географических наук, старший преподаватель кафедры географии Института математики, информатики и естественных наук МГПУ.

E-mail: konfederator@mail.ru

**Сарычев Владимир Семенович** — кандидат биологических наук, заместитель директора по научной работе заповедника «Галичья Гора».

E-mail: vgu@zadonsk.lipetsk.ru

**Синцеров Леонид Михайлович** — кандидат географических наук, заведующий лабораторией географии мирового развития Института географии Российской академии наук.

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

**Спиридонов Сергей Николаевич** — кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, географии и методик обучения Мордовского государственного педагогического института им. М.Е. Евсевьева; научный сотрудник Национального парка «Смоленный».

E-mail: [alcedo@rambler.ru](mailto:alcedo@rambler.ru)

**Шевергина Екатерина Сергеевна** — студентка 5-го курса бакалавриата по программе «Биология, иностранный язык» Института математики, информатики и естественных наук МГПУ.

E-mail: [nlv.mgpu@mail.ru](mailto:nlv.mgpu@mail.ru)

**Шульгина Ольга Владимировна** — доктор исторических наук, кандидат географических наук, профессор, заведующая кафедрой географии Института математики, информатики и естественных наук МГПУ.

E-mail: [olga\\_shulgina@mail.ru](mailto:olga_shulgina@mail.ru)

**AUTHORS**  
**of «Vestnik of Moscow City University»**  
**Series of «Natural Science», 2017, № 4 (28)**

**Adiganova Nadezhda Arkadevna** — a fourth-year student of the Physics and Mathematics Faculty of the Mari State University.

E-mail: adiganova2295@mail.ru

**Bubnov Vladimir Alekseevich** — doctor of Technical Sciences, professor, head of the All-Institute department of Natural Sciences disciplines.

E-mail: vladimbubnov@yandex.ru

**Vilkov Vladimir Semenovich** — PhD (Biological Sciences), docent, head of the department of General Biology, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, North Kazakhstan Manash Kobybaev State University.

E-mail: vsvilkov@mail.ru

**Gaivoron Tatiana Dmitrievna** — PhD (Geographical Sciences), docent of the department of Geography of the Institute of Mathematics, Computer science and Natural Sciences of Moscow City University.

E-mail: tdgaiv@gmail.com

**Goncharuk Evgenia Aleksandrovna** — PhD (Biological Sciences), scientific employee of the K.A. Timiryazev Institute of Physiology of Plants of RAS.

E-mail: biophenol@gmail.com

**Gorchakova Yulia Alexandrovna** — a second-year Master's student under the program "Innovations in Biological and Environmental Education" of the Institute of Mathematics, Computer Science and Natural Sciences of Moscow City University.

E-mail: nlv.mgpu@mail.ru

**Zagoskina Natalia Viktorovna** — doctor of Biology, professor, head of the Phenolic Plant Metabolism Group of the K.A. Timiryazev Institute of Physiology of Plants of RAS.

E-mail: biophenol@gmail.com

**Maynasheva Galina Makarovna** — PhD (Biological Sciences), docent of the department of Geography of the Institute of Mathematics, Computer science and Natural Sciences of Moscow City University.

E-mail: gmaina@mail.ru

---

**Nagirnaya Anastasia Viktorovna** — PhD (Geographical Sciences), a researcher at the laboratory of the Geography of World Development of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences

E-mail: a.nagirnaya@igras.ru

**Nazarenko Lyudmila Vladimirovna** — PhD (Biological Sciences), docent of the department of Biology, Ecology and Methods of teaching Biology at the Institute of Mathematics, Computer science and Natural Sciences of Moscow City University.

E-mail: nlv.mgpu@mail.ru

**Namazova Aitan Mahir gazy** — a doctoral student of the G.A. Aliyev Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Azerbaijan.

E-mail: aytan\_bashirova@yahoo.com

**Nikolaeva Tatyana Nikolaevna** — a researcher of the K.A. Timiryazev Institute of Physiology of Plants of RAS.

E-mail: biophenol@gmail.com

**Pashkov Sergey Vladimirovich** — PhD (Geographical Sciences), Associate Professor of the Department of Geography and Ecology of the Faculty of Natural Sciences and Sports of the North Kazakhstan State University named after Manash Kobybaev.

E-mail: sergp2001@mail.ru

**Popov Nikolai Ivanovich** — doctor of Pedagogy, PhD (Physical and Mathematical Sciences), associate professor of Department of Mathematical Analysis and Theory of Functions of the Faculty of Physics and Mathematics of the State Mari State University.

E-mail: popovnikolay@yandex.ru

**Samusenko Dmitry Nikolaevich** — PhD (Geographical Sciences), senior lecturer of the Department of Geography of the Institute of Mathematics, Informatics and Natural Sciences of Moscow City University.

E-mail: konfederator@mail.ru

**Sarychev Vladimir Semenovich** — PhD (Biological Sciences), Deputy Director for Scientific Work of the Reserve “Galichya Gora”.

E-mail: vgu@zadonsk.lipetsk.ru

**Sintserov Leonid Mikhailovich** — PhD (Geographical Sciences), Head of the Laboratory of Geography of World Development of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences.

E-mail: sintserov@mail.ru

**Spiridonov Sergey Nikolaevich** — PhD (Biological Sciences), Associate Professor of the Department of Biology, Geography and Methods of Teaching Mordovian State Pedagogical Institute. M.E. Yevseyova; scientific employee of the National Park “Smolny”.

E-mail: [alcedo@rambler.ru](mailto:alcedo@rambler.ru)

**Shegigina Ekaterina Sergeevna** — a fifth-year student under the program “Biology, Foreign Language” of the Institute of Mathematics, Informatics and Natural Sciences of Moscow City University.

E-mail: [nlv.mgpu@mail.ru](mailto:nlv.mgpu@mail.ru)

**Shulgina Olga Vladimirovna** — Doctor of History, PhD (Geographical Sciences), head of the department of Geography of the Institute of Mathematics, Informatics and Natural Sciences of Moscow City University.

E-mail: [olga\\_shulgina@mail.ru](mailto:olga_shulgina@mail.ru)

## Требования к оформлению статей

Уважаемые авторы!

Редакция просит вас при подготовке материалов, предназначенных для публикации в «Вестнике МГПУ», руководствоваться требованиями к оформлению научной литературы, рекомендованными Редакционно-издательским советом университета.

1. Шрифт — Times New Roman, 14 кегль, межстрочный интервал — 1,5. Поля: верхнее, нижнее и левое — по 20 мм, правое — 10 мм. Объем статьи, включая список литературы, постраничные сноски и иллюстрации, не должен превышать 40 тыс. печатных знаков (1,0 а. л.). При использовании латинского или греческого алфавита, обозначения набираются: латинскими буквами — в светлом курсивном начертании; греческими буквами — в светлом прямом. Рисунки должны выполняться в графических редакторах. Графики, схемы, таблицы нельзя сканировать.
2. Инициалы и фамилия автора набираются полужирным шрифтом в начале статьи слева; заголовок — посередине полужирным шрифтом.
3. В начале статьи после названия помещаются аннотация на русском языке (не более 500 печатных знаков) и ключевые слова (не более 5). Ключевые слова и словосочетания разделяются точкой с запятой.
4. Статья снабжается пристатейным списком литературы, оформленным в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1. – 2003 «Библиографическая запись» на русском и английском языках.
5. Ссылки на издания из пристатейного списка даются в тексте в квадратных скобках, например: [3: с. 57] или [6: т. 1, кн. 2, с. 89].
6. Ссылки на интернет-ресурсы и архивные документы помещаются в тексте в круглых скобках или внизу страницы по образцам, приведенным в ГОСТ Р 7.0.5. – 2008 «Библиографическая ссылка».
7. В конце статьи (после списка литературы) указываются автор, название статьи, аннотация и ключевые слова на английском языке.
8. Рукопись подается в редакцию журнала в установленные сроки на электронном носителе, без указания страниц, в сопровождении двух рецензий (внутренней и заверенной внешней), оплаченной квитанции о полугодовой подписке на журнал «Вестник МГПУ», серия «Естественные науки» (индекс 80282 в каталоге Роспечати).
9. К рукописи прилагаются сведения об авторе (ФИО, ученая степень, звание, должность, место работы, электронный адрес для контактов) на русском и английском языках.
10. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

В случае несоблюдения какого-либо из перечисленных пунктов автор обязан внести необходимые изменения в рукопись в пределах срока, установленного для ее доработки.

Более подробно о требованиях к оформлению рукописи можно узнать на сайте [www.mgpu.ru](http://www.mgpu.ru) в разделе «Документы» издательского отдела Научно-информационного издательского центра.

По вопросам публикации статей в журнале «Вестник МГПУ» серии «Естественные науки» предлагаем обращаться к главному редактору серии *Ольге Владимировне Шульгиной* ([olga\\_shulgina@mail.ru](mailto:olga_shulgina@mail.ru)).

ДЛЯ ЗАМЕТОК

# Вестник МГПУ

Журнал Московского городского педагогического университета

Серия «*Естественные науки*»

2017, № 4 (28)

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору  
в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации средства массовой информации:  
ПИ № ФС77-62501 от 27 ноября 2015 г.

## Главный редактор:

заведующая кафедрой географии Института математики, информатики  
и естественных наук МГПУ, доктор исторических наук,  
кандидат географических наук, профессор *О.В. Шульгина*

## Главный редактор выпуска:

кандидат исторических наук, старший научный сотрудник *Т.П. Веденеева*  
Редактор:

*В.П. Бармин*

Перевод на английский язык:

*А.С. Джсанумов*

Корректор:

*К.М. Музамилова*

Техническое редактирование и верстка:

*О.Г. Арефьева*

## Научно-информационный издательский центр МГПУ:

129226, Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4.

Телефон: 8-499-181-50-36.

E-mail: [Vestnik@mgpu.ru](mailto:Vestnik@mgpu.ru)

Подписано в печать: 05.12.2017 г.

Формат 70 × 108 1/16. Бумага офсетная.

Объем 8,5 усл. п.л. Тираж 1000 экз.