

ВЕСТНИК

**МОСКОВСКОГО ГОРОДСКОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**СЕРИЯ
«ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»**

№ 2 (22)

**Издается с 2008 года
Выходит 4 раза в год**

**Москва
2016**

VESTNIK

MOSCOW CITY UNIVERSITY

SCIENTIFIC JOURNAL

NATURAL SCIENCES

№ 2 (22)

Published since 2008

Quarterly

Moscow

2016

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
- Гринишкун В.В.** проректор по программам развития и международной деятельности ГАОУ ВО МГПУ, доктор педагогических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- Шульгина О.В.** заведующая кафедрой географии Института математики, информатики и естественных наук ГАОУ ВО МГПУ, доктор исторических наук, кандидат географических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации
- Григорьев С.Г.** директор Института математики, информатики и естественных наук ГАОУ ВО МГПУ, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАО, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации
- Бубнов В.А.** заведующий кафедрой естественнонаучных дисциплин Института математики, информатики и естественных наук ГАОУ ВО МГПУ, доктор технических наук, профессор, действительный член Академии информатизации образования
- Дикарев В.А.** заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и прикладных технологий Института математики, информатики и естественных наук ГАОУ ВО 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 Института математики, информатики и естественных наук ГАОУ ВО МГПУ, доктор биологических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации
- Родионов В.А.** директор Педагогического института физической культуры и спорта ГАОУ ВО МГПУ, доктор педагогических наук, профессор, член-корреспондент Международной академии наук педагогического образования
- Суматохин С.В.** заведующий кафедрой биологии, экологии и методики обучения биологии Института математики, информатики и естественных наук ГАОУ ВО 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, доктор медицинских наук, профессор
- Чугунов В.А.** заведующий кафедрой высшей математики и методики преподавания математики Института математики, информатики и естественных наук ГАОУ ВО МГПУ, доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации

Журнал входит в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

СОДЕРЖАНИЕ

Естественнонаучные исследования

Биология

Загоскина Н.В., Назаренко Л.В. Активные формы кислорода и антиоксидантная система растений..... 9

География

Малофеевская Н.А. Географические особенности распространения злокачественных новообразований желудочно-кишечного тракта в России и их ведущие детерминанты..... 24

Платонов Д.Ю. Опыт формирования вузовской сети в различных регионах мира..... 36

Физика

Бубнов В.А. Об аналогии между звуковыми и электромагнитными волнами..... 48

Экология

Козаренко А.Е., Семенов В.А. Особенности химического состава почв Хибинского и Ловозерского массивов..... 62

Пашков С.В. Влияние агрогенных факторов на медико-географическую ситуацию в Северо-Казахстанской области..... 73

Междисциплинарные исследования

Шульгина О.В. Историко-географический подход в изучении топонимики российских регионов..... 84

Штеле О.Е. Ландшафтный подход как основа сохранения этноэкологических территорий (на примере Абалакского природно-исторического комплекса в Тюменской области)..... 94

Теория и методика естественнонаучного образования

Максаковская Н.С., Максаковский Н.В. Образовательный потенциал объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО 105

Добротин Д.Ю. Актуальные проблемы качества школьного химического образования и пути их решения 116

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

2016, № 2 (22) 123

Требования к оформлению статей 127

CONTENTS

Research of Natural Sciences

BIOLOGY

- Zagoskina N.V., Nazarenko L.V.* Active Oxygen Species and Antioxidant System of Plants 9

GEOGRAPHY

- Malofeevskaya N.A.* The Geographical Features of Distribution of Malignant Tumors of Gastrointestinal Tract in Russia and Their Main Determinants 24
- Platonov D.Y.* The Experience of Formation of a University Network in Different Regions of the World..... 36

PHYSICS

- Bubnov V.A.* On the Analogy between Sound and Electromagnetic Waves 48

ECOLOGY

- Kozarenko A.E., Semenov V.A.* Features of Chemical Composition of the Soils of Khibiny and Lovozero massifs 62
- Pashkov S.V.* Influence of Agrogenous Factors on a Medical and Geographical Situation in North Kazakhstan Region 73

Interdisciplinary Research

- Shulgina O.V.* Historical and Geographical Approach in Study of Place Names in Russian Regions..... 84
- Shtele O.E.* The Landscape Approach as a Basis for Conservation of Ethnoecological Territories (on the Example of Abalak Natural and Historical Complex in Tyumen Region) 94

Theory and Methods of Natural Sciences Education

- Maksakovskaya N.S., Maksakovskiy N.V.* The Educational Potential of Objects of UNESCO World Heritage 105
- Dobrotin D.Y.* Topical Problems of the Quality of School Chemical Education and the Ways of Their Solution 116

MCU Vestnik. Series «Natural Science» / Authors, 2016, № 2 (22)..... 123

Style Sheet..... 127

Читай не затем, чтобы противоречить и опровергать; не затем, чтобы принимать на веру; и не затем, чтобы найти предмет для беседы; но чтобы мыслить и рассуждать.

Фрэнсис Бэкон

Для развития науки требуется в каждую данную эпоху не только, чтобы люди мыслили вообще, но чтобы они концентрировали свои мысли на той части обширного поля науки, которое в данное время требует разработки.

Джеймс Максвелл

Вполне вероятно, что 95 % оригинальных научных работ принадлежит меньше чем 5 % профессиональных ученых, но большая часть из них вообще не была бы написана, если бы остальные 95 % ученых не содействовали созданию общего достаточно высокого уровня науки.

Норберт Винер



ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

БИОЛОГИЯ

**Н.В. Загоскина,
Л.В. Назаренко**

Активные формы кислорода и антиоксидантная система растений

Высшие растения на многих этапах онтогенеза подвергаются воздействию различных экологических факторов, которые могут способствовать накоплению в клетках активных форм кислорода (АФК). Повышение уровня АФК приводит к развитию окислительного стресса и, как следствие, изменениям во многих метаболических процессах. Это может сопровождаться повреждениями вегетативных и генеративных органов и даже приводить к гибели растений. В статье рассматриваются вопросы биологической роли АФК в клетках растений, сообщается о компонентах антиоксидантной системы защиты и об участии низкомолекулярных антиоксидантов фенольной природы в адаптации растений к стрессовым воздействиям.

Ключевые слова: активные формы кислорода (АФК); окислительный стресс; антиоксидантная система растений; перекисное окисление липидов (ПОЛ); антиоксиданты.

Введение

Высшие растения, ведущие прикрепленный образ жизни, вынуждены приспосабливаться (адаптироваться) к различным экологическим условиям, включая пониженные и повышенные температуры, засуху, засоление, действие тяжелых металлов, гипоксию, патогены, свет высокой интенсивности и другие [10; 12; 34]. Многие из них вызывают состояние стресса (от *англ.* stress — напряжение) у растений и называются стрессорами. Совокупность происходящих при этом изменений в организме обуславливает адаптационный синдром, в котором были выделены три фазы — тревоги, сопротивления и истощения [42]. На рисунке 1 представлена схема объединенной концепции ответов растений на стрессовое воздействие [10; 37]. Исходя из этих представлений, ответ и противостояние растений стрессу начинаются при нормальном физиологическом состоянии,

затем активируются различные ответы и защитные механизмы. После удаления стрессового воздействия в растении могут устанавливаться новые физиологические нормы, в зависимости от времени удаления этого воздействия, его длительности и интенсивности.

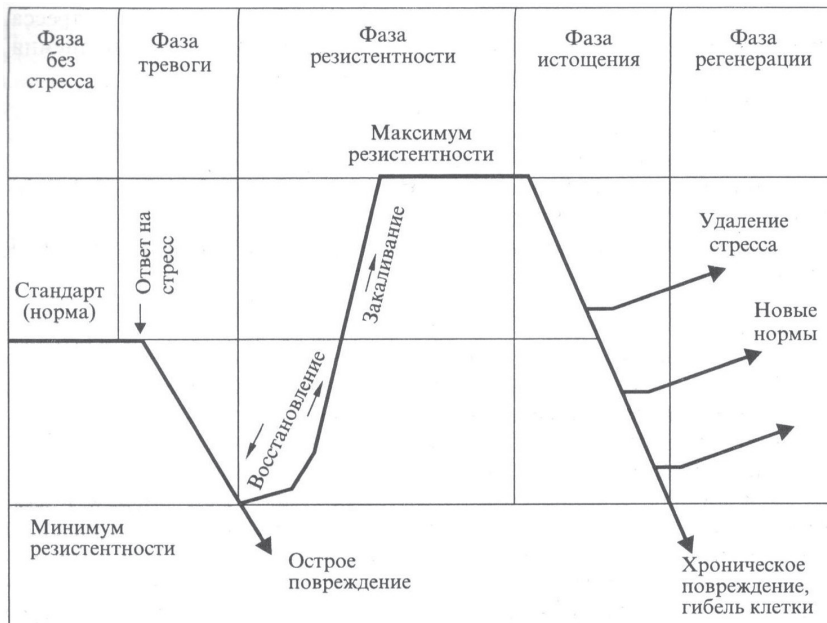


Рис. 1. Схема объединенной концепции ответов растений на действие стрессора [10; 37]

Одним из последствий стрессовых воздействий является увеличение в клетках растений количества высокореакционных активных форм кислорода (АФК), что обусловлено изменениями в относительных скоростях их образования и деструкции [10; 17]. Накопление АФК приводит к так называемому окислительному взрыву, вызывающему изменения в метаболизме, инициации патологических процессов, некротическим повреждениям вегетативных и генеративных органов и даже к гибели растений [12; 16; 24]. Несмотря на все это, растения сохраняют жизнеспособность, что в значительной степени связано с функционированием в клетках антиоксидантной системы, основу которой составляют высокомолекулярные и низкомолекулярные антиоксиданты (АО) [15; 18]. К последним относятся самые разнообразные по химической структуре вещества, в том числе и вторичные метаболиты растений [8; 15].

Активные формы кислорода и их биологическая роль

Растения в течение всей своей жизни постоянно взаимодействуют с молекулярным кислородом, который вовлекается во многие метаболические процессы, приводя и к образованию АФК — соединений, образующихся в результате неполного восстановления O_2 [16]. К ним относят супероксид анион радикал $O_2^{\cdot-}$,

гидропероксидный радикал HO_2^\bullet ; пероксид водорода H_2O_2 , гидроксильный радикал HO^\bullet , а также синглетный кислород $^1\text{O}_2$ и озон O_3 [16; 17]. Наиболее активной формой кислорода считают короткоживущий и чрезвычайно реакционноспособный гидроксильный радикал HO^\bullet , хотя время его жизни составляет всего 10^{-9} с, а радиус диффузии не превышает 100 Е [21]. Близкий к нему по активности супероксид-радикал $\text{O}_2^{\bullet-}$ имеет время жизни 10^{-6} с, а радиус диффузии — 0,3 мкм [15]. Наиболее долгоживущей формой АФК является H_2O_2 , которая также весьма реакционноспособна [32].

В нормальных условиях АФК продуцируются в клетках растений в малых количествах: концентрация супероксид анион-радикала и гидроксил-радикала составляет около 10^{-11} М, а гидропероксидного радикала — 10^{-8} М [1; 16; 17]. Происходит этот процесс, главным образом, в хлоропластах, митохондриях и пероксисомах, а также и в других клеточных компартментах (рис. 2).

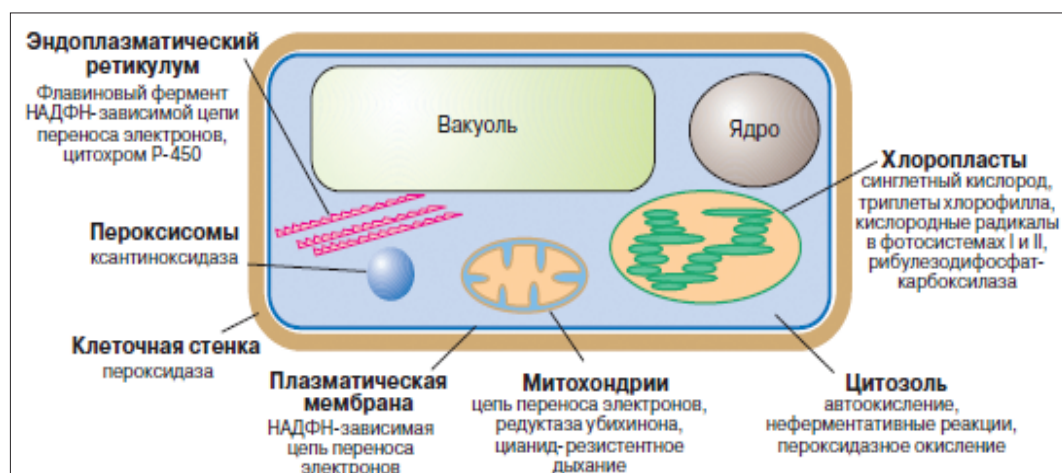


Рис. 2. Основные места образования активных форм кислорода в растительной клетке [16]

В условиях стресса образование АФК может резко увеличиться, что приводит к ингибированию защитных систем организма [11; 32]. Быстрая генерация АФК происходит в течение короткого периода времени (от нескольких минут до нескольких часов).

В последние годы изучению АФК и их роли в растениях уделяется большое внимание исследователей. Установлено, что образование супероксид-аниона и перекиси водорода в процессе псевдоциклического транспорта электрона приводит к поглощению O_2 , а не к восстановлению НАДФ+ [25]. Показано, что АФК участвуют в гормональной регуляции экспрессии генов защиты от стресса, вызванного патогенной инфекцией [29]. Их рассматривают и как сигнальные молекулы, регулирующие экспрессию генов и активность стресс-протекторных систем [10; 24; 30]. При этом «во многом остается неясным, индуцируют ли АФК новые сигнальные системы, выполняя функцию

вторичных мессенджеров, или они вовлекаются лишь в регуляцию известных клеточных сигнальных путей» [11].

Как уже отмечалось выше, при действии различных экологических факторов, вызывающих стресс, в клетках повышается количество АФК, и это приводит к повреждению липидов, нуклеиновых кислот и белков [16]. Схема этого процесса представлена на рисунке 3.



Рис. 3. Стресс, активные формы кислорода (АФК) и их биологическая роль

Чаще всего происходит окисление молекул липидов за счет входящих в их состав полиненасыщенных жирных кислот [10; 17]. В связи с этим перекисное окисление липидов (ПОЛ) является одним из наиболее распространенных видов свободно-радикальных процессов не только в растениях, но и во многих других организмах, в том числе и у человека [17]. При распаде жирных кислот, сопровождающем ПОЛ, первоначально образуются диеновые конъюгаты, а затем такие метаболиты, как малоновый диальдегид (рис. 4).

Ранее ПОЛ рассматривали исключительно как спонтанный процесс (неферментативный путь), возникающий в результате случайного взаимодействия кислородных радикалов и перекисей с молекулами липидов в присутствии металлов переменной валентности. Впоследствии установили, что процесс ПОЛ может осуществляться и при участии ферментов, в частности, липоксигеназ. Окисление липидов этими ферментами приводит к образованию специфических веществ — эйкозаноидов, выполняющих функцию сигнальных молекул при экспрессии генов [1]. Для ферментативного ПОЛ характерна многоуровневая регуляция и строгая структурная локализация (мембраны клеток, митохондрии, эндоплазматический ретикулум, пероксисомы).



Рис. 4. Продукты перекисного окисления липидов, образующиеся при воздействии стрессовых факторов на клеточные мембраны растений

Следует также отметить, что повышение ПОЛ приводит прежде всего к повреждениям клеточных мембран и, как следствие, к нарушениям функций мембранных белков, а также внутриклеточной компартментации веществ. Кроме того, продукты окислительной модификации липидов, такие как 4-гидроксиалкенали, малоновой диальдегид и др., обусловленные изменениями макромолекул под действием АФК, вызывают мутации и блокируют клеточное деление [1].

При действии АФК происходит также окислительная модификация нуклеотидов и нуклеиновых кислот, особенно ДНК. Так, HO^{\bullet} модифицирует все четыре основания в молекуле ДНК, образуя множество производных форм. $^1\text{O}_2$ избирательно «атакует» гуанин. Все это становится причиной разрывов цепей ДНК и повреждений хромосом. Следовательно, АФК представляют собой сильные мутагенные агенты, ингибиторы синтеза ДНК и деления клеток [1].

АФК вызывают также повреждение белков за счет окисления аминокислот, приводящих к образованию пероксильных радикалов, а в дальнейшем — высокореакционных гидроксидов и алкильных радикалов. АФК-индуцированные окислительные модификации аминокислот приводят к нарушению третичной структуры белков, их денатурации и агрегации с последующей потерей функциональной активности этих соединений.

Все вышеизложенное свидетельствует о важной роли АФК в жизнедеятельности растений и их влиянии на различные метаболические процессы.

Антиоксидантная система растений

Как уже отмечалось выше, в стрессовых условиях в растениях увеличивается образование АФК, обусловленное не столько их продукцией, сколько нарушением

баланса между генерацией и удалением этих веществ [10; 21]. Следствием этих изменений является развитие окислительного стресса. Однако и в этом случае организмы остаются живыми, что в значительной степени обусловлено системой антиоксидантной (или противоокислительной) защиты, «контролирующей» количество АФК в клетках [9; 24]. Эта антиоксидантная система включает различные АО, часть из которых представлена на рисунке 5.

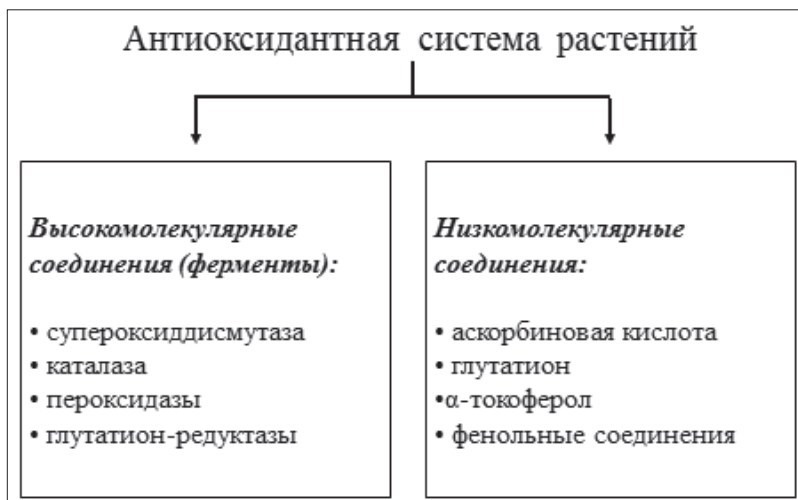


Рис. 5. Основные компоненты антиоксидантной системы растений

В понятие «АО» подпадает любое вещество, которое, присутствуя в низких по сравнению с окисляемым субстратом концентрациях, существенно задерживает или ингибирует его окисление [1; 16]. Можно также сказать, что АО — это молекулы, которые способны прерывать (блокировать) реакции свободнорадикального окисления [15; 21]. Выделяют *высокомолекулярные* и *низкомолекулярные* АО. Роль ферментов (высокомолекулярные АО) в антиоксидантной системе заключается в ингибировании зарождения цепей окисления путем удаления супероксидного радикала и перекисных продуктов. Действие низкомолекулярных АО направлено на ограничение дальнейшего развития цепных реакций, при этом они часто выступают в качестве антирадикальных агентов.

Высокомолекулярные антиоксиданты. К ним относятся супероксиддисмутаза (СОД), различные пероксидазы, каталаза и другие ферменты, для которых характерна элиминация (исключение, уничтожение, ограничение) строго определенного окислительного субстрата [17; 18]. Ферментные АО обладают также специфичностью клеточной и органной локализации, что зачастую перекрывается комплементарным образом [24].

Супероксиддисмутаза (СОД) нейтрализует супероксидрадикал ($O_2^{\cdot-}$) с образованием перекиси водорода (H_2O_2), то есть «работает» на первом рубеже защиты клеток [10; 17; 24]. Существует несколько форм СОД, что определяется типом переходного металла-кофактора активного центра фермента.

Они представлены Cu, Zn-СОД (медь как кофактор активного центра и цинк как кофактор, стабилизирующий конформацию), Mn-СОД (с марганцем в активном центре), а также менее распространённые Fe-СОД (с железом) и Ni-СОД (с никелем), которые отличаются по распределению в клеточных компартментах. Так, Fe-СОД локализована в пластидах и представлена гомодимером, каждая субъединица которого содержит один атом железа. Mn-СОД располагается в митохондриях и пероксисомах, а Cu, Zn-СОД — гомодимер, каждая субъединица которого содержит один атом Cu и один атом Zn, обнаружена в цитозоле, хлоропластах, пероксисомах, глиоксисомах и апопласте [3].

Несмотря на то, что в стрессовых условиях образование АФК, в том числе и $O_2^{\cdot -}$, увеличивается, активность СОД изменяется разнонаправленно (увеличивается или снижается) в зависимости от интенсивности и длительности воздействия стрессового фактора [3; 41]. При этом устойчивые виды растений характеризуются более высокими активностями СОД и менее выраженными окислительными повреждениями по сравнению с восприимчивыми. У трансгенных растений томата, характеризующихся повышенной активностью СОД, была отмечена большая устойчивость к действию стресс-факторов [19].

Пероксидаза (ПО) представляет собой фермент двойного действия, осуществляющий как генерацию, так и утилизацию АФК [2]. Она относится к защитным белкам PR-9 класса и является гемосодержащими гликопротеидами [41]. ПО способны восстанавливать перекись до воды, окисляя различные соединения.

В зависимости от локализации в растительных клетках различают растворимые (содержащиеся в вакуолях и цитоплазме), ионно-связанные (локализованные в мембранах и клеточной стенке) и ковалентно-связанные (находящиеся в основном в клеточной стенке) формы ПО, каждая из которых представлена многочисленными изоформами [5; 14].

Полифункциональность ПО проявляется в изменениях ее активности как в ходе онтогенеза растений, так и в результате воздействия стрессора [2; 10; 40]. Это является результатом конформационных изменений [38], посттрансляционных модификаций [43], индуцирования синтеза фермента и появления его новых молекулярных форм [14].

Каталаза так же, как и ПО, катализирует реакцию разложения перекиси водорода на воду и молекулярный кислород. Она локализована преимущественно в пероксисомах и глиоксисомах, ее специфическая форма выявлена также в митохондриях [17]. В окисленном состоянии каталаза может действовать как пероксидаза, катализируя окисление спиртов, фенолов или альдегидов. Однако в нормальных условиях каталазная активность фермента примерно в 10 000 раз выше, чем пероксидазная [10]. Каталазе в ряде случаев отводится прооксидантная роль, так она может выступать источником образования АФК при разложении перекиси.

Активность каталазы может существенно изменяться, в частности при действии H_2O_2 , которая является ее единственным субстратом. Так, в проростках пшеницы происходило ингибирование или стимулирование активности каталазы, что зависело от концентрации H_2O_2 [26; 28].

Таким образом, становится очевидным важная роль высокомолекулярных антиоксидантов (ферментов) в защите растительной клетки от АФК.

Низкомолекулярные антиоксиданты. Наиболее типичными представителями этих компонентов антиоксидантной системы являются токоферолы, аскорбиновая кислота, глутатион, каротиноиды, фенольные соединения, некоторые аминокислоты и полиамины [10; 18].

Токоферолы, в том числе б-токоферол (витамин Е), широко распространены в растительном мире, особенно в зерновых и бобовых культурах, орехах, проростках пшеницы, ржи, и представлены разными изоформами [17; 39]. Антиоксидантные свойства токоферолов проявляются на всех уровнях организации — от субклеточных структур до организма в целом. О большей устойчивости растений к действию различных стрессоров при повышенном содержании в них токоферола и фенольных соединений сообщалось в литературе [13; 36].

Аскорбиновая кислота (витамин С) синтезируется во всех высших растениях [22]. Она обладает широким спектром антиоксидантных свойств и эффективно нейтрализует многие свободные радикалы [35]. Аскорбиновая кислота может восстанавливать б-токоферольный радикал, тем самым возвращая б-токоферолу антиоксидантные свойства. Это позволяет предположить, что аскорбиновая кислота превосходит другие антиоксиданты в защите липидов от перекисного окисления и эффективно ингибирует инициацию ПОЛ в водной фазе [10, 17]. В присутствии Fe^{3+} или Cu^+ аскорбат становится мощным прооксидантом: он переводит ионы в восстановленное состояние и тем самым индуцирует разложение органических перекисей [22].

Глутатион — основной источник тиоловых групп в большинстве растительных клеток, который присутствует во всех их компартментах — цитоплазме, хлоропластах, эндоплазматическом ретикулуме, вакуолях и митохондриях [32]. Его можно отнести к одному из важнейших эндогенных антиоксидантов, на долю которого приходится 90–95 % общего количества тиоловых соединений в клетке [6]. Глутатион реагирует с металлами, а также с электрофильными соединениями различных классов. Он принимает участие в детоксикации H_2O_2 , превращаясь в окисленный глутатион при участии аскорбиновой кислоты. Изменение соотношения между восстановленной и окисленной формой глутатиона служит характеристикой окислительно-восстановительного состояния клетки. Некоторые исследователи рассматривают это соединение как внутримолекулярный восстанавливающий агент, одна из функций которого состоит в восстановлении дисульфидных групп SH-содержащих ферментов путем их ковалентной модификации [23; 32]. При этом они сохраняются в активном состоянии, и тем самым поддерживается характерная для клетки восстановленная среда.

Каротиноиды можно отнести к «вспомогательным» фотосинтетическим пигментам, присутствующим во всех фотоавтотрофных организмах, но которым отводится важная роль и в защите от АФК [17]. Они очень быстро гасят 1O_2 , а также могут адсорбировать излишки энергии из молекул хлорофиллов, которые нахо-

дятся в возбужденном состоянии, таким образом предотвращая образования этой формы АФК [16]. Все это свидетельствует о том, что каротиноиды, локализованные в основном в хлоропластах, защищают фотосинтетический аппарат от воздействия синглетного кислорода и других АФК [11].

Фенольные соединения являются одними из наиболее распространенных в растительных клетках представителей вторичного метаболизма [8]. Будучи весьма реакционноспособными веществами, они принимают участие в самых разнообразных физиологических процессах: фотосинтезе, дыхании, росте, развитии, репродукции и иммунитете растений [4]. Фенольные соединения представляют собой вещества ароматической природы, которые содержат одну или несколько гидроксильных групп, связанных с атомами углерода ароматического кольца. Отличительной их чертой являются легкая окисляемость с образованием высокореакционных промежуточных продуктов типа семихинонных радикалов или *орто*-хинонов, способность взаимодействовать с белками с образованием водородных связей, а также склонность к комплексообразованию с ионами металлов [8]. Они также способны инактивировать свободные радикалы, тем самым защищая клетки от действия АФК [15].

Эффективность фенольных соединений как антиоксидантов зависит от количества ОН-групп в их молекулах. Так, соединения с тремя и более гидроксильными группами проявляют высокую антиоксидантную активность [4]. Важно также, чтобы эти группы находились в С3' и С4' положениях. Еще большая реакционная способность достигается совмещением двойной связи между 2 и 3 атомами углерода с карбонильной группой в положении С4', или ОН-группы в положениях С5' и С3 с карбонильной группой (рутин, кверцетин) [8].

Следует отметить, что при определенных условиях некоторые фенольные соединения могут и сами являться источниками АФК. Так, при нейтральных значениях рН обнаружено образование супероксидных анионов при автоокислении многих полифенольных соединений растительного происхождения: госсипол, пирогаллол, пирокатехин, галловая, кофейная, хлорогеновая, протокатеховая кислоты. Более высокие количества $O_2^{\cdot-}$ отмечались в случае более легко окисляемых триоксифенолов по сравнению с диоксифенолами. Монофенолы, по-видимому, не обладают этим свойством [16].

Об участии фенольных соединений в защите клеток от действия различных стрессовых факторов неоднократно сообщалось в литературе [20; 31; 44]. Однако до сих пор их вклад в общую антиоксидантную систему растительных клеток и, как следствие, устойчивость растений к стрессовым воздействиям изучены недостаточно. Одним из подходов для решения этого вопроса является обработка растений различными полифенолами. Например, при экзогенном воздействии флавоноидными гликозидами на молодые растения ржи отмечалось снижение степени их поражения бурой ржавчиной [4]. Обработка семян пшеницы различными биофлавоноидами (дигидрокверцетин, кверцетин, рутин) приводила к изменениям в ростовой активности проростков и накоплению низкомолекулярных

антиоксидантов в их листьях (преимущественно флавоноидов) [7]. Имеются и другие данные о действии различных соединений фенольной природы на высшие растения и их продуктивность [27; 45].

В завершение следует подчеркнуть, что различные антиоксиданты «работают» в организме преимущественно в комплексе, взаимодействуя друг с другом. Как правило, снижение концентрации или активности одних представителей приводит к соответствующим изменениям других, благодаря чему сохраняется общая активность радикальных окислительных процессов, жизненно важных для поддержания гомеостаза клеток высших растений.

Заключение

Устойчивость растений к воздействию различных стрессовых факторов во многом определяется системами обезвреживания АФК. Это происходит за счет увеличения активности ее отдельных компонентов (например, СОД) или сразу нескольких, включая как высокомолекулярные, так и низкомолекулярные антиоксиданты. При этом образование АФК и последующие окислительные изменения органических веществ представляют собой, по-видимому, неспецифические ответные реакции растений на стрессор. У растений, устойчивых к различным внешним воздействиям, процессы генерации АФК обычно заторможены, что во многом определяется активным функционированием у них систем детоксикации.

Вопросы регуляции работы антиоксидантной системы природными и синтетическими соединениями с антиоксидантной активностью и сейчас являются одними из важных и актуальных направлений фундаментальных и прикладных исследований в области физиологии растений.

Литература

1. Алехина Н.Д., Балнокин Ю.В., Гавлиренко В.Ф., Жигалова Т.В., Мейчик Н.Р., Носов А.М., Полесская О.Г., Харитонашвили Е.В., Чуб В.В. Физиология растений. М.: Академия, 2005. 640 с.
2. Андреева В.А. Фермент пероксидаза: Участие в защитном механизме растений (от вирусной инфекции). М.: Наука, 1991. 129 с.
3. Бараненко В.В. Супероксиддисмутаза в клетках растений // Цитология. 2006. Т. 48. С. 465–474.
4. Вольнец А.П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений. Минск: Белорусская наука, 2013. 283 с.
5. Газарян И.Г., Хушпульян Д.М., Тишков В.И. Особенности структуры и механизма действия пероксидаз растений // Успехи биологической химии. 2006. Т. 46. С. 303–322.
6. Гришко В.Н., Сыщиков Д.В. Функционирование глутатионзависимой антиоксидантной системы и устойчивость растений при действии тяжелых металлов и фтора. Киев: Наукова думка, 2012. 238 с.
7. Загоскина Н.В., Катанская В.М., Назаренко Л.В., Николаева Т.Н. Изменения роста проростков и содержания низкомолекулярных антиоксидантов после обработки семян пшеницы биофлавоноидами // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 2 (18) С. 26–34.

8. *Запрометов М.Н.* Фенольные соединения: Распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993. 272 с.
9. *Колупаев Ю.Е.* Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции // Вестник Харьковского национального аграрного университета. Сер. Биология. 2007. Вып. 3 (12). С. 6–26.
10. *Кордюм Е.Л., Сытник К.М., Бараненко В.В., Белявская Н.А., Климчук Д.А., Недуха Е.М.* Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях. Киев: Наукова думка, 2003. 277 с.
11. *Креславский В.Д., Лось Д.А., Аллахвердиев С.И., Кузнецов Вл.В.* Сигнальная роль активных форм кислорода при стрессе у растений // Физиология растений. 2012. Т. 59. С. 1–16.
12. *Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А.* Физиология растений. Т. 2. М.: Изд-во Юрайт, 2016. 459 с.
13. *Кузьменко И.В., Клименко Е.П., Алексеев СМ.* Влияние Ё-токоферола и его аналогов на стабильность мембран митохондрий *in vitro* // Биологические мембраны. 1994. Т. 11. С. 169–173.
14. *Максимов И.В., Черепанова Е.А., Бурханова Г.Ф., Сорокань А.В., Кузьмина О.И.* Структурно-функциональные особенности изопероксидаз растений // Биохимия. 2011. Т. 76. Вып. 6. С. 749–763.
15. *Меньщикова Е.Б., Зенков Н.К.* Антиоксиданты и ингибиторы радикальных окислительных процессов // Успехи современной биологии. 1993. Т. 113. С. 442–455.
16. *Мерзляк М.Н.* Активный кислород и жизнедеятельность растений // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 9. С. 20–27.
17. *Полесская О.Г.* Растительная клетка и активные формы кислорода. М.: КДУ, 2007. 137 с.
18. *Прадедова Е.В., Ишеева О.Д., Салеев Р.К.* Классификация системы антиоксидантной защиты как основа рациональной организации экспериментального исследования окислительного стресса у растений // Физиология растений. 2011. Т. 58. С. 177–185.
19. *Серенко Е.Н., Баранова Е.Н., Балахнина Т.И., Куренина Л.В., Гулевич А.А., Кособрюхов А.А., Майсурян А.Н., Поляков В.Ю.* Структурная организация хлоропластов растений томата *Solanum lycopersicum*, трансформированных геном Fe-супероксиддисмутазы // Биологические мембраны. 2011. Т. 28. С. 215–223.
20. *Упадышев М.Т.* Роль фенольных соединений в процессах жизнедеятельности садовых растений. М.: Изд. дом МСП, 2008. 320 с.
21. *Хавинсон В.К., Баринов В.А., Арутюнян А.В., Малинин В.В.* Свободнорадикальное окисление и старение. СПб.: Наука, 2003. 197 с.
22. *Чупахина Г. Н.* Система аскорбиновой кислоты растений. Калининград: Калинингр. ун-т, 1997. 120 с.
23. *Alscher R.G.* Biosynthesis and antioxidant function of glutation in plants // *Physiol. Plant.* 1989. V. 77. P. 457–464.
24. *Apel K., Hirt H.* Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction // *Annu. Rev. Plant Biol.* 2004. V. 55. P. 373–399.
25. *Asada K.* The Water–water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons // *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 1999. V. 50. P. 601–639.

26. *Bakalova S., Nikolova A., Nedeva D.* Isoenzyme profiles of peroxidase, catalase and superoxide dismutase as affected by dehydration stress and ABA during germination of wheat seeds // *Bulg. J. Plant Physiol.* 2004. V. 30. № 1–2. P. 64–77.
27. *Bartwal A., Mall R., Lohani P., Guru S. K., Arora S.* Role of secondary metabolites and brassinosteroids in plant defense against environmental stresses // *J. Plant Growth Regul.* 2013. V. 32. P. 216–232.
28. *Blackman L.M., Hardham A.R.* Regulation of catalase activity and gene expression during *Phytophthora nicotianae* development and infection of tobacco // *Mol. Plant Pathology.* 2008. V. 9. P. 495–510.
29. *Chen Z., Silva H., Klessig D.F.* Active oxygen species in the induction of plant systemic acquired resistance by salicylic acid // *Science.* 1993. V. 262. P. 1883–1886.
30. *Desikan R., Mackerness S.A., Hancock J.T., Neill S.J.* Regulation of the *Arabidopsis* transcriptome by oxidative stress // *Plant Physiol.* 2001. V. 127. P. 159–172.
31. *Dixon R.A., Paiva N.L.* Stress-induced phenylpropanoid metabolism // *Plant Cell.* 1995. V. 7. P. 1085–1097.
32. *Foyer C.H., Shigeoka S.* Understanding oxidative stress and antioxidant functions to enhance photosynthesis // *Plant Physiol.* 2011. V. 155. P. 93–100.
33. *Foyer Ch.H., Noctor G.* Ascorbate and glutathione: The heart of the redox hub1 // *Plant Physiology.* 2011. V. 155. P. 2–18.
34. *Gill S.S., Tuteja N.* Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants // *Plant Physiol. Biochem.* 2010. V.48. P. 909–930.
35. *Jonas S.K., Riley P.A., Willson R.L.* Hydrogen peroxide cytotoxicity: low temperature enhancement by ascorbate or reduced lipoate // *Biochem. J.* 1989. V. 264. P. 651–655.
36. *Leisso R.S., Buchanan D.A., Lee J., Mattheis J.P., Sater C., Hanrahan I., Watkins C.B., Gapper N., Johnston J.W., Schaffer R.J., Hertog M.L., Nicolan B.M., Rudell D.R.* Chilling-related cell damage of apple (*Malus x domestica* Borkh.) fruit cortical tissue impacts antioxidant, lipid and phenolic metabolism // *Physiol Plant.* 2015. V. 153. P. 204–220.
37. *Lichtenthaler H.* The stress concept in plants: an introduction // *Ann. New York Acad Sci.* 1998. V. 851. P. 187–198.
38. *Minibayeva F., Kolesnikov O., Chasov A.* Wound-induced apoplastic peroxidase activities: their roles in the production and detoxification of reactive oxygen species // *Plant Cell Environ.* 2009. V. 32. P. 497–508.
39. *Miret J.A., Munnü-Bosch S.* Redox signaling and stress tolerance in plants: a focus on vitamin E // *Ann. New York Acad. Sci.* 2015. V. 1340. I. 1 (doi: 10.1111/nyas.12639).
40. *Passardi E., Cosio C., Penel C., Dunand C.* Peroxidases have more functions than a Swiss army knife // *Plant Cell Rep.* 2005. V. 24. P. 255–265.
41. *Rizhsky L., Liang H., Mittler R.* The Water–water cycle is essential for chloroplast protection in the absence of stress // *J. Biol. Chem.* 2003. V. 278. P. 38921–38925.
42. *Selye H.* Stress without distress. Toronto: McClelland, Stewart Ltd., 1974. 142 p.
43. *Tekchandani S., Guruprasad K.N.* Modulation of a guaiacol peroxidase inhibitor by UV-B in cucumber cotyledons // *Plant Sci.* 1998. V. 136. P.131–137.
44. *Winkel-Shirley B.* Evidence for enzyme complexes in the phenylpropanoid and flavonoid pathways // *Physiol. Plant.* 1999. V. 107. P. 142–149.
45. *Zhao H. J., Zou Q.* Protective effects of exogenous antioxidants and phenolic compounds on photosynthesis of wheat leaves under high irradiance and oxidative stress // *Photosynthetica.* 2002. V. 40. № 4. P. 523–527.

Literatura

1. Alexina N.D., Balnokin Yu.V., Gavlireno V.F., Zhigalova T.V., Mejchik N.R., Nosov A.M., Polessakaya O.G., Xaritonashvili E.V., Chub V.V. Fiziologiya rastenij. M.: Akademiya, 2005. 640 s.
2. Andreeva V.A. Ferment peroksidaza: Uchastie v zashhitnom mexanizme rastenij (ot virusnoj infekcii). M.: Nauka, 1991. 129 s.
3. Baranenko V.V. Superoksidismutaza v kletkax rastenij // Citologiya. 2006. T. 48. S. 465–474.
4. Voly'nezh A.P. Fenol'ny'e soedineniya v zhiznedeyatel'nosti rastenij. Minsk: Belaruskaya navuka, 2013. 283 s.
5. Gazaryan I.G., Xushpul'yan D.M., Tishkov V.I. Osobennosti struktury' i mexanizma dejstviya peroksidaz rastenij // Uspexi biologicheskoy ximii. 2006. T. 46. S. 303–322.
6. Grishko V.N., Sy'shnikov D.V. Funkcionirovanie glutationzavisimoy antioksidantnoj sistemy' i ustojchivost' rastenij pri dejstvii tyazhely'x metallov i ftora. Kiev: Naukova dumka, 2012. 238 s.
7. Zagoskina N.V., Katanskaya V.M., Nazarenko L.V., Nikolaeva T.N. Izmeneniya rosta prorostkov i sodержaniya nizkomolekulyarny'x antioksidantov posle obrabotki semyan pshenichy' bioflavonoidami // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2015. № 2 (18) S. 26–34.
8. Zaprometov M.N. Fenol'ny'e soedineniya: Rasprostranenie, metabolizm i funkcii v rasteniyax. M.: Nauka, 1993. 272 s.
9. Kolupaev Yu.E. Aktivny'e formy' kisloroda v rasteniyax pri dejstvii stressorov: obrazovanie i vozmozhny'e funkcii // Vestnik Xar'kovskogo nacional'nogo agrarnogo universiteta. Ser. Biologiya. 2007. Vy'p. 3 (12). S. 6–26.
10. Kordyum E.L., Sy'tnik K.M., Baranenko V.V., Belyavskaya N.A., Klimchuk D.A., Neduxa E.M. Kletochny'e mexanizmy' adaptacii rastenij k neblagopriyatny'm vozdeystviyam e'kologicheskix faktorov v estestvenny'x usloviyax. Kiev: Naukova dumka, 2003. 277 s.
11. Kreslavskij V.D., Los' D.A., Allaxverdiev S.I., Kuznecov V.V. Signal'naya rol' aktivny'x form kisloroda pri stresse u rastenij // Fiziologiya rastenij. 2012. T. 59. S. 1–16.
12. Kuznecov V.V., Dmitrieva G.A. Fiziologiya rastenij. T. 2. M.: Izd-vo Yurajt, 2016. 459 s.
13. Kuz'menko I.V., Klimenko E.P., Alekseev S.M. Vliyanie B-tokoferola i ego analogov na stabil'nost' membran mitoxondrij invitro // Biologicheskie membrany'. 1994. T. 11. S. 169–173.
14. Maksimov I.V., Cherepanova E.A., Burxanova G.F., Sorokan' A.V., Kuz'mina O.I. Strukturno-funkcional'ny'e osobennosti izoperoksidaz rastenij // Bioximiya. 2011. T. 76. Vy'p. 6. S. 749–763.
15. Men'shnikova E.B., Zenkov N.K. Antioksidanty' i ingibitory' radikal'ny'x okislitel'ny'x processov // Uspexi sovremennoj biologii. 1993. T. 113. S. 442–455.
16. Merzlyak M.N. Aktivny'j kislород i zhiznedeyatel'nost' rastenij // Sorosovskij obrazovatel'ny'j zhurnal. 1999. № 9. S. 20–27.
17. Polesskaya O.G. Rastitel'naya kletka i aktivny'e formy' kisloroda. M.: KDU, 2007. 137 s.
18. Pradedova E.V., Isheeva O.D., Salyaev R.K. Klassifikaciya sistemy' antioksidantnoj zashhity' kak osnova racional'noj organizacii e'ksperimental'nogo issledovaniya okislitel'nogo stressa u rastenij // Fiziologiya rastenij. 2011. T. 58. S. 177–185.

19. Serenko E.N., Baranova E.N., Balaxnina T.I., Kurenina L.V., Gulevich A.A., Kosobryukhov A.A., Majsuryan A.N., Polyakov V.Yu. Strukturnaya organizaciya xloroplastov rastenij tomata *Solanum lycopersicum*, transformirovanny'x genom Fe-superoksiddis-mutazy' // Biologicheskie membrany'. 2011. T. 28. S. 215–223.
20. Upady'shev M.T. Rol' fenol'ny'x soedinenij v processax zhiznedeyatel'nosti sadovy'x rastenij. M.: Izd. dom MSP, 2008. 320 s.
21. Xavinson V.K., Barinov V.A., Arutyunyan A.V., Malinin V.V. Svobodnoradikal'noe okislenie i starenie. SPb.: Nauka, 2003. 197 s.
22. Chupaxina G.N. Sistema askorbinovoj kisloty' rastenij. Kaliningrad: Kaliningr. un-t, 1997. 120 s.
23. Alscher R.G. Biosynthesis and antioxidant function of glutation in plants // *Physiol. Plant.* 1989. V. 77. P. 457–464.
24. Apel K., Hirt H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction // *Annu. Rev. Plant Biol.* 2004. V. 55. P. 373–399.
25. Asada K. The Water–water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons // *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 1999. V. 50. P. 601–639.
26. Bakalova S., Nikolova A., Nedeva D. Isoenzyme profiles of peroxidase, catalase and superoxide dismutase as affected by dehydration stress and ABA during germination of wheat seeds // *Bulg. J. Plant Physiol.* 2004. V. 30. № 1–2. P. 64–77.
27. Bartwal A., Mall R., Lohani P., Guru S. K., Arora S. Role of secondary metabolites and brassinosteroids in plant defense against environmental stresses // *J. Plant Growth Regul.* 2013. V. 32. P. 216–232.
28. Blackman L.M., Hardham A.R. Regulation of catalase activity and gene expression during *Phytophthora nicotianae* development and infection of tobacco // *Mol. Plant Pathology.* 2008. V. 9. P. 495–510.
29. Chen Z., Silva H., Klessig D.F. Active oxygen species in the induction of plant systemic acquired resistance by salicylic acid // *Science.* 1993. V. 262. P. 1883–1886.
30. Desikan R., Mackerness S.A., Hancock J.T., Neill S.J. Regulation of the *Arabidopsis* transcriptome by oxidative stress // *Plant Physiol.* 2001. V. 127. P. 159–172.
31. Dixon R.A., Paiva N.L. Stress-induced phenylpropanoid metabolism // *Plant Cell.* 1995. V. 7. P. 1085–1097.
32. Foyer C.H., Shigeoka S. Understanding oxidative stress and antioxidant functions to enhance photosynthesis // *Plant Physiol.* 2011. V. 155. P. 93–100.
33. Foyer Ch.H., Noctor G. Ascorbate and glutathione: The heart of the redox hub1 // *Plant Physiology.* 2011. V. 155. P. 2–18.
34. Gill S.S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants // *Plant Physiol. Biochem.* 2010. V.48. P. 909–930.
35. Jonas S.K., Riley P.A., Willson R.L. Hydrogen peroxide cytotoxicity: low temperature enhancement by ascorbate or reduced lipoate // *Biochem. J.* 1989. V. 264. P. 651–655.
36. Leisso R.S., Buchanan D.A., Lee J., Mattheis J.P., Sater C., Hanrahan I., Watkins C.B., Gapper N., Johnston J.W., Schaffer R.J., Hertog M.L., Nicolan B.M., Rudell D.R. Chilling-related cell damage of apple (*Malus x domestica* Borkh.) fruit cortical tissue impacts antioxidant, lipid and phenolic metabolism // *Physiol Plant.* 2015. V. 153. P. 204–220.
37. Lichtenthaler H. The stress concept in plants: an introduction // *Ann. New York Acad Sci.* 1998. V. 851. P. 187–198.

38. *Minibayeva F., Kolesnikov O., Chasov A.* Wound-induced apoplastic peroxidase activities: their roles in the production and detoxification of reactive oxygen species // *Plant Cell Environ.* 2009. V. 32. P. 497–508.
39. *Miret J.A., Munnü-Bosch S.* Redox signaling and stress tolerance in plants: a focus on vitamin E // *Ann. New York Acad. Sci.* 2015. V. 1340. I. 1 (doi: 10.1111/nyas.12639).
40. *Passardi E., Cosio C., Penel C., Dunand C.* Peroxidases have more functions than a Swiss army knife // *Plant Cell Rep.* 2005. V. 24. P. 255–265.
41. *Rizhsky L., Liang H., Mittler R.* The Water–water cycle is essential for chloroplast protection in the absence of stress // *J. Biol. Chem.* 2003. V. 278. P. 38921–38925.
42. *Selye H.* Stress without distress. Toronto: McClelland, Stewart Ltd., 1974. 142 p.
43. *Tekchandani S., Guruprasad K.N.* Modulation of a guaiacol peroxidase inhibitor by UV-B in cucumber cotyledons // *Plant Sci.* 1998. V. 136. P.131–137.
44. *Winkel-Shirley B.* Evidence for enzyme complexes in the phenylpropanoid and flavonoid pathways // *Physiol. Plant.* 1999. V. 107. P. 142–149.
45. *Zhao H. J., Zou Q.* Protective effects of exogenous antioxidants and phenolic compounds on photosynthesis of wheat leaves under high irradiance and oxidative stress // *Photosynthetica.* 2002. V. 40. № 4. P. 523–527.

*N.V. Zagoskina,
L.V. Nazarenko*

Active Oxygen Species and Antioxidant System of Plants

Higher plants in many stages of ontogenesis are exposed to different environmental factors that may contribute to the accumulation in cells of active oxygen species (AOS). Increased level of AOS leads to development of oxidative stress and consequently changes in many metabolic processes. It may be accompanied by damage of vegetative and generative organs and even lead to death of plants. Problems of biological role of AOS in plant cells are considered in the article. The authors inform about components of the antioxidant defense system and involvement of low-molecular antioxidants of phenolic nature in the adaptation of plants to stress factors.

Keywords: active oxygen species (AOS); oxidative stress; antioxidant system of plants; lipid peroxidation (LPO); antioxidants.

ГЕОГРАФИЯ

Н.А. Малофеевская

Географические особенности распространения злокачественных новообразований желудочно-кишечного тракта в России и их ведущие детерминанты

Результаты географического исследования, основанные на применении сравнительного, картографического, статистического методов и корреляционного анализа позволили выделить значимость влияния ведущих детерминантов, способствующих формированию новообразований желудочно-кишечного тракта: социально-экономическая ситуация в регионе, климат, загрязнение окружающей среды, питание, уровень образования и доходов, «болезни цивилизации» и т. д. Впервые была выявлена значимость этнического фактора на образование рака желудка, ободочной и прямой кишки.

Ключевые слова: географические особенности; злокачественные новообразования желудочно-кишечного тракта; экзогенные факторы; территориальная дифференциация; заболеваемость; социально-экономический статус.

Исследования отечественных и зарубежных работ позволяют утверждать, что одной из наиболее актуальных проблем не только в развитых, но и в развивающихся странах являются онкологические заболевания. Возрастающий интерес к этой болезни медиков, географов, этнографов, экономистов, социологов и психологов обусловлен высокими показателями заболеваемости и смертности от рака, неэффективностью борьбы с ним и сложностью определения его детерминантов. Кроме того, одной из ведущих причин является экономический ущерб, который государство испытывает при лечении больных злокачественными новообразованиями. Согласно результатам исследования Р.Н. Ганиева и др., из-за преждевременной смертности и инвалидности от онкологии в России, потери от произведенного объема продукции ежегодно составляют более 630 тыс. рублей на одного человека [1].

Изучение российской статистики выявило, что одним из наиболее сложных и «экономически невыгодных» типов рака являются опухоли желудочно-кишечного тракта. Актуальность изучения этих видов новообразований заключается прежде всего в высокой их распространенности. В 2014 г. в России было зарегистрировано более 100 тыс. новых случаев заболеваемости опухолями желудка, ободочной и прямой кишки, а умерло около 70 тыс. человек. Удельный вес новообразований желудочно-кишечного тракта в онкологической структуре заболеваемости и смертности составил 19 % и 25 % соответственно [10].

Дополнительным отягчающим обстоятельством является рост показателей заболеваемости этими видами опухолей. За период 1994–2014 гг. статистика рака ободочной и прямой кишки увеличилась в 2 и 1,5 раза и составила в 2014 году 14,2 и 10,9 на 100 000 жителей соответственно. Несмотря на существенное снижение показателей опухолей желудка (42 %), их распространенность в Российской Федерации относительно высока по сравнению со странами Европы (Россия — 14,8, Финляндия — 5,2, Германия — 7,8, Италия — 8,2, Венгрия — 9,5) (рис. 1).

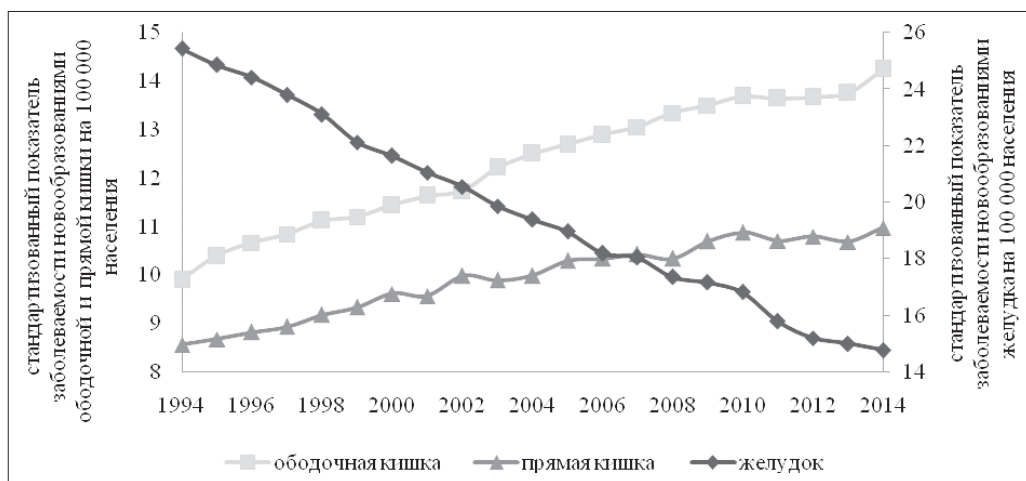


Рис. 1. Динамика заболеваемости раком желудка, ободочной и прямой кишки в России в 1994–2014 гг. (все население, стандартизованный показатель на 100 000 жителей)

Напряженная онкологическая обстановка в области новообразований желудочно-кишечного тракта, отсутствие единого мнения в научном сообществе о природе возникновения этих опухолей на фоне наблюдающейся в последние годы стагнации российской экономики, способствующей снижению уровня доходов и качества жизни населения, акцентируют внимание на проблеме рака.

Неэффективность многочисленных программ здравоохранения, направленных на борьбу с онкологией, требует применения кардинально нового подхода в исследуемом направлении — изучения географических особенностей распространения рака пищеварительной системы и на основе территориальной дифференциации выделения ведущих канцерогенных факторов.

Изучение мировой онкологической статистики выявило, что заболеваемость злокачественными новообразованиями желудочно-кишечного тракта имеет ярко выраженное географическое неравенство, что позволяет утверждать о лидирующей роли экзогенных детерминантов на их формирование. Высокая распространенность рака желудка чаще регистрируются в странах Азии (10,3 %), в то время как опухоли ободочной и прямой кишки — в Европе, Америке, Австралии и Океании (13,1 %, 8,5 % и 12,6 %) (см. рис. 2).

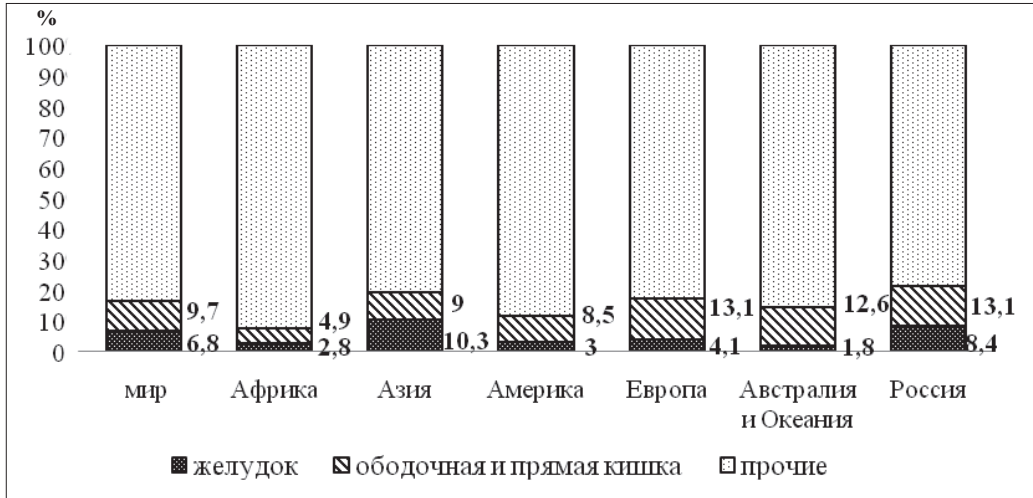


Рис. 2. Удельный вес заболеваемости новообразованиями желудочно-кишечного тракта в онкологической структуре, регионы мира, 2012 г.

Возможной причиной представленной территориальной дифференциации является социально-экономическое развитие страны. Стандартизованный показатель заболеваемости раком желудка выше в развивающихся государствах: Монголия — 32,5 человек на 100 000 жителей, Гватемала — 23,7, Китай — 22,7, Кыргызстан — 21,4 (мир — 12,1 на 100 000 жителей). Новообразования ободочной и прямой кишки чаще регистрируются в развитых странах: Словакия — 42,7, Венгрия — 42,3, Дания — 40,5, Нидерланды — 40,2 (мир — 17,2 на 100 000 жителей). Высокая распространенность всех упомянутых опухолей желудочно-кишечного тракта в России позволяет утверждать о влиянии других экзогенных факторов на их формирование (рис. 3).

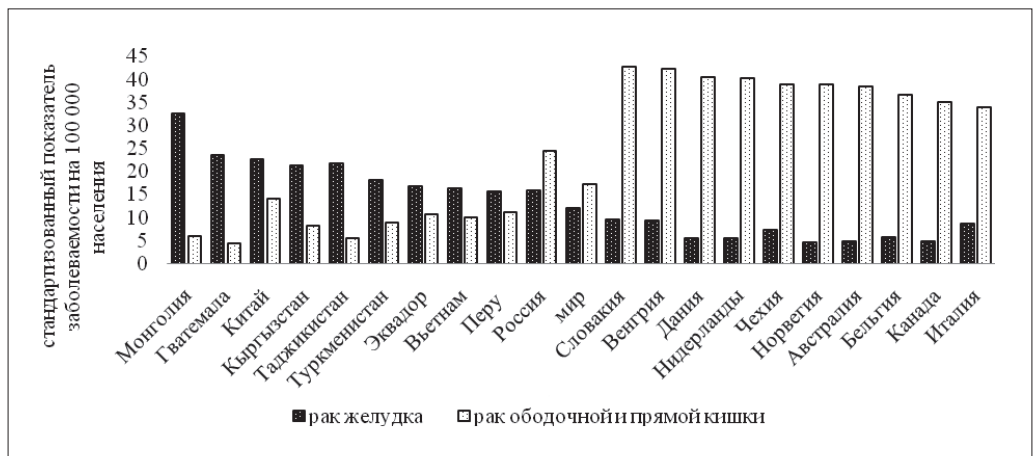


Рис. 3. Заболеваемость новообразованиями желудочно-кишечного тракта в мире, оба пола, 2012 г. (стандартизованный показатель на 100 000 жителей)

Материал и методы. Недостаточное количество литературы, изучающей причины формирования новообразований желудочно-кишечного тракта, отсутствие общепризнанного представления об их этиологии выявляет необходимость комплексного медико-географического анализа регионов с целью выявления ведущих канцерогенных факторов, способствующих образованию опухолей желудка, ободочной и прямой кишки. Для проведения исследования были использованы официальные и разрешенные к открытому доступу источники информации: статистические сборники МНИОИ имени П.А. Герцена, Росстата и многочисленные государственные доклады. В настоящей работе, в соответствии с требованиями научной методологии системного подхода, были применены проверенные и наиболее распространенные приемы и методы социально-экономических и эколого-географических исследований: исторический, сравнительный, экономико-статистический, картографический, аналитический и корреляционный анализ, и т. д. Для определения значимости канцерогенных детерминантов изначально были отобраны 20 субъектов Российской Федерации, имеющих максимальные и минимальные показатели заболеваемости новообразованиями желудочно-кишечного тракта (см. табл. 1).

Таблица 1

**Субъекты РФ с минимальными и максимальными показателями
заболеваемости новообразованиями желудка, ободочной и прямой кишки
(стандартизованный показатель на 100 000 жителей)**

№	Новообразования желудка	Новообразования ободочной кишки	Новообразования прямой кишки
1.	Республика Адыгея (8,3)	Республика Алтай (14,5)	Республика Дагестан (5,2)
2.	Архангельская область (21,1)	Архангельская область (19,0)	Еврейская автономная область (12,3)
3.	Брянская область (19,5)	Воронежская область (11,9)	Забайкальский край (7,1)
4.	Республика Дагестан (10,4)	Республика Дагестан (7,9)	Республика Ингушетия (11,5)
5.	Еврейская автономная область (15,7)	Забайкальский край (10,2)	Иркутская область (13,3)
6.	Республика Ингушетия (7,6)	Иркутская область (17,2)	Республика Кабардино- Балкария (7,5)
7.	Иркутская область (21,0)	Республика Кабардино- Балкария (9,3)	Республика Калмыкия (10,5)
8.	Республика Кабардино- Балкария (9,2)	Республика Калмыкия (9,7)	Камчатский край (12,5)
9.	Калужская область (17,5)	Республика Карачаево- Черкесия (6,9)	Республика Карачаево- Черкесия (7,9)
10.	Республика Карачаево- Черкесия (8,9)	Республика Карелия (18,1)	Республика Коми (13,5)

№	Новообразования желудка	Новообразования ободочной кишки	Новообразования прямой кишки
11.	Республика Карелия (20,1)	Республика Коми (15,9)	Магаданская область (10,2)
12.	Республика Мордовия (18,1)	Мурманская область (17,5)	г. Москва (8,2)
13.	г. Москва (11,1)	Омская область (17,1)	Мурманская область (14,9)
14.	Мурманская область (19,1)	г. Санкт-Петербург (17,8)	Орловская область (9,9)
15.	Ростовская область (9,9)	Сахалинская область (17,2)	Сахалинская область (11,2)
16.	Сахалинская область (16,9)	Республика Тыва (7,6)	Свердловская область (12,8)
17.	Республика Северная Осетия (9,5)	Хабаровский край (14,6)	Республика Северная Осетия (6,6)
18.	Ставропольский край (11,8)	Республика Чечня (7,9)	Томская область (10,3)
19.	Тверская область (18,5)	Республика Чувашия (9,9)	Республика Тыва (7,6)
20.	Чеченская республика (12,2)	Ярославская область (18,5)	Чеченская республика (7,5)

Представленные регионы были подвержены многостороннему изучению: климатические условия, демографическая ситуация, уровень жизни населения, степень развития сельского хозяйства, ведущие отрасли промышленного производства, состояние окружающей среды и т. д. Для выявления соотношения был использован коэффициент корреляции Пирсона. Зависимость оценивалась от значения r : $\leq 0,45$ — отсутствует; $0,45 < r < 0,7$ — умеренная; $\geq 0,7$ — сильная.

Результаты. Проведение корреляционного анализа показало, что новообразования желудочно-кишечного тракта, как и остальные типы опухолей, чаще регистрируются на территориях, где отмечена депопуляция населения, характеризующаяся низким удельным весом молодых жителей и увеличением доли лиц пенсионного возраста (см. табл. 2). В связи с завершившимся демографическим переходом и особенностями репродуктивного поведения в России сохранится положительная динамика заболеваемости новообразованиями ободочной и прямой кишки.

Одним из ведущих детерминантов в формировании рака желудка, согласно результатам анализа, является рацион питания. Благоприятные климатические условия способствуют развитию сельского хозяйства, и, соответственно, достаточному потреблению свежих фруктов и овощей. Таким образом, жители южных регионов реже страдают упомянутой локализацией (Краснодарский край — 11,84 на 100 000 жителей, Волгоградская область — 13,01, Ростовская область — 9,99, Республика

Адыгея — 8,27, Россия в среднем — 14,77 на 100 000 жителей). Население северных территорий в связи с природно-климатическими особенностями вынуждено заменять свежие фрукты и овощи в рационе питания на жирную, консервированную, соленую пищу и копчености, что, в свою очередь, приводит к распространению ожирения и, как следствие, к высоким показателям заболеваемости раком желудка (Архангельская область — 21,09, Республика Карелия — 20,14, Республика Коми — 22,05) [12]. Развитию этой опухоли также способствует проживание в депрессивных регионах. Значительная часть населения этих территорий обычно имеет низкий социально-экономический статус в связи с отсутствием высшего образования и проблемами с трудоустройством, злоупотребляют алкоголем, что оказывает влияние на частоту разводов. Упомянутые аспекты способствуют формированию несбалансированного питания и оказывают положительное воздействие на высокую заболеваемость этим типом онкологии. Таким образом, в зоне повышенного риска образования рака желудка находятся некоторые территории Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, а также жители ряда районов Крайнего Севера. На фоне депопуляции населения, экономической нестабильности, в этих регионах регистрируются высокие показатели заболеваемости алкогольными психозами вследствие чрезмерного потребления крепких спиртных напитков, в том числе и «кустарного» производства (рис. 4).

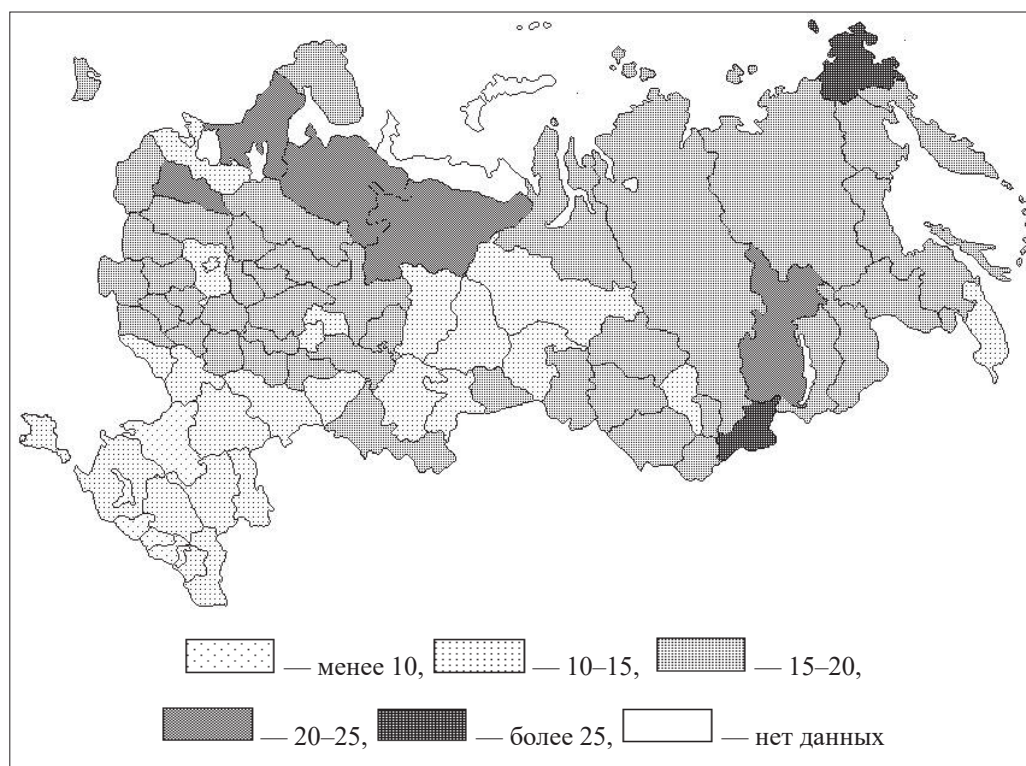


Рис. 4. Картограмма заболеваемости новообразованиями желудка в России, оба пола, 2014 г. (стандартизованный показатель на 100 000 жителей)

На формирование новообразований ободочной кишки в большей мере влияет социально-экономическое развитие региона. Согласно проведенному исследованию, распространенность упомянутой опухоли имеет тесную корреляционную связь со степенью урбанизированности территории. Уровень жизни городского населения в России существенно выше сельских жителей в связи с более высоким образованием и доходами, что, в свою очередь, приводит к увеличению покупательской способности и возрастанию в рационе питания «дорогих» продуктов (мяса и др.).

Дополнительными факторами в формировании напряженной онкологической обстановки является антропогенная воздействие: загрязненность воздушного пространства выбросами автотранспорта, ТЭС и промышленных предприятий, психоэмоциональная нагрузка (стресс), гиподинамия, ожирение и т. д. Таким образом, высокие показатели заболеваемости раком ободочной кишки зарегистрированы в следующих регионах Северо-Западного, Уральского и Сибирского федеральных округов: Чукотский автономный округ — 30,44, Еврейская автономная область — 19,33, Архангельская область — 19,01, Новгородская область — 18,84 (Россия — 14,24 на 100 00 населения). Антибластомогенное влияние потребления свежих фруктов и овощей на образование этой локализации существенно ниже, по сравнению с опухолями желудка (рис. 5).

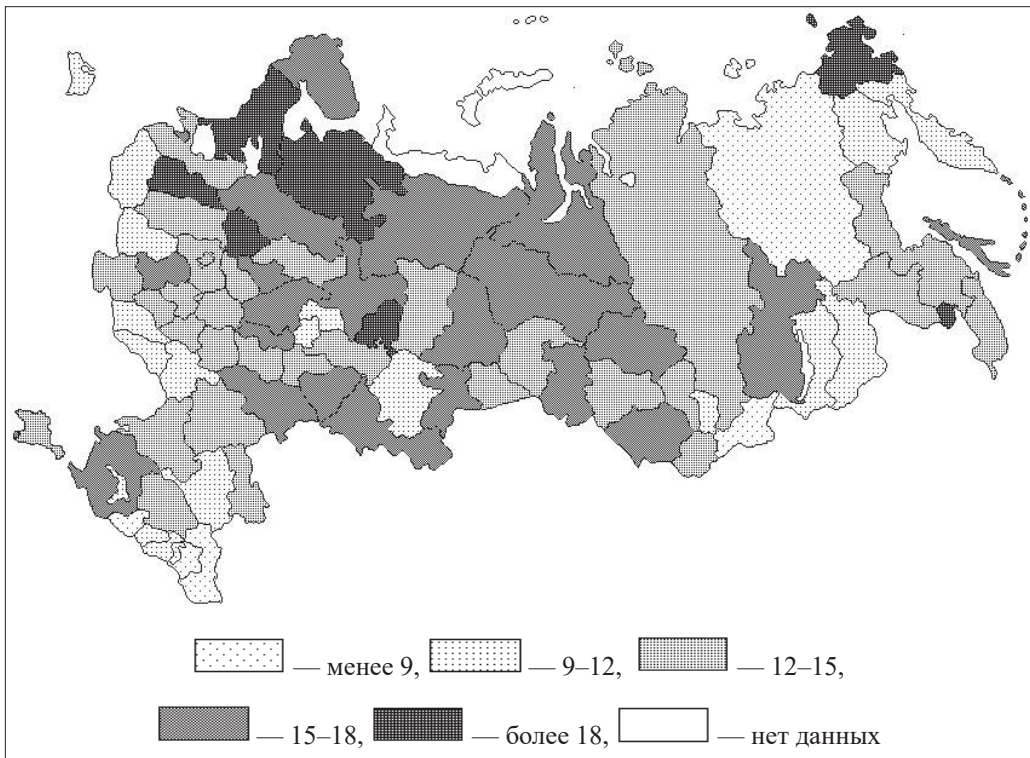


Рис. 5. Картограмма заболеваемости новообразованиями ободочной кишки в России, оба пола, 2014 г. (стандартизованный показатель на 100 000 жителей)

Ведущим детерминантом рака прямой кишки так же, как и ободочной кишки, в большей степени является социально-экономическое положение территории, а не потребление свежих фруктов и овощей. Однако необходимо отметить, что если формирование новообразований ободочной кишки в большей мере зависит от качества окружающей среды, то опухоль прямой кишки в первую очередь — от образа жизни. Город, являясь территорией с наиболее благополучным социально-экономическим положением, становится центром привлечения мигрантов, тем самым способствуя возрастанию неравенства в качестве жизни населения и формированию «маргинальных» районов. Жители этих регионов довольствуются фастфудом, чаще страдают наркоманией, табакокурением, злоупотребляют алкоголем, имеют беспорядочные половые связи, венерические заболевания, СПИД и, соответственно, более подвержены злокачественным новообразованиям прямой кишки [18]. Соответственно, наиболее высокие показатели зарегистрированы в депрессивных регионах страны: Мурманская область — 14,97, Чукотский автономный округ — 14,55, Республика Удмуртия — 14,55, Новгородская область — 13,72 (Россия — 10,98 на 100 000 жителей) (рис. 6).

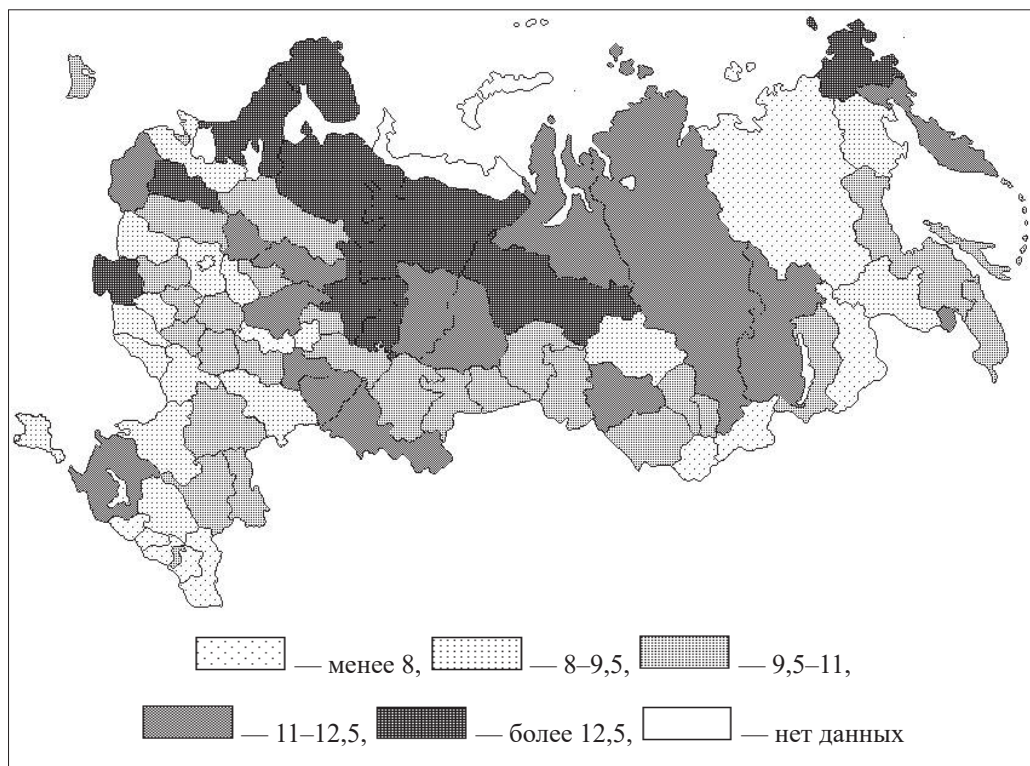


Рис. 6. Картограмма заболеваемости новообразованиями прямой кишки в России, оба пола, 2014 г. (стандартизованный показатель на 100 000 жителей)

На основе проведенного корреляционного анализа впервые было показано существенное влияние этнического фактора на формирование злокачественных

новообразований желудочно-кишечного тракта. В республиках Ингушетия, Дагестан, Кабардино-Балкария, Татарстан, где более половины населения исповедуют ислам, в 2014 году были зарегистрированы минимальные показатели заболеваемости раком желудка, ободочной и прямой кишки (см. рис. 4–6). Низкая распространенность этих опухолей среди чеченцев, кабардинцев, балкарцев, татар, аварцев, даргинцев, ингушей обусловлена вероисповеданием. Эти народы являются мусульманами, у которых существует вето на алкоголь и употребление свинины, что, в свою очередь, способствует профилактике рака желудочно-кишечного тракта. Высокая распространенность новообразований желудка в Республике Тыва — следствие особенностей питания коренного населения, удельный вес которого составляет в регионе более 80 %. Тувинцы недостаточно употребляют в пищу овощи и фрукты, предпочитают жирную и острую пищу, которая способствует появлению предраковых заболеваний (язва, гастрит) [10].

В выявлении значимости экзогенных детерминантов на формирование новообразований немаловажную роль играет изучение гендерных особенностей. Согласно данным статистики, раку желудка в нашей стране подвержено больше мужское население (удельный вес — 56,5 %). Ведущими канцерогенными факторами являются вредные привычки (курение и алкоголизм) и нерациональное питание, характеризующееся употреблением большого количества картофеля, мяса и хлебобулочных изделий и недостатком свежих фруктов. Опухоли ободочной кишки часто регистрируются среди женщин (57,7 %). По мнению зарубежных исследователей, была найдена значительная корреляционная связь между формированием этого типа рака и новообразованиями молочной железы, тела матки, сахарным диабетом и ожирением.

Таким образом, на основе территориальной дифференциации показателей заболеваемости новообразованиями желудочно-кишечного тракта было показано ведущее влияние экзогенных факторов на их формирование. Использование корреляционного анализа позволило определить основные канцерогенные детерминанты: демографическая ситуация; уровень экономического развития региона; образ жизни (питание, вредные привычки и т. д.); окружающая среда (климат, уровень антропогенной напряженности, выбросы промышленных предприятий и т. д.); этнический фактор.

Прикладной характер данного географического исследования заключается в том, что на основании выявленных факторов, возможно формирование «групп риска» в лечении рака желудочно-кишечного тракта. Их учет будет способствовать не только раннему выявлению новообразований желудка, ободочной и прямой кишки, но также снижению смертности от этой онкологии и улучшению демографической, социальной и экономической обстановки в России.

Литература

1. Ганиева Р.Н., Эккерт Н.В. Оценка экономического ущерба от высокого уровня смертности и инвалидности при онкологических заболеваниях // Экономика здравоохранения. 2006. Вып. 2 (101). С. 45–48.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 году» М.: Мин. прир. рес. и экологии РФ, 2014. 463 с.
3. Грешонков А.М., Меркулова Е.Ю. Анализ потребления основных продуктов питания по регионам РФ // Социально-экономические явления и процессы. 2014. Т. 9. Вып. 11. С. 54–62.
4. Демографический ежегодник России, 2014: сб. ст. М.: Гос. ком. РФ по статистике, 2014. 525 с.
5. Заболеваемость всего населения в России в 2013 году: сб. ст.: в 10 ч. Ч. 2. М.: Министерство здравоохранения РФ, Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения, ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России, 2014. 138 с.
6. Здравоохранение в России. 2013: сб. ст. М.: Росстат, 2013. 380 с.
7. Злокачественные новообразования в России в 2001 году (заболеваемость и смертность): сб. ст. / под ред. В.И. Чиссова, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена, 2003. 240 с.
8. Злокачественные новообразования в России в 2007 году (заболеваемость и смертность): сб. ст. / под ред. В.И. Чиссова, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: ФГУ «МНИОИ им. П.А. Герцена Росмедтехнологий», 2009. 244 с.
9. Злокачественные новообразования в России в 2013 году (заболеваемость и смертность): сб. ст. / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «ФМИЦ им. П.А. Герцена» Минздрава России, 2015. 250 с.
10. Злокачественные новообразования в России в 2014 году (заболеваемость и смертность): сб. ст. / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2016. 250 с.
11. Имянитов Е.Н. Эпидемиология и биология рака желудка // Практическая онкология. 2009. Т. 10. Вып. 1. С. 1–7.
12. Клименков А.А., Патютко Ю.И., Губина Г.И. Опухоли желудка. М.: Медицина, 1988. 256 с.
13. Мун С.А., Ларин С.А., Браиловский В.В., Глушков А.Н. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения Кемеровской области раком желудка // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т. 11. Вып. 1. С. 1174–1177.
14. Мхитарьян О.В. Сравнительные эпидемиологические аспекты рака желудка и рака ободочной кишки в рамках установления общих и индивидуальных факторов риска: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ростов-н / Д., 2006. 32 с.
15. Писарева Л.Ф., Бояркина А.П., Ушакова И.В. Рак желудка в регионе Сибири и Дальнего Востока // Сибирский онкологический журнал. 2009. Вып. 33 (33). С. 36–43.
16. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2014: сб. ст. М.: Росстат, 2014. 900 с.

17. Рейтинг регионов по качеству жизни. М.: РИА Новости, 2013. URL: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/life_2013.pdf (дата обращения: 15.12.2015).

18. Сухина Н.Ю. Социально-экономические аспекты развития пищевой промышленности // Известия вузов Пищевая технология. 2005. Вып. 2–3. С. 31–35. URL: http://globocan.iarc.fr/Pages/fact_sheets_population.aspx (дата обращения: 15.12.2015).

Literatura

1. Ganieva R.N., E'kkert N.V. Ocenka e'konomicheskogo ushherba ot vy'sokogo urovnya smertnosti i invalidnosti pri onkologicheskix zabolevaniyax // E'konomika zdравooxraneniya. 2006. Vy'p. 2 (101). S. 45–48.

2. Gosudarstvenny'j doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushhej sredy' Rossijskoj Federacii v 2013 godu» М.: Min. prir. res. i e'kologii RF, 2014. 463 s.

3. Greshonkov A.M., Merkulova E.Yu. Analiz potrebleniya osnovny'x produktov pitaniya po regionam RF // Social'no-e'konomicheskie yavleniya i processy'. 2014. T. 9. Vy'p. 11. S. 54–62.

4. Demograficheskij ezhegodnik Rossii, 2014: sb. st. М.: Gos. kom. RF po statistike, 2014. 525 s.

5. Zabolevaemost' vsego naseleniya v Rossii v 2013 godu: sb. st.: v 10 ch. Ch. 2. М.: Ministerstvo zdравooxraneniya RF, Departament monitoringa, analiza i strategicheskogo razvitiya zdравooxraneniya, FGBU «Central'ny'j nauchno-issledovatel'skij institut organizacii i informatizacii zdравooxraneniya» Minzdrava Rossii, 2014. 138 s.

6. Zdравooxranenie v Rossii. 2013: sb. st. М.: Rosstat, 2013. 380 s.

7. Zlokachestvenny'e novoobrazovaniya v Rossii v 2001 godu (zabolevaemost' i smertnost'): sb. st. / pod red. V.I. Chissova, V.V. Starinskogo, G.V. Petrovoj. М.: MNIOI im. P.A. Gercena, 2003. 240 s.

8. Zlokachestvenny'e novoobrazovaniya v Rossii v 2007 godu (zabolevaemost' i smertnost'): sb. st. / pod red. V.I. Chissova, V.V. Starinskogo, G.V. Petrovoj. М.: FGU «MNIOI im. P.A. Gercena Rosmedtexnologij», 2009. 244 s.

9. Zlokachestvenny'e novoobrazovaniya v Rossii v 2013 godu (zabolevaemost' i smertnost'): sb. st. / pod red. A.D. Kaprina, V.V. Starinskogo, G.V. Petrovoj. М.: MNIOI im. P.A. Gercena – filial FGBU «FMICz im. P.A. Gercena» Minzdrava Rossii, 2015. 250 s.

10. Zlokachestvenny'e novoobrazovaniya v Rossii v 2014 godu (zabolevaemost' i smertnost'): sb. st. / pod red. A.D. Kaprina, V.V. Starinskogo, G.V. Petrovoj. М.: MNIOI im. P.A. Gercena – filial FGBU «NMIRC» Minzdrava Rossii, 2016. 250 s.

11. Imyanitov E.N. E'pidemiologiya i biologiya raka zheludka // Prakticheskaya onkologiya. 2009. T. 10. Vy'p. 1. S. 1–7.

12. Klimenkov A.A., Patyutko Yu.I., Gubina G.I. Opuxoli zheludka. М.: Medicina, 1988. 256 s.

13. Mun S.A., Larin S.A., Brailovskij V.V., Glushkov A.N. Vliyanie zagryazneniya atmosfernogo vozduxa na zabolevaemost' naseleniya Kemerovskoj oblasti rakom zheludka // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. 2009. T. 11. Vy'p. 1. S. 1174–1177.

14. Mxitar'yan O.V. Sravnitel'ny'e e'pidemiologicheskie aspekty' raka zheludka i raka obodochnoj kishki v ramkax ustanovleniya obshhix i individual'ny'x faktorov riska: avto-ref. dis. ... kand. med. nauk. Rostov-n / D., 2006. 32 s.

15. Pisareva L.F., Boyarkina A.P., Ushakova I.V. Rak zheludka v regione Sibiri i Dal'negο Vostoka // Sibirskij onkologicheskij zhurnal. 2009. Vy'p. 33 (33). S. 36–43.

16. Regiony' Rossii. Social'no-e'konomicheskie pokazateli. 2014: sb. st. M.: Rosstat, 2014. 900 s.
17. Rejting regionov po kachestvu zhizni. M.: RIA Novosti, 2013. URL: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/life_2013.pdf (data obrashheniya: 15.12.2015).
18. *Suxina N.Yu.* Social'no-e'konomicheskie aspekty' razvitiya pishhevoj promy'shennosti // *Izvestiya vuzov Pishhevaya texnologiya*. 2005. Vy'p. 2–3. S. 31–35. URL: http://globocan.iarc.fr/Pages/fact_sheets_population.aspx (data obrashheniya: 15.12.2015).

N.A. Malofeevskaya

The Geographical Features of Distribution of Malignant Tumors of Gastrointestinal Tract in Russia and Their Main Determinants

Results of geographical research, based on application of comparative, cartographical, statistical methods and correlation analysis enabled us to point out the significance of influence of the main determinants, contributing to the formation of tumors of gastrointestinal tract: socioeconomic situation in region, climate, environmental pollution, nutrition, the level of education and income, “diseases of civilization” and so on. For the first time, the author revealed the significance of influence of ethnicity on formation of stomach, colon and rectum cancer.

Keywords: geographical features; malignant tumors of gastrointestinal tract; exogenous factors; geographical variation; morbidity; socioeconomic status.

Д.Ю. Платонов

Опыт формирования вузовской сети в различных регионах мира

В работе представлено географическое исследование различных систем организации высшего образования в регионах мира, выделены их положительные и отрицательные стороны, показаны успехи разных систем и форм обучения для возможного проецирования их на отечественную систему образования.

Ключевые слова: вузовское образование; сеть университетов; географические различия; международный опыт.

На современном этапе развития системы образования в Российской Федерации появилась тенденция обращения к зарубежному опыту для выявления лучших образцов из ныне существующих систем образования и для возможного внедрения их компонентов в систему отечественного вузовского образования. Эта тенденция приобрела особую актуальность в связи с признанием нашего отставания в данной сфере не только от ведущих развитых стран, но и от общемировых тенденций. Обращаясь к зарубежному опыту, необходимо рассматривать все его стороны.

Развитие мирового образования на современном этапе имеет массовый характер. Существует прямая связь между социально-экономическим развитием государства и развитием его образовательной системы. Современные экономически развитые страны в большинстве своем — государства с богатой историей образования. Стоит отметить, что страны, в настоящее время наиболее динамически развивающиеся, во второй половине XX века начали или осуществили реформу образовательной системы. С 1960-х гг. высшее образование совершило стремительный переход от элитарности к массовости и фактически стало обязательным атрибутом в развитых стран. С 1990-х гг. к этой фазе всеобщего высшего образования стремительно движутся Южная Корея, Сингапур, Бразилия, примериваются к ней даже такие демографические гиганты, как Китай и Индия [5].

Формирование вузовской сети в Европе как образец университетского образования

Европейский регион считается колыбелью университетского образования. Начальной точкой зарождения университетской системы можно считать появление первого университета в итальянском городе Болонья. Болонский университет был образован в XI веке — в 1088 году и на данный момент считается старейшим университетом мира.

В момент своего возникновения европейские университеты очень сильно отличались от привычного нам представления о высшем учебном заведении. Особенности этих университетов являлась приверженность определенной философии, которая базировалась на синтезе богословия и аристотельянства — схоластике. Создание и содержание университетов происходило на деньги богатых меценатов, а по своей форме их можно было сравнить с клубными структурами. Именно в первых университетах появилось понятие дисциплины как аскезы ученичества.

В первых европейских университетах центральное место в образовании занимала теология. Позднее сформировалась философия. Наука, которая теперь господствует в высших учебных заведениях, появилась еще позже.

Старейшими вузами Европы и мира, сохранившимися и функционирующими до наших дней, считаются:

- Болонский университет (Италия) — год основания 1088 г.;
- Оксфордский университет (Великобритания) — приблизительно 1096 г.;
- Кембриджский университет (Великобритания) — 1209 г.;
- Университет Сорбонны (Париж, Франция) — 1215 г.;
- Университет Саламанки (Испания) — 1218 г.

Выдающуюся роль в развитии европейского университетского образования сыграла Сорбонна. История Сорбонны начинается раньше XII века, но именно в 1215 году был сформирован Парижский университет.

Необходимо отметить Константинопольский университет, основанный в 855 году и просуществовавший до падения Византии в XV веке. Этот университет внёс определенный вклад в развитие образования в Западной Европе. По своей структуре он был схож с образовательными заведениями Римской империи — атенями [2].

В XIV–XV веках университеты в Европе возникали с завидной регулярностью. Они оказались центрами и ядрами муниципализации и городского самоуправления. Огромное значение для развития университетов имело изобретение книгопечатания (первая половина XV века), которое как пожаром охватило Центральную, Западную и Северную Европу. Немаловажную роль в распространении образования сыграла также Реформация с её протестантской этикой, аскезой трудолюбия (*industria*) и формированием институтов и механизмов рыночной экономики. Созданный Иоганном Гуттенбергом первый печатный станок в первой половине XV века становится толчком для развития образования и передачи знаний уже в массовом масштабе [1].

Именно этот период следует рассматривать как массовое зарождение университетского образования в Европе. В целом развитие университетского образования в Европе позднее стало отправной точкой для распространения образования по всему миру. С небольшими оговорками европейскую цивилизацию можно считать колыбелью университетского образования. И по сей день этот регион мира является лидирующим по количеству ведущих университетов, числу студентов и качеству университетского образования.

На сегодняшний день вузовская система Европы является одной из самых развитых, многогранных и передовых, наряду с вековыми традициями именно здесь формируются инновационные технологии в образовании и науке, которые затем используются во многих регионах мира как основа университетского образования, с включением в него, разумеется, своих, местных особенностей.

Для географического исследования зарубежной системы образования были выбраны семь государств, расположенных в различных частях света и имеющих разные экономические показатели. Первая группа — это четыре экономически развитых государства с богатой историей образования, которые периодически проводят реформирование своей системы образования: США, Франция, Германия, Австрия [7]. Вторая группа включает три развивающиеся страны с большим потенциалом роста: Китай, Бразилия, Республика Корея.

Англосаксонская модель

Высшее образование в Соединённых Штатах Америки может служить примером англосаксонской модели образования и по праву считается одним из лучших в мире.

В США есть около 4000 колледжей и университетов, присуждающих ученую степень. Среди них 1700 государственных и 2300 частных, большинство из которых являются частными некоммерческими образовательными учреждениями. Кроме того, есть около 400 вузов, не присваивающих ученую степень и являющихся частными коммерческими [6].

Образовательные учреждения, имеющие право присуждать ученую степень, классифицируются Фондом Карнеги следующим образом:

- 261 — исследовательские университеты (110 из которых классифицируются как специальные исследовательские, базирующиеся на вовлеченности в докторские программы, а также объеме внешних спонсорских средств);
- 610 — колледжи-магистратуры и университеты;
- 607 учебных учреждений выступают в виде бакалаврских колледжей (266 из которых некоммерческие, многие из них элитарные учебные заведения с уклоном в гуманитарные науки, такие как история, политология, иностранные языки, или в теоретические научные дисциплины, в отличие от профессионально-технических специализаций);
- 1699 — ассоциированные колледжи (прежде всего это государственные колледжи);
- 765 — специализированные вузы [8].

Все вузы США условно можно разделить на учебные заведения, дающие полную программу образования — бакалавриат и магистратуру и сокращенную программу — только бакалавриат. Как правило, вузы с полной программой называются университетами, а с сокращенной — колледжами. Хотя в американском обществе слово «колледж» применимо ко всем типам высших

учебных заведений, мы оставим название «университет» для определения учебных заведений, работающих по полной программе (бакалавриат и магистратура), а колледж — по сокращенной программе (только бакалавриат).

Колледжи в Америке зачастую являются частными, с относительно небольшим количеством студентов. Научно-исследовательская деятельность может лишь косвенно в них присутствовать или находиться на вторых ролях.

Университетское образование в США можно получить как в частных учебных заведениях, так и в государственных, находящихся в ведении штатов — в университетах штатов. Исторически сложилось, что самыми известными и популярными, дающими наивысший уровень образования, являются частные университеты, такие как Принстон, Гарвард, Йель и другие. По количеству студентов частные университеты сравнительно невелики — они насчитывают не более 20 тыс. человек, а зачастую и меньше. Университеты штатов, как правило, более многочисленны: насчитывают по 30–40 тыс. человек. Зачастую это очень крупные и мощные вузы, целью работы которых, в первую очередь, является развитие научного потенциала студентов своего штата. Несмотря на то, что университеты штата несколько уступают в престижности частным учебным заведениям, они также притягивают к себе большое число абитуриентов. К таким лидерам системы высшего образования можно отнести университеты штата Мичиган, штата Вирджиния и другие.

У всех высших учебных заведений США есть ряд общих черт. Все они притягательны для иностранцев, причем как для студентов, так и для преподавателей. Главными причинами этого являются высокое качество образования, нестандартность подходов к обучению, возможность заниматься наукой и перспективы дальнейшего роста.

Ещё одной общей чертой является платность образования как в частных, так и в государственных учебных заведениях. И хотя самые малообеспеченные слои населения имеют большие льготы — стипендии при поступлении, обучение в вузах США является одним из самых дорогих в мире.

Франция

Франция — студенческая страна: вузы расположены практически в каждом городе. Особенностью французского высшего образования является структурная сеть университета, которая включает в себя кампусы соседних городов в пределах административно-территориального деления. Крупные университетские комплексы формируются в городах с населением более 100 тыс. человек.

Вузы Франции условно делятся на три большие группы. К первой группе относятся государственные университеты, которых насчитывается около 80. Только в окрестностях Парижа — 13 университетов. Старейшие и известнейшие из французских университетов: Сорбонна, Страсбургский, Нантский университеты.

Вторую группу составляют высшие школы Франции, которые могут быть как государственными, так и частными. Обучение в высших школах направлено на нужды конкретной отрасли, и многие такие заведения имеют прямые контракты с престижными работодателями.

Третья группа — это специализированные школы, которые также могут быть как государственными, так и частными. Обучение в них ведётся преимущественно по гуманитарным и творческим специальностям.

В вузах Франции учится большое количество студентов. Среднее количество студентов вуза — около 20 тыс. человек.

Система французского высшего образования охватывает практически всю территорию страны, захватывая и относительно маленькие города. Широко развита сеть кампусов. В нашей стране такая форма территориальной организации высшего образования, частично схожая с французской, применяется в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах (Сибирский государственный технологический университет, Иркутский государственный университет путей сообщения, Сибирский государственный университет водного транспорта и другие).

Германия

Система образования в Германии очень разнообразна и представлена шестью видами высших учебных заведений:

– университеты — вузы, использующие принцип «наука и обучение». В них активно развивается научная деятельность, преподается большое количество дисциплин, можно получить различные академические степени;

– технические университеты (профессиональные академии). В них преподается сокращенный набор дисциплин, акцент делается на естественно-научные и инженерные предметы, в малой доле могут быть представлены гуманитарные науки;

– университеты прикладных наук — это практикоориентированные вузы, включающие в себя производственную практику. Набор дисциплин в них достаточно широк, уровень обучения ограничен бакалавриатом.

Кроме того, функционируют творческие, специальные (медицинские, педагогические, спортивные) и частные вузы [4].

Всего в Германии насчитывается более двух сотен высших учебных заведений, из которых сто три являются университетами.

Австрия

Австрийская система образования разнообразна и имеет сильную профильную подготовку. Её среднее звено можно сравнить с российским средним специальным образованием. Высшее образование представлено на сегодня двадцать одним вузом. Особый упор делается на технические, медицинские и экономические дисциплины.

К положительным сторонам австрийской вузовской системы относится ее тесное взаимодействие с работодателем, подготовка и обучение в непосредственном контакте с практикой, чего в последние годы не хватает как среднему, так и высшему российскому образованию.

Китайская Народная Республика

Реформа образования в Китае началась в конце XX века. Основные векторы развития китайского образования: подготовка высококвалифицированных специалистов для внутреннего рынка и выход университетов на международный уровень. Реализация этих направлений развития китайского образования осуществляется в соответствии с двумя концептуальными проектами: 211 и 985.

Проект 211 был разработан Министерством образования КНР в 1995 году. Для его реализации необходимо было выбрать порядка ста наиболее значимых вузов. Основными задачами университетов, участвующих в этой программе, является подготовка высококвалифицированных специалистов для осуществления стратегических проектов развития страны в экономической и социальной сферах. До начала реализации этой программы крупнейшие вузы КНР не соответствовали международным стандартам подготовки специалистов и научных исследований.

В настоящее время в проекте принимают участие около 112 университетов КНР, что составляет около 6 % от общего числа университетов. На вузы, принимающие участие в проекте, приходится 4/5 докторов наук, 2/3 аспирантов, 1/2 иностранных студентов, 1/3 бакалавров. Кроме того, эти вузы готовят студентов по 85 % всех специальностей, контролируют 96 % лабораторий, на них приходится 70 % бюджетных ассигнований. Число студентов в университете составляет около 20–30 тыс. человек [9].

Проект 985 имеет схожую задачу, но основным его направлением является выход китайских вузов на международный уровень. Участие в международной образовательной кооперации, привлечение иностранных студентов и преподавателей, увеличение числа публикаций на английском языке, присутствие в международных образовательных рейтингах, а также другие аспекты. Некоторые университеты принимают участие сразу в двух проектах.

Высшее образование в КНР тяготеет к центральным, крупным городам. Максимальное сосредоточение вузов отмечается в столице страны — Пекине и других городах центрального подчинения — Шанхае, Тяньцзыне, Чунцине. Вузы размещаются также в крупных экономических и промышленных центрах, в которых ставка делается на технические профили образования. В целом размещение высших образовательных учреждений в Китае привязано к соотношению: 1 вуз на 750 тыс. – 1,2 млн человек.

Рассматривая принципы китайского высшего образования через призму применения отдельных его аспектов для модернизации российского образования, стоит отметить, что у нас очень схожие системы формирования крупных

учебных заведений именно в больших городах, центрах административных единиц. Планирование размещения университетов по территории страны было особенно характерно в советский период отечественной истории, однако схожие черты были присущи системе образования и в царской России. В Российской империи после реформы образования М. Сперанского также была создана система по плановому размещению учебных заведений на территории страны.

Во времена Советского Союза практически во всех областных и республиканских центрах, национальных столицах были созданы педагогические, медицинские институты и институты культуры.

Из отрицательных сторон и не приемлемых для России особенностей китайского образования стоит отметить его исключительно платную основу. В нашей стране, которая во многом продолжает придерживаться социальных основ развития общества, введение исключительно платного высшего образования может резко снизить уровень образования молодежи из низко доходных слоев населения и привести к крайне негативным последствиям в общественной и социальной жизни.

Республика Корея

Особенностью образовательной системы Республики Корея является преобладание частного образования. Из порядка 160 высших учебных заведений страны только 24 государственных.

В Республике Корея существуют пять основных типов вузов: университеты, колледжи, педагогические институты, очные и заочные университеты. Кроме того, есть особые учебные заведения с ярко выраженной военной или религиозной направленностью. На общем фоне выделяются три крупнейших вуза — Сеульский государственный университет, университет Корё, университет Ёнсе. Вузы Кореи характеризуются большой численностью студентов: в крупных вузах учатся по 20–30 тыс. студентов, в региональных — примерно по 10 тыс. студентов [10].

На сегодняшний день образование в Южной Корее считается одним из лучших в мире и по праву занимает одно из ведущих мест на образовательном Олимпе. Корейская образовательная система строилась не один год и сформировалась под действием многих факторов, в частности и внешних. Главной особенностью, как уже было сказано выше, является преобладание частных, негосударственных университетов. Для России, в которой на данный момент также существует немалое количество негосударственных университетов, к сожалению, эта форма высшего образования не смогла стать локомотивом развития. По многим показателям негосударственные вузы в нашей стране не смогли достичь тех высот, которые имеют их заграничные аналоги. Также стоит отметить, что ряд отечественных частных вузов дает очень слабый уровень образования и на сегодняшний день, по сути, занимается «одипломливанием» студентов.

Для российской системы образования более полезным для заимствования могла бы стать инновационная система преподавания и обучения, неразрывность теоретического и практического обучения, внедрение самых передовых технологий и развитие научно-исследовательского потенциала кафедр университетов.

Бразилия

Для Бразилии характерно наличие как государственных, так и частных вузов, при том что в официальном рейтинге частные вузы в последние годы заметно поднялись вверх и сдвинули с лидирующих позиций государственные.

На данный момент, в соответствии с бразильским законодательством, в стране существует четыре типа вузов:

- полностью автономные университеты с университетским образованием и исследовательскими отделениями;
- автономные университетские центры без исследовательских отделений, но обеспечивающие качественное преподавание разных дисциплин;
- изолированные факультеты с ограниченными правами по созданию новых учебных курсов и увеличению набора;
- небольшое число государственных технических институтов [3].

Федеральные вузы есть в каждом штате, и расположены они приоритетно в столице штата. В столицах крупных штатов, как правило, располагаются также университеты штата (*de Estado*), которые финансируются муниципалитетами. Число вузов зависит от численности населения, профиль вузов частично направлен на потребности экономики штата. Число государственных вузов зависит от численности населения города — столицы штата; число частных вузов привязано к численности населения штата в целом.

Но есть исключения, которые подтверждают общие закономерности. Так, в городе Риу-Бранку, центре северо-западного штата Акре, отсутствуют частные вузы. Обратная ситуация с городом Витория, который является столицей крупного по населению и экономически развитого штата Эспириту-Санту — здесь находится большое количество частных вузов.

Из выбранных для сравнения стран Бразилия является очень похожим на Россию государством по многим факторам: численность населения и социальный уклад в обществе, разный уровень экономического развития и использования территории, федеративная форма территориального устройства.

По размещению высших учебных заведений по территории страны Бразилия тоже очень похожа на Российскую Федерацию, особенно если взять в расчет зависимость «статус города (административное значение) и статус университета», расположенного в нем.

Понимание того, что образование является локомотивом развития страны, вне зависимости от хозяйственной направленности, присутствует в каждой

из выбранных стран. Страны первой группы, в которых на протяжении длительного периода проходило формирование образовательной среды, продолжают проводить её укрепление, при этом периодически проводятся реформы для соответствия университетов современным тенденциям и задачам.

Вторая группа стран со второй половины XX века активно формирует и развивает систему образования, которая призвана решить такие задачи, как модернизация сферы образования в соответствии с современными стандартами, участие в мировых образовательных программах, повышение вклада в культурное, научное и экономическое развитие государства; подготовка кадров для реализации национальных программ во всех сферах хозяйства.

Опыт формирования вузовской системы по образцу Европы

Важными вехами в развитии системы российского образования, несомненно, являются реформы, которые происходили на протяжении всего времени ее существования. Одним из первых коренных преобразований в системе высшего образования является уже упомянутая выше реформа 1803 года, автором которой был М.М. Сперанский. При Александре I система образования подверглась коренному переустройству как по территориальному принципу, так и по своей структуре и содержанию. В частности, в 1802 году было организовано Министерство народного образования, которое и руководило ходом реформы, особенностями которой стали: бессловность обучения, возможность бесплатно получить базовое образование и преемственность образовательных программ. В территориальной структуре появилось разделение на уровни образования, в зависимости от численности населения и статуса населенного пункта. В крупных городах были основаны университеты, в губернских городах открылись гимназии, в уездах — училища, а при церковных приходах созданы одноклассные училища.

В этот же период появились такие новые высшие учебные заведения:

- Дерптский университет — 1802 год (он же Юрьевский, ныне Тартуский, основан еще в 1602 году, преобразован в 1802 году);
- Виленский университет — 1803 год (основан в 1579 году, преобразован в 1803);
- Харьковский университет — 1804 год;
- Казанский университет — 1804 год;
- Петербургский педагогический институт — 1804 год (преобразован в 1819 году).

В структуре образования произошел переход к обучению массовым профессиям: врачи, педагоги, инженеры, юристы и другие. В основу реформы была положена западноевропейская (немецкая) модель Гумбольдтовского университета, которая являлась одной из лучших в Европе и мире.

Важной вехой всей реформы образования стало тогда появление новых образовательных учреждений, которые давали высококачественное по тем

временам образование — лицеев, в частности Царскосельского лицея, образованного в 1811 году. Одной из первоначальных задач лицеев была подготовка государственных просвещённых чиновников высшего ранга.

Современное формирование (реформирование) вузовской сети

Тенденция развития системы отечественного образования — это создание новых мощных образовательных центров на базе уже существующих университетов в рамках программ модернизации всего российского образования. Примерами таких изменений является образование научно-образовательных комплексов на базе Московского и Санкт-Петербургского государственных университетов. Продолжением этой линии стало формирование десяти федеральных университетов в каждом федеральном округе. В основу первого этапа современного реформирования высшего образования были положены принципы оптимизации региональных образовательных структур и укрепления связей вузов с реальной экономикой и социальной сферой федеральных округов. Стало возможным получение статуса Национального исследовательского университета на основе конкурса и сроком на десять лет. Главной целью этой программы является организация эффективного процесса обучения, его интеграция с научными исследованиями, которые проводятся в этом же университете. На данный момент после проведения двух конкурсов число университетов, имеющих статус Национальных исследовательских университетов, составляет 29. Реализация программы 5/100 берет начало в 2013 году. Ее цель — усиление конкурентной позиции группы ведущих российских университетов на глобальном рынке образовательных услуг и исследовательских программ [11]. На сегодняшний день в программе принимает участие 15 российских университетов.

Сейчас начался второй этап реформы высшего российского образования, ставший продолжением реализуемых ранее программ, о которых говорилось выше. На этом этапе будет происходить создание сети опорных вузов путем объединения нескольких учебных заведений в одном городе или регионе и тем самым формирование мощных региональных образовательных кластеров. Целью данной реформы является улучшение качества образования в регионах, модернизация структуры образования и возможность развития человеческого капитала. Опорные вузы должны стать центрами образовательного притяжения и развития региона.

Со времени реформ XIX века российское образование развивалось своим, уникальным путем. Целью современных реформ является улучшение положения российского высшего образования как внутри страны, так и за её пределами. Изменение его структуры и формы, обновление системы образования, разумеется, необходимо, но при этом не должен разрушаться уже имеющийся фундамент и традиции.

Литература

1. *Капр А.* Иоганн Гуттенберг. Личность в истории. СПб.: Вита Нова, 2010. 546 с.
2. *Культура Византии.* Вторая половина VII–XII в. М.: Наука, 1989. 680 с.
3. Будущее высшего образования и академической профессии: страны БРИК и США / пер. с англ. А. Гордеева (гл. 1–5), Г. Петренко (гл. 6); науч. ред. М. Юдкевич. М.: Высшая школа экономики, 2013. 32 с.
4. *Власов Н.А.* Германия в начале XXI века. СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2008. 308 с.
5. *Волков А., Ливанов Д.* Образование: Новые университеты // Ведомости. № 3795. URL: <http://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/03/23/zachem-rossii-sotnya-silnih-regionalnih-universitetov> (дата обращения: 23.03.2015).
6. *Джонстоун Д.Б.* Система высшего образования в США: структура, руководство, финансирование // Университетское управление: практика и анализ. 2003. № 5–6 (28). С. 92–102.
7. *Орехова Е.Я.* Образование во Франции: Традиции и реформы: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Тула, 2004. 24 с.
8. Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, The Carnegie Classification of Institutions of Higher Education 2000 Edition. Menlo Park, CA: Author, 2001. URL: <http://www.carnegiefoundation.org> (дата обращения: 19.11.2015).
9. Китайское образование и исследовательская сеть. URL: <http://www.edu.cn/20010101/21852.shtml> (дата обращения: 19.11.2015).
10. РусКор. Российско-корейское информационное агентство. URL: <http://www.ruskorinfo.ru/wiki/universitet/> (дата обращения: 21.11.2015).
11. 5\100 Проект повышения конкурентоспособности ведущих российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров. URL: <http://www.5stop100.ru/> (дата обращения: 25.11.2015).

Literatura

1. *Капр А.* Iogann Guttenberg. Lichnost' v istorii. SPb.: Vita Nova, 2010. 546 s.
2. *Kul'tura Vizantii.* Vtoraya polovina VII–XII v. M.: Nauka, 1989. 680 s.
3. *Budushhee vy'sshego obrazovaniya i akademicheskoy professii: strany' BRIK i SShA / per. s angl. A. Gordeeva (gl. 1–5), G. Petrenko (gl. 6); nauch. red. M. Yudkevich. M.: Vy'sshaya shkola e'konomiki, 2013. 32 s.*
4. *Vlasov N.A.* Germaniya v nachale XXI veka. SPb.: Izdatel'stvo Sankt-Peterburgskogo universiteta, 2008. 308 s.
5. *Volkov A., Livanov D.* Obrazovanie: Novy'e universitety' // Vedomosti. № 3795. URL: <http://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/03/23/zachem-rossii-sotnya-silnih-regionalnih-universitetov> (data obrashheniya: 23.03.2015).
6. *Dzhonstoun D.B.* Sistema vy'sshego obrazovaniya v SShA: struktura, rukovodstvo, finansirovanie // Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz. 2003. № 5–6 (28). S. 92–102.
7. *Orexova E.Ya.* Obrazovanie vo Francii: Tradicii i reformy': avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Tula, 2004. 24 s.
8. Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, The Carnegie Classification of Institutions of Higher Education 2000 Edition. Menlo Park, CA: Author, 2001. URL: <http://www.carnegiefoundation.org> (data obrashheniya: 19.11.2015).

9. Kitajskoe obrazovanie i issledovatel'skaya set'. URL: <http://www.edu.cn/20010101/21852.shtml> (data obrashheniya: 19.11.2015).
10. RusKor. Rossijsko-korejskoe informacionnoe agentstvo. URL: <http://www.ruskor-info.ru/wiki/universitet/> (data obrashheniya: 21.11.2015).
11. 5\100 Proekt povy'sheniya konkurentosposobnosti vedushhix rossijskix universitetov sredi vedushhix mirovy'x nauchno-obrazovatel'ny'x centrov. URL: <http://www.5top100.ru/> (data obrashheniya: 25.11.2015).

D.Y. Platonov

**The Experience of Formation of a University Network
in Different Regions of the World.**

In this work the author presents the geographical study of the various management systems of higher education in the world. He pointed out their positive and negative sides, showed the successes of different systems and forms of education for possible projection of them on national education system.

Keywords: university education; a network of universities; geographical differences; international experience.

Ф И З И К А

В.А. Бубнов

Об аналогии между звуковыми и электромагнитными волнами

Получено новое уравнение акустики, основанное на уравнениях гидродинамики идеальной жидкости, учитывающих переменность массы частицы жидкости, и уравнении неразрывности, в котором имеет место скошение координатных углов частицы. Проанализированы условия инвариантности этого уравнения относительно преобразований Лоренца. Установлена определенная аналогия между звуковыми и электромагнитными волнами.

Ключевые слова: гидродинамическая скорость звука, света; волна: звуковая, электромагнитная; инвариантность; преобразования Лоренца.

Известно, что второй закон движения материальной точки И. Ньютон сформулировал следующим образом: изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует (см. [10: с. 40]).

В рамках такого определения формульный вид рассматриваемого закона можно представить так:

$$C \frac{d(m\vec{V})}{dt} = \sum \vec{F}. \quad (1)$$

Здесь введён коэффициент пропорциональности C , который, с одной стороны, может приводить к одинаковой размерности правой и левой частей в (1), а с другой стороны, при общепринятых размерностях величин, входящих в (1), может быть отвлечённым числом.

В работах автора [1–4] уравнение (1) использовалось для вывода уравнений гидродинамики, в которых масса частицы жидкости суть переменная величина.

Действительно, введем плотность ρ жидкости как отношение массы m частицы к единице объёма W частицы жидкости, а также поверхностную силу

$$\vec{P} = \vec{i} \cdot \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \vec{j} \cdot \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \vec{k} \cdot \frac{\partial \sigma_z}{\partial z},$$

отнесённую к единице объёма, тогда уравнение (1) примет вид:

$$C\rho \frac{d\vec{V}}{dt} + \frac{C\vec{V}}{W} \cdot \frac{dm}{dt} = \vec{P}. \quad (2)$$

Отметим, что в выражении для поверхностной силы \vec{P} через \vec{i} , \vec{j} , \vec{k} обозначены орты координатных осей x, y, z , соответственно, а через $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ — нормальные напряжения.

Следуя [1–2], изменение массы вычислим через изменение объёма W и плотности ρ так:

$$\frac{dm}{dt} = \rho \frac{dW}{dt} + W \frac{d\rho}{dt}. \quad (3)$$

Теперь изменение объёма W выражаем через скорость объёмного расширения Θ следующим образом:

$$\frac{dW}{dt} = -\frac{(W_0 - W)W_0}{W_0 \cdot \Delta t} = -W_0 \cdot \Theta, \quad (4)$$

где для Θ будем использовать общепринятые соотношения

$$\Theta = \frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_1 \Delta t} = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt}. \quad (5)$$

Кроме того, воспользуемся общепринятым уравнением неразрывности:

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + \text{div} \vec{V} = 0. \quad (6)$$

Соотношения (4)–(5) позволяют уравнение (3) переписать так:

$$\frac{dm}{dt} = \rho \Theta (W - W_0). \quad (7)$$

Введём эмпирический параметр

$$C_1 = C \left(1 - \frac{W_0}{W} \right), \quad (8)$$

характеризующий величину изменения объёма частицы жидкости. После чего с учётом формул (7)–(8) уравнение (2) примет вид:

$$C \rho \frac{d\vec{V}}{dt} + C_1 \rho \vec{V} \cdot \Theta = \vec{P}. \quad (9)$$

Из (5) и (6) принимаем:

$$\Theta = -\text{div} \vec{V},$$

что позволяет уравнению (9) придать новую форму:

$$C \rho \frac{d\vec{V}}{dt} - C_1 \rho \vec{V} \text{div} \vec{V} = \vec{P}. \quad (10)$$

Учитывая тот факт, что частица жидкости в рамках уравнения (10) участвует в деформационном движении, будем под вектором \vec{V} подразумевать гидродинамическую скорость, составляющие которой u, v, w соответственно. Кроме того, оператор полной производной в (10) будем использовать в общеизвестном виде:

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} + w \frac{\partial}{\partial z},$$

состоящем из локальной производной $\frac{\partial}{\partial t}$ и конвективной $u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} + w \frac{\partial}{\partial z}$.

В проекциях на координатные оси векторное уравнение (10) представит следующую систему уравнений в частных производных:

$$\left. \begin{aligned} C_1 \rho \frac{du}{dt} - C_1 \rho u \operatorname{div} \vec{V} &= \frac{\partial \sigma_x}{\partial x}, \\ C_1 \rho \frac{dv}{dt} - C_1 \rho v \operatorname{div} \vec{V} &= \frac{\partial \sigma_y}{\partial y}, \\ C_1 \rho \frac{dw}{dt} - C_1 \rho w \operatorname{div} \vec{V} &= \frac{\partial \sigma_z}{\partial z}. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

В дальнейшем для анализа газодинамических течений воспользуемся случаем, когда $C_1 = 0$, что свидетельствует о неизменности объёма W частицы жидкости в процессе её движения. Кроме того, нормальные напряжения отождествим с гидростатическим давлением p , т. е. будем считать, что $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = -p$. Теперь система уравнений (11) примет вид:

$$\left. \begin{aligned} C \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}, \\ C \left(\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}, \\ C \left(\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z}. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

При построении уравнения, описывающего процесс распространения звуковых волн, обычно пренебрегают конвективными членами в левой части системы (12). В таком случае вместо указанной системы будем иметь:

$$C \frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}, \quad C \frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}, \quad C \frac{\partial w}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z}. \quad (13)$$

В уравнениях (13) присутствует неизвестная величина ρ , которая зависит от скоростей деформационного движения. Традиционно данную зависимость определяют через уравнение (6).

Однако в работах автора [5–8] показано, что уравнение неразрывности в форме (6) получено из анализа деформационного движения частицы жидкости только при учете параметров

$$\varepsilon_1 = \frac{\partial u}{\partial x}, \quad \varepsilon_2 = \frac{\partial v}{\partial y}, \quad \varepsilon_3 = \frac{\partial w}{\partial z}, \quad (14)$$

определяющих линейное расширение частицы вдоль осей координат x , y , z соответственно. Наряду с линейным расширением частицы в результате

деформационного движения происходит скошение координатных углов в первоначально принятой системе координат, начало которой находится в центре частицы жидкости. Это скошение измеряется параметрами θ_1 , θ_2 , θ_3 , которые определяются так:

$$2\theta_1 = \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z}, \quad 2\theta_2 = \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x}, \quad 2\theta_3 = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}. \quad (15)$$

Согласно работам [5–8] уравнение неразрывности, учитывающее характеристики деформационного движения (14) и (15), имеет вид:

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + (\varepsilon + A dt + B dt^2) = 0, \quad (16)$$

где дополнительно обозначено:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3, \quad (17)$$

$$A = \varepsilon_1 \varepsilon_2 + \varepsilon_1 \varepsilon_3 + \varepsilon_2 \varepsilon_3 - (\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2), \quad (18)$$

$$B = \varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3 + 2\theta_1 \theta_2 \theta_3 - (\varepsilon_1 \theta_1^2 + \varepsilon_2 \theta_2^2 + \varepsilon_3 \theta_3^2). \quad (19)$$

Кроме того, дифференциал dt определяет промежуток времени, в течение которого первоначальная форма частицы видоизменяется. В дальнейшем будем считать $dt = \Delta t$, а величину Δt трактовать в качестве дополнительного параметра деформационного движения.

В связи с уравнением неразрывности в форме (16) уместно заметить, что, согласно известной гипотезе Стокса, касательные напряжения τ_{xy} , τ_{yz} , τ_{xz} , действующие на частицу жидкости, определяются так:

$$\tau_{xy} = 2 \mu \theta_3, \quad \tau_{yz} = 2 \mu \theta_1, \quad \tau_{xz} = 2 \mu \theta_2, \quad (20)$$

где μ — коэффициент вязкости.

Отсюда следует, что скошение координатных углов есть следствие действия касательных напряжений на частицу жидкости.

В дальнейших расчетах в качестве уравнения неразрывности будем использовать соотношение

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = -(\varepsilon + A \cdot \Delta t), \quad (21)$$

которое получается из (16), если в последнем пренебречь членами порядка dt^2 .

Теперь уравнения (13) и соотношение (21) будут исходными при получении волнового уравнения.

Вывод волнового уравнения начнем со следующего преобразования правой части в первом соотношении (13), а именно,

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial \rho} \frac{\partial \rho}{\partial x} = -\frac{\partial \rho}{\partial \rho} \frac{\partial}{\partial x} \ln \frac{\rho}{\rho_0}.$$

Теперь рассматриваемое соотношение перепишем так:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{1}{C} \frac{\partial \rho}{\partial \rho} \frac{\partial}{\partial x} \ln \frac{\rho}{\rho_0} = -g^2 \frac{\partial}{\partial x} \ln \frac{\rho}{\rho_0},$$

где через

$$g = \sqrt{\frac{1}{C} \frac{\partial p}{\partial \rho}} = \sqrt{\alpha \frac{\partial p}{\partial \rho}} \quad (22)$$

обозначена скорость звука.

Изложенное преобразование позволяет уравнениям (13) придать следующий вид:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -g^2 \frac{\partial}{\partial x} \ln \frac{\rho}{\rho_0}, \quad \frac{\partial v}{\partial t} = -g^2 \frac{\partial}{\partial y} \ln \frac{\rho}{\rho_0}, \quad \frac{\partial w}{\partial t} = -g^2 \frac{\partial}{\partial z} \ln \frac{\rho}{\rho_0}.$$

Интегралы этих уравнений имеют вид:

$$u = -\frac{\partial}{\partial x} \int g^2 \ln \frac{\rho}{\rho_0} dt, \quad v = -\frac{\partial}{\partial y} \int g^2 \ln \frac{\rho}{\rho_0} dt, \quad w = -\frac{\partial}{\partial z} \int g^2 \ln \frac{\rho}{\rho_0} dt,$$

Введем дополнительную функцию $\Psi = \int g^2 \ln \frac{\rho}{\rho_0} dt$, тогда для скоростей

будем иметь окончательные формулы:

$$u = -\frac{\partial \Psi}{\partial x}, \quad v = -\frac{\partial \Psi}{\partial y}, \quad w = -\frac{\partial \Psi}{\partial z}. \quad (23)$$

Продифференцируем дважды по t введенную функцию Ψ , тогда получим:

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = \frac{g^2}{\rho} \frac{d\rho}{dt},$$

откуда будем иметь:

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{g^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2}. \quad (24)$$

Подставляя (24) в (21), получаем следующее соотношение, определяющее функцию Ψ через кинематические характеристики деформационного движения:

$$\frac{1}{g^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = -(\varepsilon + A \cdot \Delta t). \quad (25)$$

Правую часть в (25) перепишем, используя формулы (14)–(15), (17)–(18), (23). После этого будем иметь следующий окончательный вид уравнения, описывающего процесс распространения звуковых волн:

$$\begin{aligned} \frac{1}{g^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = & \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} \right) - \\ & - \Delta t \cdot \left\{ \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} \cdot \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} \right) - \right. \\ & \left. - \left[\left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x \partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x \partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial y \partial z} \right)^2 \right] \right\}. \quad (26) \end{aligned}$$

Для определения скорости звука g , входящей в уравнение (26) параметром, вернемся к формуле (22) и будем вычислять величину $\frac{\partial p}{\partial \rho}$ для газовых сред, находящихся в равновесных состояниях. Пусть термодинамический процесс происходит при постоянной температуре. Тогда на основании закона Бойля – Мариотта имеем

$$\frac{p}{p_0} = \frac{\rho}{\rho_0} \text{ или } p = \left(\frac{p_0}{\rho_0} \right) \rho,$$

где p_0 и ρ_0 — термодинамические параметры, характеризующие начальное равновесное состояние газа. Дифференцируем по переменной ρ второе из выше-написанных соотношений и результат подставляем в (22), после чего получаем:

$$g = \sqrt{\alpha \frac{p_0}{\rho_0}}. \tag{27}$$

Эта формула для g при $\alpha = 1$ переходит в ньютоновскую формулу для скорости звука.

Пусть в рассматриваемой газовой среде давление адиабатически изменяется по закону Пуассона $p = \rho^\gamma$, где γ — отношение теплоемкости при постоянном давлении к теплоемкости при постоянном объеме. Формула Пуассона позволяет представить изменения давления в окрестности параметров p_0, ρ_0 в виде ряда Тейлора. Ограничимся первым членом такого разложения, а именно:

$$p - p_0 = \left(\frac{\partial p}{\partial \rho} \right)_0 \cdot (\rho - \rho_0) = \gamma \rho_0^{\gamma-1} \cdot (\rho - \rho_0) = \gamma \left(\frac{p_0}{\rho_0} \right) \cdot (\rho - \rho_0).$$

Отсюда получаем:

$$\frac{p - p_0}{\rho - \rho_0} = \frac{\Delta p}{\Delta \rho} = \frac{\partial p}{\partial \rho} = \gamma \frac{p_0}{\rho_0}.$$

Данное значение $\frac{\partial p}{\partial \rho}$ подставляется в (22) и получаем новую формулу

для скорости звука

$$g = \sqrt{\alpha \gamma \left(\frac{p_0}{\rho_0} \right)}. \tag{28}$$

При $\alpha = 1$ формула (28) переходит в известную формулу Лапласа.

Из изложенного становится очевидным, что для определения величины скорости звука g надо уметь вычислять производную $\frac{\partial p}{\partial \rho}$ и определять параметр $\alpha = \frac{1}{C}$.

Относительно параметра α следует заметить следующее. При вычислении величины $\frac{\partial p}{\partial \rho}$ учитывались условия термодинамически равновесного

перехода от состояния системы, характеризующейся давлением p_0 и плотностью ρ_0 , к состоянию, характеризующемуся давлением p и плотностью ρ . Известно, что указанный переход происходит медленно. В случае же движения звуковой волны имеет место неравновесный термодинамический процесс, в котором изменения давления и плотности происходят довольно быстро и зависят от частоты звуковых колебаний.

Возможно, что параметр α в формулах (27)–(28) корректирует величину скорости звука на неравновесность термодинамического процесса и зависит от частоты акустических колебаний.

Изучать свойства акустического уравнения (26) начнем со случая, когда промежуток времени Δt , в течение которого видоизменяется форма частицы жидкости, бесконечно мал и членами в фигурных скобках, в правой части (26), можно пренебречь. Тогда получаем классическое волновое уравнение:

$$\frac{1}{g^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right). \quad (29)$$

На предмет инвариантности относительно известных преобразований Лоренца это уравнение впервые исследовалось в [12].

Отметим, что задача по разысканию преобразований Лоренца следующим образом поставлена в [12]. Пусть в пространстве имеется два мира, явления природы в которых описываются двумя координатными системами: x_1, x_2, x_3, t и x_1', x_2', x_3', t' . Необходимо найти преобразования перехода от одной системы координат к другой, которые оставляют инвариативными уравнения, описывающие одно и то же явление в разных координатных пространствах. Из всех явлений природы Умов выбирает волнообразное движение ввиду его всеобщности.

Допустим, что рассматриваемое явление характеризуется некоторой функцией ψ , которая выражена в первый раз в x_1, x_2, x_3, t , во второй раз — в x_1', x_2', x_3', t' , в двух физически изотропных и эквивалентных мирах должна удовлетворять одним и тем же по форме дифференциальным уравнениям следующего вида:

$$\frac{1}{g^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial^2 \psi}{\partial x_i^2}, \quad (30)$$

$$\frac{1}{g^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial t'^2} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial^2 \psi}{\partial x_i'^2}. \quad (31)$$

Здесь g означает постоянную скорость распространения волн в обоих мирах. Примем также, что x_i представляют прямоугольные пространственные координаты, а относительно координат x_i' не делается наперед никаких ограничений.

Обозначим через u одну из переменных пространства и времени первого мира и вообразим, что функция ψ выражена в переменных второго мира. Тогда будем иметь следующие формулы перехода от одной системы координат к другой.

$$\frac{\partial}{\partial u} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial x'_i}{\partial u} \frac{\partial}{\partial x'_i} + \frac{\partial t'}{\partial u} \frac{\partial}{\partial t'}, \quad (32)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2}{\partial u^2} &= \sum_{i=1}^3 \frac{\partial^2 x'_i}{\partial u^2} \frac{\partial}{\partial x'_i} + \frac{\partial^2 t'}{\partial u^2} \frac{\partial}{\partial t'} + \\ &+ \sum_{i=1}^3 \left(\frac{\partial x'_i}{\partial u} \right) \frac{\partial^2}{\partial x_i'^2} + \left(\frac{\partial t'}{\partial u} \right)^2 \frac{\partial^2}{\partial t'^2} + 2 \frac{\partial x'_1}{\partial u} \frac{\partial x'_2}{\partial u} \frac{\partial^2}{\partial x'_1 \partial x'_2} + \\ &+ 2 \frac{\partial x'_1}{\partial u} \frac{\partial x'_3}{\partial u} \frac{\partial^2}{\partial x'_1 \partial x'_3} + 2 \frac{\partial x'_1}{\partial u} \frac{\partial t'}{\partial u} \frac{\partial^2}{\partial x'_1 \partial t'} + \\ &+ 2 \frac{\partial x'_2}{\partial u} \frac{\partial x'_3}{\partial u} \frac{\partial^2}{\partial x'_2 \partial x'_3} + 2 \frac{\partial x'_2}{\partial u} \frac{\partial t'}{\partial u} \frac{\partial^2}{\partial x'_2 \partial t'} + 2 \frac{\partial x'_3}{\partial u} \frac{\partial t'}{\partial u} \frac{\partial^2}{\partial x'_3 \partial t'}. \end{aligned} \quad (33)$$

Принимаем эти соотношения последовательно и с помощью формул (32) и (33) производим переход в (30) к штрихованной системе координат. В результате чего вместо (30) получим:

$$B \frac{\partial^2}{\partial t'^2} = A \sum_{i=1}^3 \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x_i'^2}, \quad (34)$$

где дополнительно обозначено:

$$A = g^2 \sum_{i=1}^3 \left(\frac{\partial x'_1}{\partial x_i} \right)^2 - \left(\frac{\partial x'_1}{\partial t} \right)^2 = g^2 \sum_{i=1}^3 \left(\frac{\partial x'_2}{\partial x_i} \right)^2 - \left(\frac{\partial x'_2}{\partial t} \right)^2 = \quad (35)$$

$$= g^2 \sum_{i=1}^3 \left(\frac{\partial x'_3}{\partial x_i} \right)^2 - \left(\frac{\partial x'_3}{\partial t} \right)^2,$$

$$B = \left(\frac{\partial t'}{\partial t} \right)^2 - g^2 \sum_{i=1}^3 \left(\frac{\partial t'}{\partial x_i} \right)^2. \quad (36)$$

Кроме того, должны выполняться следующие равенства:

$$\frac{\partial^2 x'_i}{\partial t^2} = g^2 \sum_{i=1}^3 \frac{\partial^2 x'_i}{\partial x_j^2}, \quad i = 1, 2, 3; \quad (37)$$

$$\frac{\partial^2 t'}{\partial t^2} = g^2 \sum_{i=1}^3 \frac{\partial^2 t'}{\partial x_j^2};$$

$$\frac{\partial x'_1}{\partial t} \frac{\partial x'_2}{\partial t} = g^2 \sum_{i=1}^3 \frac{\partial x'_1}{\partial x_j} \frac{\partial x'_2}{\partial x_j}, \quad (38)$$

$$\frac{\partial x'_1}{\partial t} \frac{\partial x'_3}{\partial t} = g^2 \sum_{i=1}^3 \frac{\partial x'_1}{\partial x_j} \frac{\partial x'_3}{\partial x_j},$$

$$\frac{\partial x'_2}{\partial t} \frac{\partial x'_3}{\partial t} = g^2 \sum_{i=1}^3 \frac{\partial x'_2}{\partial x_j} \frac{\partial x'_3}{\partial x_j}.$$

$$\frac{\partial x'_i}{\partial t} \frac{\partial t'}{\partial t} = g^2 \sum_{i=1}^3 \frac{\partial x'_i}{\partial x_j} \frac{\partial t'}{\partial x_j}, i = 1, 2, 3. \quad (39)$$

Чтобы уравнение (34) перешло в (31), необходимо положить

$$A = g^2 B. \quad (40)$$

Рассмотрим простейший случай, когда одна пространственная координата x_1' зависит от времени t , а временная координата t' зависит только от x_1 , т. е.

$$x_1' = x_1'(t), t' = t'(x_1). \quad (41)$$

Тогда очевидны соотношения

$$\frac{\partial x'_2}{\partial t} = 0, \frac{\partial x'_3}{\partial t} = 0, \frac{\partial t'}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial t'}{\partial x_3} = 0. \quad (42)$$

Необходимо ввести условия, определяющие взаимное отношение переменных x_i', t' и x_i, t ($i = 1, 2, 3$). Пусть эти отношения даются указанием, что

$$\frac{\partial x'_1}{\partial x_1} \neq 0, \frac{\partial x'_2}{\partial x_2} \neq 0, \frac{\partial x'_3}{\partial x_3} \neq 0, \frac{\partial t'}{\partial t} \neq 0. \quad (43)$$

Условия (42)–(43) позволяют переписать уравнения (39) в следующем виде:

$$\frac{\partial x'_1}{\partial t} \frac{\partial t'}{\partial t} = g^2 \frac{\partial x'_1}{\partial x_1} \frac{\partial t'}{\partial x_1}, \frac{\partial x'_2}{\partial x_1} \frac{\partial t'}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial x'_3}{\partial x_1} \frac{\partial t'}{\partial x_1} = 0. \quad (44)$$

Так как $\frac{\partial t'}{\partial x_1} \neq 0$, то из (44) следует:

$$\frac{\partial x'_2}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial x'_3}{\partial x_1} = 0. \quad (45)$$

С учетом условий (42) и (45) уравнения (38) упрощаются так:

$$\begin{aligned} \frac{\partial x'_1}{\partial x_2} \frac{\partial x'_2}{\partial x_2} + \frac{\partial x'_1}{\partial x_3} \frac{\partial x'_2}{\partial x_3} = 0, \frac{\partial x'_1}{\partial x_2} \frac{\partial x'_3}{\partial x_2} + \frac{\partial x'_1}{\partial x_3} \frac{\partial x'_3}{\partial x_3} = 0, \\ \frac{\partial x'_2}{\partial x_2} \frac{\partial x'_3}{\partial x_2} + \frac{\partial x'_2}{\partial x_3} \frac{\partial x'_3}{\partial x_3} = 0. \end{aligned} \quad (46)$$

Исключаем из (46) $\frac{\partial x'_2}{\partial x_2}$ и $\frac{\partial x'_3}{\partial x_3}$, которые согласно (43) отличны от нуля,

и получаем соотношение

$$\left[\left(\frac{\partial x'_1}{\partial x_2} \right)^2 + \left(\frac{\partial x'_1}{\partial x_3} \right)^2 \right] \frac{\partial x'_2}{\partial x_3} \frac{\partial x'_3}{\partial x_2} = 0. \quad (47)$$

Это уравнение может быть удовлетворено трояким способом. Для конечного результата безразлично, какой из трех множителей уравнения (47) приравнивается к нулю. Принимаем

$$\frac{\partial x'_2}{\partial x_3} = 0, \quad (48)$$

после чего из (46) получаем:

$$\frac{\partial x'_1}{\partial x_2} \frac{\partial x'_2}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial x'_2}{\partial x_2} \frac{\partial x'_3}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial x'_1}{\partial x_2} \frac{\partial x'_3}{\partial x_2} + \frac{\partial x'_1}{\partial x_3} \frac{\partial x'_3}{\partial x_3} = 0. \quad (49)$$

Условия (43) позволяют уравнения (49) упростить до соотношений

$$\frac{\partial x'_1}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial x'_3}{\partial x_2} = 0, \frac{\partial x'_1}{\partial x_3} = 0. \quad (50)$$

Из (50), (48), (45), (42) приходим к заключению, что

$$x'_1 = f_2(t, x_1), x'_2 = f_2(x_2), x_3 = f_3(x_3), t' = f_4(t, x_1). \quad (51)$$

Уравнения (35), (36), (40) с учетом (51) принимают теперь вид:

$$\begin{aligned} g^2 \left(\frac{\partial x'_1}{\partial x_1} \right)^2 - \left(\frac{\partial x'_1}{\partial t} \right)^2 &= g^2 \left(\frac{\partial x'_2}{\partial x_2} \right)^2 = g^2 \left(\frac{\partial x'_3}{\partial x_3} \right)^2 = \\ &= g^2 \left[\left(\frac{\partial t'}{\partial t} \right)^2 - g^2 \left(\frac{\partial t'}{\partial x_1} \right)^2 \right]. \end{aligned} \quad (52)$$

Теперь остались не востребуемыми только уравнения (37), которые применительно к ограничениям (51) упрощаются так:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 x'_1}{\partial t^2} = g^2 \frac{\partial^2 x'_1}{\partial x_1^2}, \frac{\partial^2 x'_2}{\partial x_2^2} = 0, \frac{\partial^2 x'_3}{\partial x_3^2} = 0, \\ \frac{\partial^2 t'}{\partial t^2} = g^2 \frac{\partial^2 t'}{\partial x_1^2}. \end{aligned} \quad (53)$$

Из двух соотношений в (53) получаем:

$$x'_2 = \gamma x_2, x'_3 = \gamma x_3, \quad (54)$$

где γ — константа. После подстановки (54) в (52) получим два уравнения:

$$g^2 \left(\frac{\partial x'_1}{\partial x_1} \right)^2 - \left(\frac{\partial x'_1}{\partial t} \right)^2 = g^2 \gamma^2, \left(\frac{\partial t'}{\partial t} \right)^2 - g^2 \left(\frac{\partial t'}{\partial x_1} \right)^2 = \gamma^2. \quad (55)$$

Дифференцируем первое из двух уравнений сперва по x_1 , а затем по t и принимаем во внимание первое уравнение в (53), после чего будем иметь

$$\left. \begin{aligned} g^2 \frac{\partial x'_1}{\partial x_1} \frac{\partial^2 x'_1}{\partial x_1^2} - \frac{\partial x'_1}{\partial t} \frac{\partial^2 x'_1}{\partial x_1 \partial t} &= 0, \\ \frac{\partial x'_1}{\partial x_1} \frac{\partial^2 x'_1}{\partial t \partial x_1} - \frac{\partial x'_1}{\partial t} \frac{\partial^2 x'_1}{\partial x_1^2} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (56)$$

Помножим последние из этих уравнений на $\frac{\partial x'_1}{\partial t}$, а первое — на $\frac{\partial x'_1}{\partial x_1}$ и сло-

жим. Эти действия позволяют из (56) получить одно уравнение

$$g^2 \left[\left(\frac{\partial x'_1}{\partial x_1} \right)^2 - \left(\frac{\partial x'_1}{\partial t} \right)^2 \right] \frac{\partial^2 x'_1}{\partial x_1^2} = 0. \quad (57)$$

Так как первый множитель в (57) не равен нулю, то принимая во внимание первое из уравнений (53) и (56), получаем:

$$\frac{\partial^2 x_1'}{\partial x_1^2} = 0, \frac{\partial^2 x_1'}{\partial t^2} = 0, \frac{\partial^2 x_1'}{\partial x_1 \partial t} = 0. \quad (58)$$

Произведем аналогичные действия со вторым уравнением (55), в результате чего получим соотношения:

$$\frac{\partial^2 t'}{\partial x_1^2} = 0, \frac{\partial^2 t'}{\partial t^2} = 0, \frac{\partial^2 t'}{\partial t \partial x_1} = 0. \quad (59)$$

Интегралы уравнений (58) и (59) имеют вид:

$$x_1' = \alpha (x_1 - vt), t' = \alpha_1 t + \alpha_2 x_1, \quad (60)$$

где α , v , α_1 , α_2 представляют постоянные. После подстановки (60) в первое уравнение (44) получим:

$$\alpha_2 = -\frac{\alpha_1 v}{g^2}. \quad (61)$$

Полученные решения (60) и (61) вводим в уравнения (55). Откуда будем иметь

$$\alpha_1 = \alpha, \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{g^2}}}. \quad (62)$$

Собираем вместе формулы (54), (60), (62):

$$x_1' = \frac{\gamma(x_1 - vt)}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{g^2}}}, x_2' = \gamma x_2, x_3' = \gamma x_3, t' = \frac{\gamma \left(t - \frac{vx_1}{g^2} \right)}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{g^2}}}. \quad (63)$$

Формулы (63) получены в [12] и в случае, когда переходят в известные преобразования Лоренца.

Особый интерес представляет соотношение (62), в котором параметр γ можно отождествить с массой m_0 частицей жидкости в первоначальный момент времени, а параметр α отождествить с массой m частицы в следующий момент. Тогда соотношение (62) примет вид:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{g^2}}}, \quad (64)$$

в котором под скоростью v будем подразумевать скорость распространения звуковой волны.

Соотношение (62), равно как и соотношение (64), представляет кинематическую сущность волнового уравнения (29), определяющую характер решений данного уравнения. В то же самое время соотношение (64) указывает на то, что при стремлении скорости v распространения волны к скорости

звука g масса частицы жидкости увеличивается до бесконечности, что влечет соответствующее увеличение плотности ρ . Увеличение плотности означает возникновение ударной звуковой волны, переход через которую вызовет превышение скорости v над скоростью звука g .

Очевидно, что в рамках уравнения (29) не может существовать решений, определяющих процесс распространения волны со сверхзвуковой скоростью v . Такие решения надо искать в рамках уравнения (25).

Для изучения электромагнитных волн рассмотрим полную систему уравнений Максвелла:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{H} &= \frac{1}{C} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + 4\pi \vec{j}; \operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{1}{C} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}; \\ \operatorname{div} \vec{B} &= 0; \operatorname{div} \vec{D} = 4\pi\rho. \end{aligned} \right\} \quad (65)$$

Здесь векторы \vec{E} и \vec{H} определяют напряженность электрического и магнитного полей, векторы \vec{D} и \vec{B} характеризуют электрическую и магнитную индукцию, а через j обозначена объемная плотность токов проводимости, кроме того, C суть скорость света в пустоте.

К этим уравнениям следует присоединить так называемые материальные уравнения поля

$$\vec{D} = \varepsilon \vec{E}, \quad \vec{B} = \mu \vec{H}, \quad \vec{j} = \sigma \vec{E},$$

где ε — диэлектрическая постоянная, μ — магнитная проницаемость, σ — проводимость среды.

Для электромагнитных процессов в пустоте уравнения Максвелла упрощаются так:

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \frac{1}{C} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}; \operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{1}{C} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}. \quad (66)$$

Формально уравнения (66) не инвариантны относительно преобразований Лоренца, но чтобы сделать их инвариантными в [13] для составляющих векторов \vec{E} и \vec{H} определены некоторые ограничения в штрихованной системе координат, которым дано определенное толкование.

Однако в [11] для составляющих E_x, E_y, E_z и H_x, H_y, H_z (x, y, z — оси прямоугольной системы координат) получена следующая одна и та же формула уравнений

$$\frac{1}{g^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} + \frac{4\pi\sigma\mu}{C^2} \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2}, \quad (67)$$

в которой $g^2 = \frac{C^2}{\varepsilon\mu}$, суть одна из указанных составляющих.

Если среда непроводящая ($\sigma = 0$), то уравнение (67) переходит в уравнение

$$\frac{1}{g^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2},$$

которое по форме совпадает с уравнением (29) и которое инвариантно относительно преобразований Лоренца.

Применительно к явлениям, имеющим место в электромагнитной волне, формула (64) определяет изменение массы заряженной частицы в зависимости от скорости v распространения электромагнитной волны.

В работе [9] представлены результаты обработки опытов ряда авторов по движению β -частиц в электромагнитном поле, из которых следует, что при приближении скорости v к скорости света g расчеты по формуле (64) противоречат опытным данным.

Литература

1. Бубнов В.А. Об изменении плотности в гидродинамическом потоке // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2014. № 4 (16). С. 9–19.
2. Бубнов В.А. Об уравнениях гидродинамики с переменной плотностью // Седьмые Поляховские чтения: тезисы докладов Международной конференции по механике (Санкт-Петербург, 2–6 февраля 2015 г.) М.: Издатель И.В. Баланов, 2015. 86 с.
3. Бубнов В.А. Об уточнении уравнений гидродинамики идеальной жидкости // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 2 (18). С. 9–15.
4. Бубнов В.А. Об интеграле уравнений движения идеальной жидкости // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 2 (18). С. 16–25.
5. Бубнов В.А. О деформационных движениях частицы жидкости // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 1 (20). С. 71–77.
6. Бубнов В.А. Кинематические соотношения частицы жидкости при её деформационном движении // Физическое образование в вузах. 2012. Т. 18. № 3. С. 111–119.
7. Бубнов В.А. Замечания к выводу уравнения неразрывности гидродинамических течений // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2011. № 2 (8). С. 7–15.
8. Бубнов В.А. Об уравнении неразрывности в гидродинамике // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 4 (20). С. 38–49.
9. Кастерин Н.П. О несостоятельности принципа относительности Эйнштейна // Отдельный оттиск из «Записок Новороссийского университета». Одесса, 1919. 11 с.
10. Ньютон И. Математические начала натуральной философии / пер. с лат. А. Н. Крылова // Собрание трудов академика А.Н. Крылова. Т. VII. М. – Л.: АН СССР, 1936. 696 с.
11. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики: учеб. пособие для университетов. М.: Наука, 1972. С. 442–443.
12. Умов Н.А. Единообразный вывод преобразований, совместных с принципом относительности // Умов Н.А. Избранные сочинения / под ред. А.С. Предводителя. М. – Л.: Гос. Изд. технико-теоретической литературы, 1950. С. 492–499.
13. Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел // Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 1: Работы по теории относительности 1905–1920. М.: Наука, 1965. С. 7–35.

Literatura

1. *Bubnov V.A.* Ob izmenenii plotnosti v gidrodinamicheskom potoke // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2014. № 4 (16). S. 9–19.
2. *Bubnov V.A.* Ob uravneniyax gidrodinamiki s peremennoj plotnost'yu // Sed'my'e Polyaxovskie chteniya: tezisy' dokladov Mezhdunarodnoj konferencii po mexanike (Sankt-Peterburg, 2–6 fevralya 2015 g.) M.: Izdatel' I.V. Balanov, 2015. 86 s.
3. *Bubnov V.A.* Ob utochnenii uravnenij gidrodinamiki ideal'noj zhidkosti // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2015. № 2 (18). S. 9–15.
4. *Bubnov V.A.* Ob integrale uravnenij dvizheniya ideal'noj zhidkosti // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2015. № 2 (18). S. 16–25.
5. *Bubnov V.A.* O deformacionny'x dvizheniyax chasticzy' zhidkosti // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2015. № 1 (20). S. 71–77.
6. *Bubnov V.A.* Kinematicheskie sootnosheniya chasticzy' zhidkosti pri eyo deformatsionnom dvizhenii // Fizicheskoe obrazovanie v vuzax. 2012. T. 18. № 3. S. 111–119.
7. *Bubnov V.A.* Zamechaniya k vyvodu uravneniya nerazryvnosti gidrodinamicheskix techenij // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2011. № 2 (8). S. 7–15.
8. *Bubnov V.A.* Ob uravnenii nerazryvnosti v gidrodinamike // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2015. № 4 (20). S. 38–49.
9. *Kasterin N.P.* O nesostoyatel'nosti principa odnositel'nosti E'jnshtejna // Otdel'ny'j ottisk iz «Zapisok Novorossijskogo universiteta». Odessa, 1919. 11 s.
10. *N'yuton I.* Matematicheskie nachala natural'noj filosofii / per. s lat. A. N. Kry'lova // Sobranie trudov akademika A.N. Kry'lova. T. VII. M. – L.: AN SSSR, 1936. 696 s.
11. *Tixonov A.N.* Uravneniya matematicheskoy fiziki: ucheb. posobie dlya universitetov. M.: Nauka, 1972. S. 442–443.
12. *Umov N.A.* Edinoobrazny'j vyvod preobrazovanij, sovmestny'x s principom odnositel'nosti // Umov N.A. Izbranny'e sochineniya / pod red. A.S. Predvoditeleva. M. – L.: Gos. Izd. texniko-teoreticheskoy literatury', 1950. S. 492–499.
13. *E'jnshtejn A.* K e'lektrodinamike dvizhushhixsya tel // E'jnshtejn A. Sobranie nauchny'x trudov. T. 1: Raboty' po teorii odnositel'nosti 1905–1920. M.: Nauka, 1965. S. 7–35.

V.A. Bubnov

On the Analogy between Sound and Electromagnetic Waves

The author has got a new equation of acoustics, based on the equations of hydrodynamics of a perfect fluid, taking into account the variability of the mass of the fluid particles, and the continuity equation, which holds the chamfer of coordinate corners of the particle. The conditions of invariance of the equation concerning Lorentz transformations were analysed. A certain analogy between sound and electromagnetic waves was established.

Keywords: hydrodynamic speed, sound speed, light speed; wave: sound, electromagnetic; invariance; Lorentz transformations.

ЭКОЛОГИЯ

**А.Е. Козаренко,
В.А. Семенов**

Особенности химического состава почв Хибинского и Ловозерского массивов

В статье приводятся данные по детальному изучению почв разных элементарных ландшафтов Хибинского и Ловозерского массивов. Особое внимание уделено химическому составу минеральной части почв. Делается вывод, что характер профильной дифференциации химического состава почв во многом определяется химико-минералогическим составом почвообразующих и коренных пород.

Ключевые слова: профильная дифференциация; химико-минералогический состав; почвообразующие породы; лессиваж.

1. Введение. Изучение почв Кольского полуострова, являющееся одной из неперенных сторон промышленного освоения региона, идет уже достаточно давно. Первые серьезные почвенные исследования относятся к периоду 1936–1937 гг. [4; 5] и продолжают по сей день [6; 7; 9; 10; и др.]. Однако, подавляющее число работ относится к Хибинскому массиву, в то время как Луяврурт (Ловозерский массив) практически не изучен в почвенном отношении. Хибины и Луяврурт обозначены на топографических картах как Хибинские и Ловозерские тундры, что связано с доминирующим типом тундровой растительности в пределах рассматриваемой территории. В геологическом плане оба массива представляют собой интрузии нефелиновых сиенитов, одной из крупнейших по площади щелочных провинций нашей страны. В связи с этим можно говорить об уникальности ландшафтов Хибинских и Ловозерских тундр, сформированных на ледниковых отложениях и продуктах выветривания щелочных пород. Почвы района обогащены *Al*, *P*, щелочноземельными элементами, такими как *Ca*, *Mg*, *K*, *Na*. В Хибинах и Луяврурте хорошо выражена высотная зональность ландшафтов. В настоящей статье рассматриваются вопросы профильной дифференциации химических элементов, а также генетические и физико-химические особенности почв различных элементарных ландшафтов Хибин и Ловозерских гор.

2. Объекты и методы исследования. Исследования проводились во внутренних частях вышеназванных массивов в 1999–2001 гг., 2009–2011 гг. В пределах *Хибинского* массива почвенные разрезы закладывались в таежном поясе с преобладанием в древесном ярусе редкостойных ельников с примесью березы, в покрове которых доминирует мохово-кустарничковая растительность, обогащенная злаками, осоками и разнотравьем; в поясе ёрников с травяно-кустарничковым моховым

покровом; в тундровом поясе, во фрагментарном покрове которого преобладают лишайники с незначительным присутствием кустарничков, злаков и разнотравья. При проведении комплексного профилирования в *Ловозерских тундрах* охватывались следующие пояса: 1) таежный пояс, представленный редкостойным еловым лесом с примесью березы и рябины, в напочвенном покрове которого преобладает мохово-кустарничковая растительность с присутствием осок, злаков и разнотравья; 2) пояс субальпийских березняков из березы извилистой с незначительной примесью рябины и можжевельника, с моховой и разнотравно-злаковой растительностью в покрове; 3) тундровый пояс с разреженным покровом лишайников, с небольшой примесью кустарничков, злаков и разнотравья.

Почвы горной тайги, субальпийских березняков, ёрников и частично горной тундры сформированы на ледниковых и флювиогляциальных отложениях. Почвообразующие породы вышележащих поясов представлены элювиально-делювиальными отложениями и элювием нефелиновых сиенитов. С высотой мощность рыхлых наносов сокращается, а на нагорных плато (высотой 800–900 м над уровнем моря и выше) фактически сходит к нулю.

В почвенных образцах было определено валовое содержание одиннадцати химических элементов (см. табл. 1) методом рентгенфлюоресцентной спектроскопии (на базе ЦЛАВ ГЕОХИ им. В.И. Вернадского), содержание органического вещества — по потере при прокаливании, углерод гумуса — по Тюрину, сумма поглощенных оснований — по Каппену-Гильковицу, рН водной суспензии — потещиометрически (в УНЦ геохимии ландшафта МПГУ) [1].

Таблица 1

Содержание некоторых элементов в почвах разных элементарных ландшафтов Хибинских и Ловозерских тундр

№ раз-реза	Почва, горный массив	Горизонт, глубина, взятия, см	Валовое содержание в % (на воздушно-сухое вещество)											
			Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe общ.	
5/99С	Тундровый подбур, Луяврурт	A ₀ 0–5	– ¹	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		A ₁ 5–11	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		A ₂ 12–18	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		В/С 23–28	3,00	0,77	8,06	19,13	0,093	1,62	0,96	0,83	0,008	0,358	6,76	
3/99С	Мощная кислая бурая, Луяврурт	A ₀ 0–3	3,52	0,20	0,60	1,63	0,149	0,55	0,81	0,13	Следы ²	0,099	0,56	
		A ₁ 3–7	2,58	0,65	5,84	14,97	0,169	1,62	0,93	0,85	0,003	0,541	5,68	
		A ₂ 12–18	4,64	1,00	5,99	18,38	0,143	2,00	1,07	1,15	0,007	0,394	7,79	
		В 65–70	3,65	0,92	8,51	20,03	0,393	2,04	1,20	1,14	0,006	0,507	7,18	
		С 88–98	3,90	1,12	7,87	22,04	0,230	2,24	1,59	1,22	0,004	0,533	7,83	
1/99С	Темный таежный подбур, Луяврурт	A ₀ 0–4	0,71	0,37	2,11	4,86	0,157	0,81	0,84	0,15	0,002	0,131	1,37	
		A ₁ 4–12	0,42	0,24	1,20	3,11	0,113	0,45	0,47	0,15	0,006	0,097	0,92	
		A ₂ 12–16	1,60	0,73	5,88	14,93	0,124	1,59	0,68	0,59	0,007	0,169	4,65	
		В/С 33–38	1,77	1,12	9,65	21,86	0,079	1,99	1,03	0,74	0,007	0,226	6,36	

¹ Прочерк означает отсутствие данных.

² Термин «следы» означает, что полученный результат ниже чувствительности определения.

№ раз-реза	Почва, горный массив	Горизонт, глубина взятия, см	Валовое содержание в % (на воздушно-сухое вещество)										
			Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe общ.
3/99X	Тундровый подбур, Хибинны	A ₀ 0–3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		A _т 3–9	1,40	0,30	7,64	11,30	0,103	1,14	0,87	0,55	0,005	0,177	3,58
		В/С 17–23	3,41	0,55	8,02	18,97	0,075	2,22	1,62	1,02	0,003	0,272	5,68
2/99X	Темный подбур, Хибинны	A ₀ 0–3	0,09	0,08	0,39	0,82	0,066	0,17	0,58	0,03	Следы	0,052	0,29
		A _т /В 10–15	1,91	0,34	5,72	11,96	0,072	1,56	1,34	0,48	0,003	0,151	3,97
		В/С 32–38	1,77	0,31	11,27	15,08	0,079	1,80	0,96	0,53	0,006	0,178	4,24
1/99X	Темный подбур с признаками оподзоленности, Хибинны	A ₀ 0–4	0,15	0,12	0,21	0,62	0,127	0,24	1,11	0,02	Следы	0,198	0,14
		A _т 4–11	1,45	0,46	3,29	9,38	0,106	1,22	0,92	0,36	0,006	0,326	3,02
		A _т /В 11–14	3,68	0,84	7,37	24,06	0,041	3,07	1,24	0,82	0,003	0,213	6,40
		В/С 23–28	2,12	0,45	10,68	18,12	0,106	2,08	1,11	0,59	0,004	0,208	4,57

Аналитик В.А. Семенов

3. Результаты и обсуждение.

1) *Генетические особенности почв.* Почвы нижних частей склонов массивов представлены различными подтипами подзолистых почв с гумусово-иллювиальным горизонтом, а также разновидностями таежных подбуров, формирующихся под горно-таежными ельниками на абсолютных высотах не выше 450 м. В Хибинах разрез 1/99X вскрыл темный таежный подбур с признаками оподзоленности. Под слаборазложившейся маломощной лесной подстилкой (A₀) находится торфянистый горизонт (A_т). Этот темно-коричневый горизонт имеет довольно большую мощность (4–11 см) и представляет собой грубый торф разной степени разложения с обилием корней. Под ним залегает переходный горизонт A_т/В — относительно небольшой мощности (11–14 см), коричневато-серого цвета, легкосуглинистый, мелкокомковатый, рыхлый, с пятнами оподзоливания. Ниже отмечен переходный горизонт В/С коричневато-охристого цвета, супесчаный, уплотненный, с включениями валунного материала. Почвообразующая порода (С) представлена сильнозавалуненным флювиогляциальным песком светло-коричневого цвета. Количество корней уменьшается с глубиной наряду с возрастанием завалуненности почвенного профиля. Разрез 1/99С в таежно-лесном ландшафте Луявурта вскрыл темный таежный подбур. Термин «подбуры» впервые предложил В.О. Таргульян [10], который провел обширные исследования по их изучению. Подбуры характеризуются неясно выраженным или визуально полностью отсутствующим белесым горизонтом A₂. Строение профиля указанной почвы может быть охарактеризовано следующим образом. Маломощная моховая подушка A₀ переходит в грубо торфянистый горизонт (4–12 см), густо переплетенный корнями. Лежащий ниже горизонт А (12–16), темно-бурого цвета, переходит в светло-коричневый

переходный горизонт А/В (16–22), который в самом низу профиля сменяется серовато-светло-коричневым сильно завалуненным горизонтом В/С (22–46).

Генетические особенности почв пояса субальпийских березняков, встреченного лишь в пределах Ловозерского массива на абсолютных отметках 350–360 м, дает возможность установить описание разреза 3/99С. В пределах данного типа элементарных ландшафтов была вскрыта мощная кислая бурая почва. По морфологическим признакам данная почва не является в чистом виде ни подбуром (поскольку есть мощный гумусовый горизонт), ни одним из подтипов подзолистых почв (в силу отсутствия элювиального горизонта A_2), что затрудняет определение точного классификационного положения указанной почвы. Приведем описание ее морфологического профиля. Маломощный горизонт A_0 (0–3) сменяется книзу незначительным по мощности (3–7) торфянистым горизонтом бурого цвета, густо переплетенным корнями. Значительный (7–22) гумусовый горизонт светло-бурого оттенка, супесчаный и рыхлый, переходит в очень мощный горизонт В (22–88), характеризующийся светло-серо-коричневой окраской, супесчаным механическим составом и рыхлым сложением. Горизонт С (88–98) представлен флювиогляциальными легкосуглинистыми отложениями темно-серо-коричневого цвета. Уникальность описанной почвы также заключается в большой мощности для субальпийских ландшафтов гор Севера, а также в сравнительно большой глубине распространения корней (почти 80 см), большой протяженности горизонта A_1 и В наряду со слабым развитием процессов торфонакопления, слабой завалуненности, рыхлости всех горизонтов.

Понятие о строении почв лесотундровых ландшафтов дает описание разреза 2/99Х в Хибинах, заложенного выше по склону, чем 1/99Х, на высоте около 550 м. Вскрытый темный подбур имеет следующий профиль: подстилка A_0 (0–3) — переходный A_1 /В (3–16), темно-коричнево-бурый, супесчаный, завалуненный — В/С (16–41), светло-коричневый, суглинистый, сильнозавалуненный. По сравнению с вышеописанными почвами горной тайги и субальпийских березняков, эта почва характеризуется небольшой глубиной распространения корневой системы растений, отсутствием морфологически выраженного подзолистого горизонта, малой мощностью всех горизонтов и незначительной протяженностью почвенного профиля, слабой выраженностью торфянистого горизонта, значительной завалуненностью. Почва имеет признаки оподзоленности в виде отдельных пятен и примазок белесого цвета в горизонте A_1 /В.

Наконец, почвы горной тундры Хибин и Луяврурта (600–700 м над уровнем моря), профили 5/99С и 3/99Х, обнаруживают весьма много сходных черт и относятся к одному типу — тундровым подбурам. A_0 , сравнительно большая по мощности подушка из лишайников (0–5), сменяется книзу грубо торфянистым горизонтом A_1 (5–11) темно-коричневого цвета с валунами и незначительным количеством корней, переходя ниже по профилю в горизонт А темно-коричневого цвета с обилием валунного материала. Внизу расположен горизонт В/С (23–28), светло-коричневого цвета, супесчаный, увлажненный,

сильнозавалуненный. Горно-тундровые почвы обоих массивов отличаются от почв других элементарных ландшафтов карликовостью профиля, значительной мощностью подстилки и торфянистого горизонта, относительно малой мощностью минеральных горизонтов, очень низкой глубиной проникновения корней, большой завалуненностью почвенной толщи.

2) *Валовой химический состав почв, почвообразующих и коренных пород.* В горнолесном поясе, в подбурях с признаками оподзоленности, максимальным процентным содержанием характеризуются *Si, K, Na, Al, Fe* (табл. 1). Также довольно серьезна роль *Ca* и *Mg*. Титана, хрома, марганца и фосфора в указанных почвах сравнительно мало, что во многом определяется низким кларком этих элементов. Профильная дифференциация вышеперечисленных элементов отражена в таблице 1. Необходимо отметить, что почти все рассмотренные элементы обнаруживают максимум концентраций в горизонте A_T/V . Такое богатство валового химического состава этого горизонта мы объясняем «остаточным накоплением» [3; 9], то есть поступлением большого количества минерального материала с окрестных склонов, расположенных на более высоких рельефных уровнях. Продукты гипергенного разрушения пород и почв лесотундры под действием силы тяжести оползают по склону, обогащая прежде всего верхние горизонты таежных почв, а горизонт A_T/V с его уплотненным сложением служит для этих частиц своего рода геохимическим барьером. При этом минимумом содержания многих элементов часто характеризуется рыхлый A_0 (*Mg, K, Na, Si, Al, Ti, Cr, Mn, Fe*). В горизонте A_T/V отмечен минимум для *P*, относительно мало *Cr* и *Mn*, которые выносятся вниз по профилю в результате лессиважа. Значительное содержание многих элементов характерно для B/C , а алюминий даже обнаруживает там свой максимум (специфика провинций нефелиновых сиенитов). В темном таежном подбуре Луяврурта профильная дифференциация химического состава значительно проще: почти все элементы характеризуются максимумом в B/C (кроме *P*), то есть совершенно явно связаны с характером почвообразующих и коренных пород, богатых многими химическими элементами; а минимум характерен для подподстилочного A_T (кроме *P* и *Cr*). Также убывающее вниз по профилю валовое содержание многих элементов можно связать с их выносом в результате хорошего дренажа и промыва подбуров обильными орографическими осадками, превышающими испарение [9].

В почвах пояса субальпийских березняков можно отметить большую роль *Si, Al, K, Na, Fe*; также немало *Ca, Mg*. Особенностью данных почв является значительное количество такого рассеянного элемента, как *Ti*, что объясняется обогащенностью нефелиновых сиенитов Луяврурта редкоземельными элементами. Сравнительно мало *P, Mn* и *Cr*. Распределение вышеозначенных элементов по почвенному профилю иллюстрирует таблица 1. Любопытно отметить, что многие изученные элементы (*Ca, Mg, Al, Si, K, Ti, Fe*) накапливаются в нижних горизонтах (B, C) так же, как в почвах таежных ландшафтов

Ловозерских гор. Содержание почти всех определенных компонентов (кроме *P*) обнаруживает минимум в A_0 . Это можно объяснить промывным режимом данной разновидности почв, обеспечивающих нисходящую миграцию многих элементов. Довольно богатым химическим составом характеризуется гумусовый горизонт, где отмечен максимум *Na*, *Ti*, *Cr* и довольно много *Mg*, *Fe*, накапливаемых гумифицированным органическим веществом. Также горизонт A_1 выделяется минимальным содержанием *P*, незначительным — *Mn*.

Почвы горной лесотундры, которые мы отнесли к темным подбуром с признаками оподзоливания, характеризуются также большим содержанием *Si*, *Al*, *Fe*, как и все вышеперечисленные почвы, причем абсолютное содержание *Al* здесь составляет почти 11,3 % (табл. 1), что немногим меньше *Si* (15,1 %). Несколько скромнее выглядят валовые показатели *K*, *Na*, *Ca*. Доля остальных элементов невелика и колеблется в пределах десятых долей-единиц процентов; меньше этих цифр лишь содержание *Ti*, *Cr* и *Mn*. В распределении исследованных компонентов по профилю почвы можно выявить ряд закономерностей: 1) максимальным содержанием почти всех элементов (исключая *Ca*, *Mg* и *Na*) отличается нижний гор. В/С; 2) все химические элементы минимальны по концентрации в A_0 ; 3) переходный гор. A_1 /В довольно богат по химическому составу, где наибольшим содержанием характеризуются *Ca*, *Mg*, *Na*.

Тундровые подбуры Хибинских и Ловозерских гор, в целом, выделяются на фоне почв других элементарных ландшафтов менее значительным содержанием *Al*, относительным богатством *Ti*. Среди изученных элементов наибольшим распространением в указанном типе почв пользуются *Si*, *Al*, *Fe*, *K*, *Na*. В верхних органогенных горизонтах содержание многих компонентов минимально, а в В/С наблюдается максимум концентрации подавляющего большинства элементов.

Характер коренных пород имеет большое значение для почвообразовательных процессов. В изученных почвах Хибин коренными породами служат хибиниты, основным пороодообразующим минералом которых является нефелин. В Ловозерских тундрах почвенные разрезы закладывались в зоне распространения луявритов. Валовый химический состав исследованных пород представлен в таблице 2. При сравнении содержания элементов в коренных почвообразующих породах и самих почвах можно выявить ряд интересных положений. В частности, концентрация *Al*, *Si*, *K*, *Na*, *Mn* в коренных породах Хибин существенно выше, чем в почвообразующих породах и нижних горизонтах почв. Это говорит о рассеянии названных химических элементов в почвах. Однако содержание *Ca*, *Mg*, *P*, *Ti*, *Cr*, *Fe* в коренных породах Хибинского массива значительно ниже, чем в почвообразующих породах и самих почвах. Это позволяет сделать вывод о преобладании процессов накопления указанных элементов над их выносом. Сходная ситуация наблюдается и в Луяврурте. Луявриты характеризуются меньшим содержанием *Al*, *P*, *K*, *Na*, но большим содержанием *Ca*, *Mg*, *Si*, *Ti*, *Cr*, *Mn*, *Fe* по сравнению с коренными породами Хибинского массива. Для Ловозерских тундр можно

отметить накопление в почвообразующих породах и нижних горизонтах почв *Mg, Al, P, Ti, Cr, Mn* (кроме почв горно-таежных ландшафтов), *Fe*. Преобладанием процессов выноса и рассеяния над накоплением характеризуются *K, Na, Ca, Si* (табл. 1–2).

Таблица 2

**Валовый химический состав некоторых минералов и горных пород
Хибинских и Ловозерских тундр**

Минералы и горные породы	Валовое содержание в % (на воздушно-сухое вещество)										
	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe общ.
Нефелин	10,77	0,22	16,77	19,38	0,038	5,34	0,42	0,15	0,001	0,029	2,31
Хибинит	8,26	0,07	12,86	25,80	0,036	4,43	0,39	0,22	0,003	0,050	1,03
Луяврит	6,93	0,37	7,86	26,08	0,027	4,34	1,68	0,39	0,003	0,318	5,89
Урит	9,05	1,16	5,17	21,68	0,082	1,04	0,86	3,70	0,003	0,649	13,23

Аналитик В.А. Семенов

По приведенным данным можно сказать, что большинство изученных элементов характеризуется наибольшим содержанием в нижних (В/С, С) и средних по глубине (А₁/В) горизонтах почв и наименьшим — в подстилочном горизонте [9].

Это позволяет сделать вывод о том, что многие химические элементы неразрывно связаны с почвообразующей и почвоподстилающей породами. Существенную роль в профильном перераспределении элементов играет подзолообразовательный процесс и промывной режим почв. Количество и характер органического вещества не играют существенной роли в дифференциации валового химического состава по профилю почв. Почвы наследуют химический состав пород, на которых они сформировались. Химическое богатство нефелиновых сиенитов и продуктов их гипергенеза определяет значительное содержание многих компонентов (*Si, Al, Ca, Mg, K, Na, Fe*) в изученных почвах. При этом нужно отметить накопление некоторых элементов, то есть их содержание в почвообразующей породе и самой почве выше, чем в коренной породе. Такие химические элементы, как *Si, K, Na*, в пределах обоих массивов интенсивно выносятся и рассеиваются. Почвы Луяврурта в большей степени обогащены редкоземельными элементами, а Хибин — алюминием, кальцием, марганцем, что связано с несколько разнородным минералогическим составом массивов.

3) *Физико-химические свойства почв и органическое вещество.* Значения рН водной суспензии в пределах изученных районов колеблются в пределах 5,1–6,5. В целом кислотность почв Хибин и Луяврурта невысока, что связано с поступлением в почвы оснований за счет выветривания одной из наименее устойчивых горных пород — нефелиновых сиенитов. В ходе гипергенного разрушения этих пород поступающие в почву основания нейтрализуют кислые почвенные растворы, благодаря чему почти во всех почвах района

наблюдается рост значений рН в нижних минеральных горизонтах. В почвах горно-таежных и субальпийских ландшафтов Луяврурта (1/99С, 3/99С) наблюдается следующий характер распределения кислотности: A_0 характеризуется довольно высоким показателем рН (табл. 3), далее (в A_T) он несколько падает, а затем закономерно возрастает к почвообразующей породе. Высокие значения рН в подстилке объясняются относительно малым содержанием агрессивных фульвокислот, количество которых скачкообразно возрастает в A_T [3], что обуславливает кислую реакцию этого горизонта. Ниже по профилю значения рН возрастают почти до нейтральных значений, что определяется, как уже сказано выше, влиянием щелочных пород. В почвах горной тайги и лесотундры Хибин (1/99Х, 2/99Х) характер изменения рН несколько иной, что во многом связано с более интенсивным развитием подзолообразовательного процесса. В подстилке значение рН в обоих случаях составило 5,7, но в горизонте A_T/V с элементами оподзоливания рН еще выше (6,1). Нижележащий иллювиальный горизонт характеризуется снижением значения рН. Такой характер профильной дифференциации кислотности является характерным как для альфегумусовых подзолов, так и для подбуров с признаками оподзоливания. В почвах горно-тундровых ландшафтов Хибин и Луяврурта значение рН закономерно возрастает вниз по профилю, и в горизонте В/С кислотность близка к нейтральной.

Таблица 3

Сумма поглощенных оснований, рН водной суспензии и органическое вещество почв

№ раз-реза	Элементарный ландшафт	Почва, массив	Горизонт, глубина взятия, см	рН вод-ный	Сумма погл. осн., мг·экв/100 г	Органиче-ское веще-ство ³ , %
5/99С	Горная тундра	Тундровый подбур, Луяврурт	A_0 0–5	5,3	48,75	98,01
			A_T 5–11	5,4	5,00	64,14
			A 12–18	6,2	3,00	23,10
			В/С 23–28	6,5	7,50	18,11
3/99С	Субальпийские березняки	Мощная кислая бурая, Луяврурт	A_0 0–3	5,4	42,86	89,92
			A_T 3–7	5,1	10,87	37,95
			A_1 12–18	5,3	5,30	19,22
			В 65–70	5,7	12,63	10,45
			С 88–98	5,8	10,92	9,88*
1/99С	Горно-таежный ландшафт	Темный таежный подбур, Луяврурт	A_0 0–4	5,2	45,83	78,30
			A_T 4–12	4,6	16,66	86,92
			A 12–16	5,1	2,38	37,83
			В/С 33–38	5,7	7,66	12,30
3/99Х	Горная тундра	Тундровый подбур, Хибины	A_0 0–3	5,6	2,25	91,91
			A_T 3–9	5,7	4,00	Не опр.
			В/С 17–23	6,1	7,25	5,69*

³ В большинстве случаев количественное определение органического вещества проводилось по потере при прокаливании.

№ разреза	Элементарный ландшафт	Почва, массив	Горизонт, глубина взятия, см	рН водный	Сумма погл. осн., мг·экв/100 г	Органическое вещество ³ , %
2/99X	Горная лесотундра	Темный подбур с признаками оподзоленности, Хибины	A ₀ 0–3	5,7	9,50	95,12
			A _T /B 10–15	6,1	8,15	42,98
			B/C 32–38	5,9	6,25	9,82*
1/99X	Горно-таежный ландшафт	Темный таежный подбур с признаками оподзоленности, Хибины	A ₀ 0–4	5,7	9,50	94,34
			A _T 4–11	6,0	10,57	79,20
			A _T /B 11–14	6,1	1,00	5,95*
			B/C 23–28	6,0	5,05	5,43*

Аналитик В.А. Семенов

Примечание: * — Определение гумуса углерода, по И.В. Тюрину

При анализе суммы поглощенных оснований обоих горных массивов необходимо отметить, что в Ловозерских тундрах таких оснований существенно больше, чем в Хибинах (табл. 3). Характер их распределения по профилю почти всех изученных почв таков: сумма поглощенных оснований снижается с глубиной, а в нижних минеральных горизонтах (B, B/C, C) вновь незначительно возрастает. Максимальные значения названного почвенного показателя характерны для органогенных горизонтов, наименьшие — для минеральных. Из этого утверждения выбивается лишь почва горной тундры Хибин (3/99X), где обратный характер распределения суммы поглощенных оснований может объясняться особенностями механического и минералогического состава высокодисперсной массы, особенностями органических коллоидов.

Количество органического вещества в почвах всех типов элементарных ландшафтов Хибин и Луяврурта весьма велико, закономерно убывая с глубиной. Почвы буквально пропитаны гумусовыми соединениями, что сильно затруднило использование методики И.В. Тюрина, рассчитанной на небольшое содержание гумуса углерода в исследуемых образцах. Для большинства почвенных горизонтов органическое вещество посчитано по потере при прокаливании, и лишь для минеральных горизонтов дан гумус углерода по Тюрину (табл. 3).

4. Заключение. Почвы региона представлены подбурами и подзолами разной степени оторфованности и гумусированности. Оподзоленность почв в целом снижается с высотой, хотя даже в лесном поясе обоих массивов нередки темные таежные подбуры без явно выраженного белесого горизонта A₂. Ландшафтно-геохимические особенности почв разных высотных поясов Хибин и Луяврурта во многом определяются химическим и минералогическим составом почвообразующих пород, богатых щелочноземельными и редкоземельными элементами. Во всех почвах значительно содержание Si, Al, Ca, Mg, K, Na, Fe и других элементов. Для многих элементов характерна наибольшая концентрация в нижнем минеральном горизонте (B/C, C); минимальные содержания — в A₀, что связано с промывным режимом почв и выносом большинства элементов вниз

по почвенному профилю. Все горные почвы характеризуются завалуненностью, большим количеством органического вещества, слабокислой или близкой к нейтральной реакцией, довольно большой суммой поглощенных оснований.

Литература

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1962. 491 с.
2. *Белов Н.П., Барановская А.В.* Почвы Мурманской области. Л.: Наука, 1969. 148 с.
3. *Добровольский В.В.* Ландшафтно-геохимические особенности Кольского полуострова и их значение для поисковых работ // Советская геология. 1964. № 3. С. 81–93.
4. *Иванова Е.Н., Копосов Н.А.* Почвы Хибинских тундр. Ч. 2. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1937. 79 с.
5. *Мазыро М.М.* Почвы Хибинских тундр. Ч. 1. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1936. 68 с.
6. *Никонов В.В., Переверзев В.Н.* Почвообразование в Кольской субарктике. Л.: Наука, 1989. 168 с.
7. *Переверзев В.Н.* Генетические особенности почв тундрового пояса Ловозерских гор (Кольский полуостров) // Почвоведение. 2000. № 5. С. 533–539.
8. *Рябцева К.М.* Физико-географический очерк Хибинских тундр. М.: Изд-во МГПИ, 1969. 83 с.
9. *Семенов В.А.* Геохимия алюминия и железа в ландшафтах Хибинского и Ловозерского массивов: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МПГУ, 2002. 16 с.
10. *Таргульян В.О.* Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М: Наука, 1971. 268 с.
11. *Ушакова Г.И.* Биогеохимическая миграция элементов и почвообразование в лесах Кольского полуострова. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. 150 с.

Literatura

1. *Arinushkina E.V.* Rukovodstvo po ximicheskomu analizu pochv. M.: Izd-vo MGU, 1962. 491 s.
2. *Belov N.P., Baranovskaya A.V.* Pochvy' Murmanskoj oblasti. L.: Nauka, 1969. 148 s.
3. *Dobrovol'skij V.V.* Landshaftno-geoximicheskie osobennosti Kol'skogo poluostrova i ix znachenie dlya poiskovy'x rabot // Sovetskaya geologiya. 1964. № 3. S. 81–93.
4. *Ivanova E.N., Kuposov N.A.* Pochvy' Xibinskix tundr. Ch. 2. M. – L.: Izd-vo AN SSSR, 1937. 79 s.
5. *Mazy'ro M.M.* Pochvy' Xibinskix tundr. Ch. 1. M. – L.: Izd-vo AN SSSR, 1936. 68 s.
6. *Nikonov V.V., Pereverzev V.N.* Pochvoobrazovanie v Kol'skoj subarktike. L.: Nauka, 1989. 168 s.
7. *Pereverzev V.N.* Geneticheskie osobennosti pochv tundrovogo poyasa Lovozerskix gor (Kol'skij poluostrov) // Pochvovedenie. 2000. № 5. S. 533–539.
8. *Ryabceva K.M.* Fiziko-geograficheskij ocherk Xibinskix tundr. M.: Izd-vo MGPI, 1969. 83 s.

9. *Semenov V.A.* Geoximiya alyuminiya i zheleza v landshaftax Xibinskogo i Lovozerskogo massivov: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. M.: MPGU, 2002. 16 s.
10. *Targul'yan V.O.* Pochvoobrazovanie i vy'vetrivanie v xolodny'x gumidny'x oblastyax. M: Nauka, 1971. 268 s.
11. *Ushakova G.I.* Biogeoximicheskaya migraciya e'lementov i pochvoobrazovanie v lesax Kol'skogo poluostrova. Apatity': Izd-vo KNCz RAN, 1997. 150 s.

A.E. Kozarenko,
V. A. Semenov

Features of Chemical Composition of the Soils of Khibiny and Lovozero Massifs

In the article data on detailed studying of soils of different elementary landscapes of Khibiny and Lovozero massifs are presented. Special attention has been devoted to the chemical composition of the mineral part of soils. The authors make a conclusion that the character of the profile differentiation of chemical composition of soils is mainly conditioned by chemical and mineralogical composition of the soil-forming and bedrock.

Keywords: profile differentiation; chemical and mineralogical composition; soil-forming rocks; lessivage.

С.В. Пашков

Влияние агрогенных факторов на медико-географическую ситуацию в Северо-Казахстанской области

На основе анализа банка медико-географических данных и геоинформационного массива путем суммирования конкретных особенностей агросферы и социально-экономической обстановки нами предпринята попытка оценки и районирования территории области по критериям здоровья населения и комфортности преобразованных ландшафтов. Установлено, что зонами с кризисной и неблагополучной ситуацией являются староосвоенные и пригородные районы (Аккайынский, М. Жумабаева, Кызылжарский и др.), характеризующиеся развитым зерновым хозяйством и комплексом перерабатывающих производств, обуславливающих высокий уровень общей заболеваемости населения.

Ключевые слова: агрогенные факторы; Северо-Казахстанская область; индекс агрогенной нагрузки; медико-географическая ситуация; медико-географическое районирование.

Ведущее место в системе экологической безопасности любого государства занимают качество жизни человека и уровень его здоровья. Медицинская география, возникшая на стыке географии и медицины в качестве междисциплинарной отрасли науки с самого начала развивалась как комплексная дисциплина, интеграционные тенденции которой, заимствованные из географии, особенно активно проявляются в последние годы за счет усиления экологической составляющей. Медико-географический подход отражает, в сущности, экологический образ мышления, который все больше проникает в медицину, природоохранные сферы деятельности и становится характерным для современной эпохи [4: с. 52].

В современном обществе лишь недавно осознана необходимость всестороннего анализа местных особенностей конкретных территорий и выстраивания модели медицинского обслуживания населения с учетом свойств географической среды.

Оценка риска как количественная и (или) качественная характеристика вредных эффектов, способных развиваться в результате воздействия факторов окружающей среды на конкретную группу людей, предполагает деятельность по выявлению, анализу, систематизации факторов риска. Под факторами риска понимают совокупность условий, которые допускают вероятность утраты здоровья, формирования хронической патологии, прогрессирования болезней, инвалидизации и преждевременной смерти [2: с. 7].

Основным методом, применяемым для интегральной оценки качества измененной среды, служит медико-географическое районирование, понятие о котором, предложенное А.А. Келлером в 1967 г., получило дальнейшее развитие в трудах А.Г. Воронова (1982, 1986), Е.И. Игнатъева (1962, 1964), С.А. Куролапа (1997, 2000), С.М. Малхазовой (2001), Б.Б. Прохорова (1987, 1996), А.А. Шошина (1962) и др.

Медико-географическое районирование — закономерный и необходимый результат комплексных исследований, являющийся конечной оценкой системы природных и территориально-производственных комплексов в аспекте их влияния на здоровье человека. Ценность медико-географического районирования заключается в отражении сложного естественного разнообразия и пространственной дифференциации географической среды и в то же время синтеза и интеграции информации о данных локалитетах. Базовой единицей медико-географического районирования является медико-географический район — географическое подразделение окружающей среды с однохарактерным уровнем здоровья монотипных групп населения и специфической региональной патологией, что обусловлено внутренней однородностью природных, хозяйственно-бытовых условий жизни населения в пределах каждого района [8: с. 15].

Одним из приоритетных направлений медико-географических исследований является определение медико-географической комфортности территории, под которой понимают процесс динамичного взаимодействия территориальной общности людей и географической среды их жизнедеятельности, в результате которого создаются (или не создаются) оптимальные условия для искоренения болезней человека, максимального сохранения и укрепления его здоровья, рационализации условий труда, жизни и отдыха [12: с. 4].

Для Северо-Казахстанской области, расположенной в зоне интенсивного агрогеогенеза, задача оценки медико-географической ситуации крайне актуальна. По отраслевой структуре хозяйства, демографической и социально-экономической ситуации область является типично аграрной. Этот регион в целом характеризуется крайне «неэкологичной» структурой земельного фонда: сельскохозяйственные угодья занимают 87 % площади области (в том числе пашня — 60 %), и с некоторыми оговорками можно утверждать, что она здесь — худшая в республике. Общий объем поступления загрязняющих веществ агрогенного происхождения в атмосферу колеблется в пределах 30–50 тыс. т/год (рис. 1) и имеет устойчивую тенденцию к росту. Использование пестицидов составляет 3,2 кг/чел. при среднереспубликанском показателе в 0,4 кг/чел. [7: с. 162]. Отмечается тревожная картина заболеваемости населения: в частности, заболеваемость злокачественными новообразованиями по-прежнему остается одной из самых высоких в Казахстане — 289 случаев на 100 тыс. жителей [2: с. 69].

Поиск и отбор групп показателей и параметров выделения медико-географических районов предусматривает механизм обоснования границ, в которых

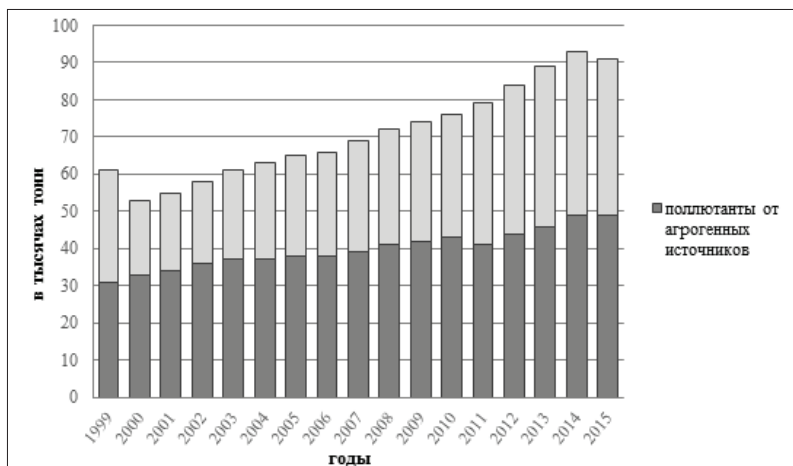


Рис. 1. Доля поллютантов от агрогенных источников в общем объеме выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Северо-Казакстанской области, тыс. тонн (1999–2015 гг.). Рассчитано по источнику [1]

эти показатели и параметры будут территориально локализованы. Социально-экономические и природные условия, взаимодополняя друг друга, оказывают решающее влияние на здоровье и развитие болезней населения. Изучение этих условий имеет важнейшее значение для выявления специфических особенностей медико-географической обстановки в районе, поскольку они «управляемы» и имеют разнонаправленную динамику.

При расчете интегральных оценок совокупности как природных, так и социально-экономических условий территории перед нами возникает резонный вопрос о степени значимости определенных показателей для здоровья и качества жизни населения. Поскольку от выбора коэффициента напрямую зависит степень погрешности и правдивости всей суммы оценок, необходимо акцентировать внимание на объективном определении этих коэффициентов, что достигается лишь при глубоком анализе закономерностей связи изучаемых объектов и явлений. Этот выбор тесно связан с использованием методов математической статистики, а именно — определения коэффициента корреляции и тесноты связей между отдельными элементами измененной среды (в нашем случае — агросферы) и аспектами жизни и здоровья населения, что и было основной целью исследования. Задач общей оценки вклада воздействия других факторов на развитие заболеваний разных классов и проведение количественной оценки рисков воздействия на состояние здоровья населения перед нами не стояло, поскольку данные вопросы подробно освещены ранее в работах региональных исследователей [5; 6; 11].

Воронежской школой медицинской географии [10] разработан принцип ранжирования регионов по качеству среды обитания и рейтингу качества общественного здоровья, основанный на интегральной средневзвешенной

оценке природных условий (порядка 30 параметров биоклиматической и ландшафтной комфортности), уровня жизни населения, индексов загрязнения воздуха и водоемов. Принимая во внимание аграрную направленность хозяйства области, мы модифицировали методику применительно к условиям региона, и для оценки интенсивности загрязнения территории антропогенными выбросами сельскохозяйственного происхождения предлагаем использовать *индекс агрогенной нагрузки* на территорию.

Индекс агрогенной нагрузки представляет собой коэффициент, полученный в результате соотнесения величины суммарного выброса в окружающую среду от агрогенных источников загрязнения с единицы площади административного района с аналогичным показателем по региону. После произведенных расчетов наименьшие по Северо-Казахстанской области значения индекса агрогенной нагрузки зафиксированы в Шал акына и Уалихановском районах — 0,19 и 0,23, соответственно, в сравнении со среднеобластным показателем, принятым нами за единицу. Максимальные значения индекса характерны для Кызылжарского района (2,18).

По подавляющему большинству показателей состояния природной среды и здоровья населения в административных районах Северо-Казахстанской области ситуация сильно дифференцирована: среднегодовые показатели общей заболеваемости и заболеваемости злокачественными новообразованиями различаются в два раза и более.

В медицинской географии существует ряд заболеваний, относимых к эколого-зависимым — связанным с воздействием загрязненной природной среды. К подобным заболеваниям, помимо злокачественных новообразований, относят заболевания крови, органов дыхания, мочеполовой системы, врожденные пороки развития и др. Для Северо-Казахстанской области, региона с четко выраженным аграрным профилем экономики (доля АПК превышает в валовом региональном продукте 50 %), особое место в структуре загрязняющих веществ занимают удобрения, ядохимикаты и тяжелые металлы.

Зависимость заболеваемости населения Северо-Казахстанской области по различным классам болезней от агрогенных факторов определялась методом ранговой корреляции Спирмена с использованием ранжированных рядов нескольких совокупных данных [9]. Среднепогодная сельскохозяйственная и медицинская статистика брались нами за период с 2000 года — времени окончания постсоветского кризиса в АПК. Сразу оговоримся, что высокие коэффициенты корреляции означают высокую степень связи, но далеко не всегда высокую долю влияния. Для выяснения наибольшей степени сельскохозяйственной обусловленности классов болезней были определены суммы корреляций ($\sum R_s$) по каждому классу. Во внимание принимались лишь значения коэффициентов от 0,4 и выше, как прямые, так и обратные. Так, было статистически подтверждено, что в наибольшей степени агрогенные факторы влияют на возникновение болезней легких, лимфатической и кроветворной ткани,

мочеполовой и нервной систем ($Y R_s$ от 3,7 до 5,5). Наименьшая зависимость от агрогенных факторов характерна для заболеваемости населения болезнями кожи и врожденных аномалий ($Y R_s \leq 2$).

Представление о степени значимости наиболее важных агрогенных факторов можно получить, проанализировав таблицу 1.

Таблица 1

Балльная шкала для оценки основных агрогенных факторов, влияющих на уровень заболеваемости населения Северо-Казахстанской области

Агрогенные факторы	Единица измерения	Оценка		Коэффициент значимости
		абсолютная	балльная	
Использование пестицидов	кг /га	2,1 и выше	3	4,2
		1,1–2	2	
		До 1	1	
Внесение минеральных удобрений	т/км ² пашни	4,1 и выше	3	3,3
		2,1–4	2	
		До 2	1	
Загрязнение почв тяжелыми металлами (<i>Zn, Pb, Cd, Co</i>) при внесении удобрений	превышение ПДК, раз	3,1–4	3	2,4
		2–3	2	
		До 2	1	
Выбросы пыли и взвешенных частиц в АПК	кг/чел.	251 и выше	3	1,7
		151–250	2	
		До 150	1	
Использование нефтепродуктов в качестве топлива в АПК	кг/га сельхозугодий	40 и выше	3	0,8
		30–39	2	
		20–29	1	
Распаханность территории	в % от площади района	51 и выше	3	1,9
		41–50	2	
		31–40	1	

Результаты анализа корреляционной зависимости между показателями заболеваемости населения области и загрязнения почв минеральными удобрениями и пестицидами обнаружили положительные корреляционные зависимости между показателями заболеваемости мочеполовой и нервной систем и объемом внесенных удобрений на единицу площади: 0,52 и 0,41 соответственно, а также кровообращения и пестицидов — 0,58. Значительные корреляции ($> 0,5$) с загрязнением почв такими опасными пестицидами, применяемыми в регионе, как симазин, гранозан, ТМТД (тирам), отмечаются для заболеваний печени, почек, крови.

Наиболее значимые прямые корреляционные связи обнаружены нами между болезнями органов дыхания и выбросами поллютантов в окружающую среду

($r = 0,66$), раком желудка и внесением минеральных удобрений ($r = 0,52$). Относительно высокая корреляционная взаимосвязь в последнем случае объясняется дополнительным влиянием применяемых пестицидов, что лишь усугубляет картину заболеваемости (рис. 2).

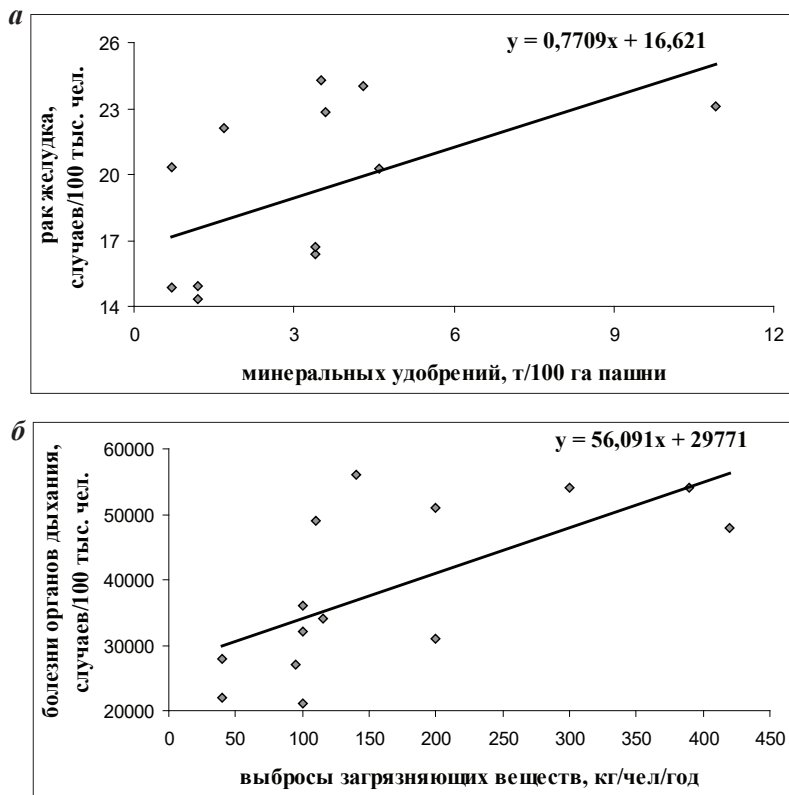


Рис. 2. Линии регрессии между выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух и болезнями органов дыхания (а), внесением минеральных удобрений и раком желудка (б), (полиномиальный район)

Доля достоверных коэффициентов корреляции между частотой возникновения злокачественных новообразований других локализаций и агрогенной преобразованностью ландшафтов составляет: 100 % — злокачественные новообразования лимфатической и кроветворной ткани, кожи, легких и прямой кишки, 85 % — щитовидной железы и ободочной кишки, 70 % — мочевого пузыря и пищевода (рассчитано по источнику: [2: с. 153]).

Важная роль в медико-географических исследованиях отводится картографическим методам, обеспечивающим получение знаний не только о геоэкологических связях человека и трансформированной им природной среде, но и об их пространственной специфике. Статистическая обработка фактологической базы, проведенная с помощью вычислительного пакета Mathcad и пакета прикладных программ Statistica и Excel, позволила создать математико-картографическую

модель для выявления закономерности размещения административных районов с различным уровнем благополучия медико-географической ситуации.

Контрастная картина по ряду сельскохозяйственных параметров стала предпосылкой проведения районирования области по комфортности условий проживания. Суммирование конкретных особенностей агросферы и социально-экономической обстановки с учетом балльной оценки основных агрогенных факторов позволили провести полновесный анализ, и на основе автоматического ранжирования районов Северо-Казахстанской области была создана оценочно-синтетическая карта агрогенных предпосылок заболеваемости населения региона. По уровню медико-географической ситуации были выделены четыре градации: кризисная, неблагоприятная, удовлетворительная и относительно благополучная (рис. 3).

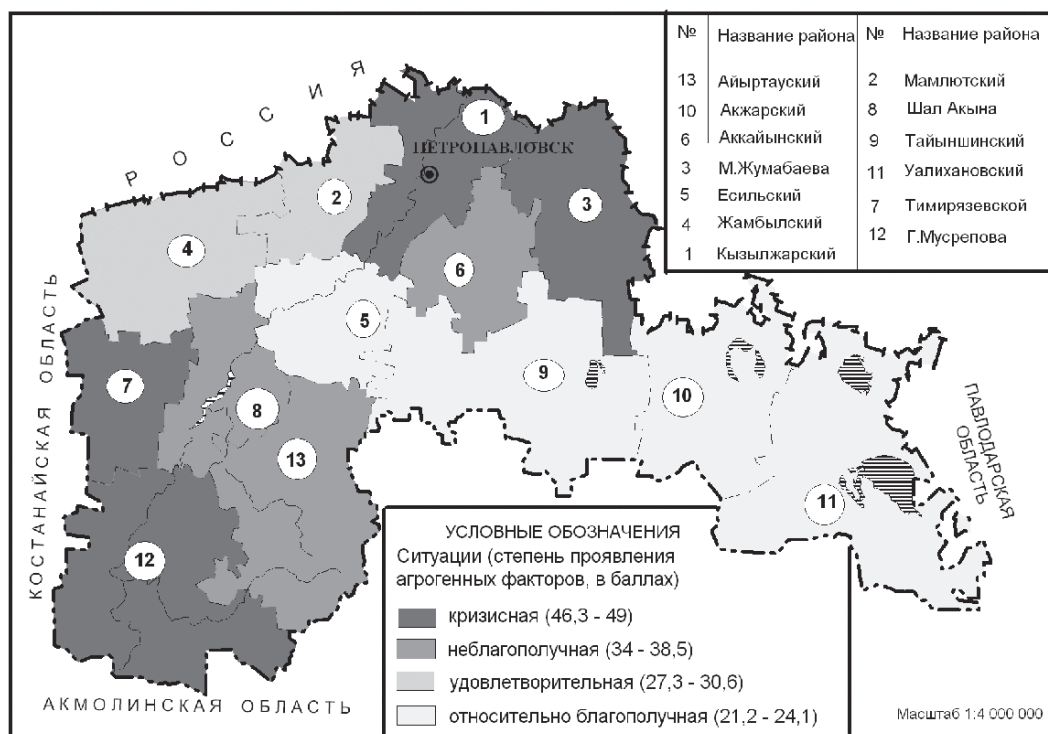


Рис. 3. Районирование территории Северо-Казахстанской области по критериям здоровья населения и комфортности агросферы

На территории Северо-Казахстанской области медико-географические районы имеют одинаковый набор факторов, способных оказать влияние на формирование здоровья населения. В то же время важно выделить разную степень интенсивности их проявления, что, безусловно, влияет на различные сочетания болезней, потенциально опасных для местных жителей.

Кризисная, пограничная с критической в медико-географическом отношении зона, простирается в северном (Кызылжарский и М. Жумабаева районы)

и западном (Г. Мусрепова и Тимирязевский районы) секторах области. Данный результат районирования вполне коррелирует с неблагоприятным характером большинства медико-экологических параметров.

Кызылжарский район, занимающий пригородное положение и включающий анклавно областной центр — г. Петропавловск, — стоит особняком в этой группе и выделяется наличием крупнейших в области животноводческих комплексов, перерабатывающих производств мясомолочной и мукомольной промышленности. Рассматриваемый локалитет отличается от остальных районов чрезмерно высоким, даже по республиканским меркам, уровнем сельскохозяйственных нагрузок на атмосферу (420 кг выбросов загрязняющих веществ на 1 человека в год — взвешенная пыль, оксиды азота и углерода, углеводороды), на почву (двукратным превышением среднеобластного показателя внесения минеральных удобрений и пестицидов), наибольшей плотностью транспортной сети в регионе, а также высокой онкологической заболеваемостью (153 % от средней по области). Количественные показатели здоровья населения района подтверждают неблагоприятные ситуации: на протяжении ряда лет зона характеризуется существенным превышением уровня заболеваемости по области эколого-зависимыми болезнями — злокачественными новообразованиями, врожденными аномалиями, болезнями мочеполовой системы, органов дыхания, с высшим по области показателем морбидности [3].

В Тимирязевском районе отмечается чрезмерно высокий уровень химизации сельского хозяйства — максимальная в Северо-Казахстанской области доля пахотных земель, обрабатываемых пестицидами (66 %), и трехкратное превышение среднего по региону объема внесенных минеральных удобрений на 1 км² пашни (5,7 тонн). Это обусловило загрязнение земель тяжелыми металлами (цинк, свинец, кадмий, кобальт и др.), в 2,5 раза превышающее среднеобластной показатель — свыше 80 % площади района, при превышении ПДК в 3–4 раза [6].

Неблагополучная ситуация сложилась в юго-западных (Айыртауский и Шал акына) и Аккайынском районах. Последний выделяется максимальным показателем общей заболеваемости в регионе (56252/100 тыс. жителей в год) [3], а также сильным загрязнением почв пестицидами и тяжелыми металлами (около 50 % площади района) и высокой степенью распаханности территории — 52 %. В данном районе отмечается наибольшая в Северо-Казахстанской области степень прямой корреляции (0,85) между болезнями органов пищеварения и внесением в почву минеральных удобрений.

Относительно благополучная ситуация отмечена в центральных и юго-восточных районах области, прежде всего, в Есильском, Тайыншинском, Уалихановском и Акжарском. Здесь наблюдаются относительно низкие показатели агрогенных нагрузок на окружающую среду за счет высокой доли «экологически нейтральных» земель в виде пастбищ и залежей, а также наибольшими в области водными площадями. Характерны минимальные или пониженные уровни общей

и онкологической заболеваемости населения, а также младенческой смертности. Средненный показатель общей заболеваемости в Есильском районе — минимальный в регионе — 23 459 случаев на 100 тысяч жителей [3]. Это отчетливо коррелирует с одними из самых низких показателей выбросов загрязняющих веществ от сельскохозяйственных источников — 85 кг/чел ($r = 0,78$).

Проведенное районирование территории Северо-Казахстанской области по комфортности агросферы наглядно продемонстрировало необходимость тщательной проработки медико-экологоприемлемого сценария развития области, предусматривающего поэтапное снижение уровня сельскохозяйственных нагрузок на окружающую среду и дополнительное стимулирование медико-социальной сферы в районах с неблагоприятной обстановкой. Это прежде всего относится к староосвоенным и пригородным территориям, районам интенсивного зернового хозяйства с экстремально высокими агрогенными нагрузками на ландшафты и превышающим по уровню общей заболеваемости среднеобластным показателем.

Собранный статистический материал и полученные результаты послужат базисом для создания серии тематических карт аналитического и прогнозного содержания, проведения полновесной медико-географической дифференциации территории Северо-Казахстанской области с целью реализации ряда точечных профилактических и оздоровительных мероприятий. Для оптимизации мониторинга и прогноза изменений медико-географической ситуации Северо-Казахстанской области целесообразно использовать механизм совмещения природно-географических и социально-экономических факторов для создания геоинформационной территориальной медико-географической системы.

Литература

1. База разрешений на эмиссии в окружающую среду, выданных Управлением природных ресурсов и регулирования природопользования Северо-Казахстанской области за 1999–2015 гг. / Управление природных ресурсов и регулирования природопользования. Петропавловск, 1999–2015. 182 с.
2. Влияние факторов внешней среды на онкологическую заболеваемость населения Северо-Казахстанской и Восточно-Казахстанской областей / под ред. Е.Л. Чойнзона, Н.П. Белецкой, Л.Ф. Писаревой. Петропавловск, 2013. 224 с.
3. Здоровье населения Северо-Казахстанской области и деятельность организаций здравоохранения в 2000–2014 гг. Статистические сборники за 2000–2014 гг. / Департамент здравоохранения Северо-Казахстанской области. Петропавловск, 2000–2014. 860 с.
4. Куролан С.А. Медицинская география: современные аспекты // Соросовский образовательный журнал. Т. 6. № 6. 2000. С. 52–58.
5. Липчанская М.А. Оценка факторов риска возникновения злокачественных новообразований у населения Северо-Казахстанской области: дис. ... канд. биол. наук. Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2012. 169 с.
6. Лиходумова И.Н. Оценка экологического риска заболеваемости населения Северо-Казахстанской области: дис. ... канд. биол. наук. Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2009. 238 с.

7. Пашков С.В. Эколого-экономические аспекты развития сельского хозяйства Северо-Казакстанской области. Петропавловск: Изд-во СКГУ, 2014. 168 с.
8. Прохоров Б.Б. Медико-экологическое районирование и региональный прогноз здоровья населения России. М.: Изд-во МНЭПУ, 1996. 72 с.
9. Тойн П., Ньюби П. Методы географических исследований. Экономическая география / пер. с англ. Ю.Г. Липеца, Н.Н. Чижова. М.: Прогресс, 1977. 272 с.
10. Федотов В.И., Куролан С.А. Региональная оценка эколого-гигиенической комфортности территории в системе социально-гигиенического мониторинга // Социально-гигиенический мониторинг Воронежской области: (информационно-аналитические аспекты). Воронеж, 1997. С. 314–345.
11. Шайкина Д.Н. Экологическая оценка качества жизни: на примере Северо-Казакстанской области: дис. ... канд. биол. наук. Омск: ОмГПУ, 2010. 153 с.
12. Швец А.Б., Чудинова Л.С. Алгоритм медико-географического районирования территории (поиск критериев и границ) // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании – 2014: материалы Международной интернет-конференции. 19 с. URL: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/june-2014> (дата обращения: 01.03.2016).

Literatura

1. Baza razreshenij na e'missii v okruzhayushhuyu sredy, vy'danny'x Upravleniem prirodny'x resursov i regulirovaniya prirodopol'zovaniya Severo-Kazaxstanskoj oblasti za 1999–2015 gg. / Upravlenie prirodny'x resursov i regulirovaniya prirodopol'zovaniya. Petropavlovsk, 1999–2015. 182 s.
2. Vliyanie faktorov vneshnej sredy' na onkologicheskuyu zaboлеваemost' naseleniya Severo-Kazaxstanskoj i Vostochno-Kazaxstanskoj oblastej / pod red. E.L. Chojnzonova, N.P. Beleczkoy, L.F. Pisarevoj. Petropavlovsk, 2013. 224 s.
3. Zdorov'e naseleniya Severo-Kazaxstanskoj oblasti i deyatel'nost' organizacij zdравоохraneniya v 2000–2014 gg. Statisticheskie sborniki za 2000–2014 gg. / Departament zdравоохraneniya Severo-Kazaxstanskoj oblasti. Petropavlovsk, 2000–2014. 860 s.
4. Kurolan S.A. Medicinskaya geografiya: sovremenny'e aspekty' // Sorosovskij obrazovatel'ny'j zhurnal. T. 6. № 6. 2000. S. 52–58.
5. Lipchanskaya M.A. Ocenka faktorov riska vzniknoveniya zlokachestvenny'x no-voobrazovaniy u naseleniya Severo-Kazaxstanskoj oblasti: dis. ... kand. biol. nauk. Barnaul: IVE'P SO RAN, 2012. 169 s.
6. Lixodumova I.N. Ocenka e'kologicheskogo riska zaboлеваemosti naseleniya Severo-Kazaxstanskoj oblasti: dis. ... kand. biol. nauk. Barnaul: IVE'P SO RAN, 2009. 238 s.
7. Pashkov S.V. E'kologo-e'konomicheskie aspekty' razvitiya sel'skogo hozyajstva Severo-Kazaxstanskoj oblasti. Petropavlovsk: Izd-vo SKGU, 2014. 168 s.
8. Proxorov B.B. Mediko-e'kologicheskoe rajonirovanie i regional'ny'j prognoz zdorov'ya naseleniya Rossii. M.: Izd-vo MNE'PU, 1996. 72 s.
9. Tojn P., N'yubi P. Metody' geograficheskix issledovaniy. E'konomicheskaya geografiya / per. s angl. Yu.G. Lipeca, N.N. Chizhova. M.: Progress, 1977. 272 s.
10. Fedotov V.I., Kurolan S.A. Regional'naya ocenka e'kologo-gigienicheskoy komfortnosti territorii v sisteme social'no-gigienicheskogo monitoringa // Social'no-gigienicheskij monitoring Voronezhskoj oblasti: (informacionno-analiticheskie aspekty'). Voronezh, 1997. S. 314–345.

11. *Shajkina D.N.* Экологическая оценка качества жизни: на примере Северо-Казахстанской области: дис. ... канд. биол. наук. Омск: ОмGPU, 2010. 153 с.

12. *Shvecz A.B., Chudinova L.S.* Алгоритм медико-географического районирования территории (поиск критериев и границ) // *Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании – 2014: материалы Международной интернет-конференции*. 19 с. URL: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/june-2014> (дата обращения: 01.03.2016).

S.V. Pashkov

Influence of Agrogeogenic Factors on a Medical and Geographical Situation in North Kazakhstan Region

On the basis of the analysis of bank of medical and geographical data and the geoinformation massifs, by the way of summation of concrete features of the agrosphere and a social and economic situation, we made an attempt of assessment and division of the regional territory into districts using criteria of health of the population and comfort of the transformed landscapes. The author found out that zones with crisis and unfavorable situation are mastered and the suburb districts (Akkainsky, M.Zhumabaev district, Kyzylzharsky and others) which are characterized by the developed grain economy and a complex of the processing industries causing the high level of the general morbidity of the population.

Keywords: agrogeogenic factors; North Kazakhstan region; index of agrogeogenic load; medical and geographical situation; medical and geographical zoning.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

О.В. Шульгина

Историко-географический подход в изучении топонимики российских регионов

На основе собранных и систематизированных данных по изменению названий городов и крупных сел России в XX веке выделены главные периоды переименований. Рассмотрены географические особенности в интенсивности переименований по регионам страны. Представлены конкретные данные о переименовании городов — крупных административных центров и статистические таблицы, характеризующие пространственно-временные закономерности в изменении топонимики. Составлена картосхема изменений топонимики по регионам страны.

Ключевые слова: историко-географический подход; топонимика; периоды переименований; региональные закономерности в интенсивности переименований.

В исследованиях российской топонимики особый интерес представляет историко-географический подход, охватывающий в комплексе пространственно-временные изменения в переименованиях населенных пунктов [9]. Для историко-географического анализа изменений в топонимике России XX века нами были изучены официальные документы, зафиксировавшие даты переименований городов и крупных сельских поселений, начиная со свода законов в Российской империи на начало рассматриваемого столетия, а далее документов советского и постсоветского периодов [1; 6; 7]. Используются также публикации Е.М. Поспелова, не только собравшего, но и профессионально прокомментировавшего значение прошлых и вновь вводимых названий [4; 5].

Анализ переименований российских поселений позволил выделить несколько основных этапов, приуроченных к главным политическим и социально-экономическим событиям в жизни страны. Главными катализаторами интенсивных переименований стали Первая мировая война, Октябрьская социалистическая революция, Великая Отечественная война 1941–1945 гг., распад Союза Советских Социалистических Республик. Особенности и степень множественности переименования топонимов, связанных с названиями населенных пунктов, рассмотрены по этим четырем периодам.

Начало Первой мировой войны принесло массовые антигерманские настроения в обществе, которые были поддержаны и на государственном уровне. Уже через несколько недель после начала военных действий, 31 августа 1914 г., была переименована столица Российской империи: Санкт-Петербург стал Петроградом. Следует отметить, что при этом был изменен и смысл названия, Петр I не основывал город имени себя, он назвал его так в честь своего святого покровителя; новое же название стало именно прославлением самого царя. Во многих крупных городах прошли немецкие погромы, немецкие магазины и предприятия воспринимались как враждебные, шпионские, чуждые. Чуждыми стали и немецкие названия населенных пунктов, воспринимавшиеся в дни патриотической истерии как звучащие на языке противника.

Следует вспомнить, что немецких названий на территории Российской империи было множество, они появились в основном в екатерининскую эпоху и в более поздние годы при заселении зарубежными колонистами (не только немцами) свободных территорий на окраинах Российского государства: в Поволжье, Новороссии, на Кавказе. Немецкие названия получили многие населенные пункты при заводах и фабриках, основанных иностранными по происхождению, но уже обрусевшими предпринимателями, железнодорожные станции при промышленных предприятиях и пр. Большая их часть была переименована уже в первые военные годы. Так, Келлерово Владимирской губернии получило новое имя — Кольчугино, Гнаденбург в Тверской губернии был переименован в Смекаловское, Бруненталь в Самарской губернии — в Кривой Яр, Моргентау также в Самарской — в Нестеровку, город Екатериненштадт в Самарской губернии стал Екатериноградом.

Второй период массовых переименований начался после революционных событий 1917 года, повлекших за собой коренную ломку экономических и социальных отношений, отказ от многих традиционных представлений и устоев прошлой жизни. Крушение старого мира и построение на его обломках нового социалистического общества должно было сопровождаться также свержением старых кумиров и почитанием новых лидеров и вождей. Это не могло не проявиться в топонимике.

Данный период можно назвать временем интенсивных переименований прежних названий, которые основывались на следующих принципах: отказ от напоминания имени царской династии, отказ от религиозных названий, увековечивание новых вождей, введение в имена городов ориентиров нового строя (производные от слов «красный», «октябрьский», «первомайский», «рабочий», «пролетарский» и пр.).

Практически сразу же в первые послереволюционные годы были переименованы населенные пункты, имеющие в своей основе слова «царь», «император». Интересно, что первые подобные переименования были связаны уже с Временным правительством (новый город и порт на Русском Севере, основанный в 1916 году, уже в апреле 1917 года был переименован из Романова-на-Мурмане

в Мурманск). Вскоре после Октябрьской революции Царское Село стало Детским Селом, город Царевokokшайск был переименован в Краснококшайск, Царевосанчурск стал просто Санчурском, Императорская Гавань была названа Советской Гаванью. Город Романово-Борисоглебск в Ярославской губернии был переименован в Тутаев (в честь погибшего красноармейца), хотя старое название никак не относилось к царской династии Романовых, а было связано с именем основателя этого города в XIV веке углицким князем Романом Васильевичем.

На смену прежним «монархическим» или «религиозным» названиям пришли идеологические выдержанные новые имена городов и сельских населенных пунктов. Они отражали символы нового строя, его народную и пролетарскую направленность. Так, станица Великокняжеская на землях Области Войска Донского стала Пролетарской, деревня Княжий Бор в Олонецкой губернии стала Красным Бором, Белые Струги на территории современной Псковской области стали Красными Стругами. Декреты ВЦИК начала 1920-х годов пестрят подобными многочисленными примерами: Монастырская стала Пролетарской, Михаило-Архангел переименован в Красное и т. д.

В сталинские времена всю страну охватила волна переименований городов именами новых вождей. Недавно переименованный Петроград через 10 лет стал Ленинградом, а всего в честь В.И. Ленина были переименованы сотни населенных пунктов. Именем И.В. Сталина был назван один из крупнейших городов на Волге — Царицын, а также сотни других поселений. Уже упоминавшийся Екатеринбург-Екатеринбург стал городом Маркштадт, Покровск в Самарской губернии стал городом Энгельс.

Для почитания новых вождей переименовывались бывшие губернские и областные центры, имевшие многовековую историю. Вятка была названа в честь С.М. Кирова, Тверь — в честь М.И. Калинина, Ставрополь — в честь К.Е. Ворошилова, Пермь — в честь сталинского сподвижника В.М. Молотова, Оренбург — в честь героя-лётчика Валерия Чкалова. При этом не обошлось и без политических ошибок. Гатчину успели назвать Троцком (в честь Л.Д. Троцкого), а затем, после его опалы поспешно переименовали в Красногвардейск. Город Баталпашинск в Кубанской области в 1934 году был переименован в честь председателя Совета Народных Комиссаров РСФСР Д.Е. Сулимова; после ареста и расстрела Сулимова в 1937 году город был назван Ежово-Черкесским в честь «железного наркома» внутренних дел СССР Н.И. Ежова, и уже после ареста и расстрела последнего в 1939 году стал называться просто Черкесск.

Период после Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. в некоторой степени объединил тенденции изменения топонимических названий населенных пунктов всех предыдущих периодов. Продолжились массовые переименования иноязычных названий в присоединенных к СССР после войны территориях. Это было осуществлено на территории Восточной Пруссии (современная Калининградская область), на Карельском перешейке (бывшая часть Финской Карелии), на юге Сахалина (бывшего под управлением Японии).

Упразднились оставшиеся немецкие названия на карте Российской Федерации: всемирно известный Петергоф стал Петродворцом, Ораниенбаум был переименован в Ломоносов, были переименованы названия многих поселений в упраздненной в 1941 г. Республике Немцев Поволжья (в том числе и у уже упомянутого Екатериненштадта – Екатеринограда – Маркштадта в очередной раз изменилось название — он стал именоваться просто Маркс). Массовые переименования татарских названий после выселения крымских татар были осуществлены также в Крымской АССР (которая позже стала областью). Сравнительно поздняя волна переименований (уже в начале 1970-х годов) прошла по территории Дальнего Востока. Она была связана с советско-китайским пограничным конфликтом и направлена на переименование населенных пунктов, названия которых напоминали китайские. Так, например, город Тетюхе был переименован в Дальнегорск, Иман — в Дальнеречинск, Сучан — в Партизанск.

В 1940-е годы продолжились переименования городов в честь выдающихся деятелей коммунистической партии и советского государства. Немецкий Кёнигсберг стал Калининградом (1946), Рыбинск — Щербаковым (1946). Однако уже в 1950-х годах после осуждения культа личности Сталина резко сменился вектор социальной политики, и началась активное движение за возвращение переименованным населенным пунктам прежних имен. Было принято решение не называть города и села именами еще живущих членов высшего руководства партии и правительства, и с карт стали исчезать, например, населенные пункты, связанные с именами В.М. Молотова, Л.М. Кагановича, К.Е. Ворошилова и др. Город Щербаков опять стал Рыбинском, Чкалов — Оренбургом, городу Молотову вернули историческое название — Пермь, Сталинград был переименован в Волгоград, Сталинск в Кемеровской области, который ранее был Кузнецком, стал называться Новокузнецком.

Однако посмертное возвеличивание высших партийных деятелей продолжалось. Уже в 1980-х годах после смерти генерального секретаря ЦК КПСС Л.И. Брежнева его именем был назван старинный город Набережные Челны, после смерти Ю.В. Андропова опять исчезло старинное название волжского города Рыбинск и он стал называться Андроповым, а после смерти К.У. Черненко в его честь был переименован город Шарыпово в Красноярском крае. Столица Удмуртской АССР Ижевск был назван Устиновым после смерти министра обороны СССР Д.Ф. Устинова. Еще раньше, в 1960-е годы стало модным переименовывать города в память об умерших деятелях мирового коммунистического движения. Так, волжский Ставрополь стал называться Тольятти в честь лидера итальянской коммунистической партии, город Лиски в Воронежской области переименовали в Георгиу-Деж в честь руководителя румынской коммунистической партии.

Крушение коммунистического режима и распад СССР определили новую тенденцию в переименованиях, которая была главным образом связана с возвращением к историческим названиям городов. Вернули свои прежние

названия многие ранее переименованные областные центры: Санкт-Петербург, Тверь, Нижний Новгород, Самара, Екатеринбург. Были упразднены переименования в честь генеральных секретарей ЦК КПСС (в том числе Рыбинск во второй раз вернул свое историческое имя). Переименования, связанные с возвращением старых названий, коснулись не только населенных пунктов, но даже улиц во многих крупных городах. Однако не все идеологически измененные в советский период названия были упразднены. Символы прежней эпохи в виде топонимики продолжают существовать и в постсоветском географическом пространстве России (особенно долговечными оказались топонимы в честь В.И. Ленина, С.М. Кирова, М.И. Калинина).

Всего в течение XX века были изменены названия 35 крупных административных центров Российской Федерации (более 40 % от общего числа административных центров) (табл. 1).

Таблица 1

Переименования городов — крупных административных центров России в XX веке

Современное название	Прежнее название (в скобках — год смены названия)
Санкт-Петербург	Санкт-Петербург (1914), Петроград (1924), Ленинград (1991)
Мурманск	Романов-на-Мурмане (1917)
Сыктывкар	Усть-Сысольск (1930)
Нарьян-Мар	Белошелье (1933), Дзержинский (1935)
Тверь	Тверь (1931), Калинин (1990)
Иваново	Иваново-Вознесенск (1932)
Нижний Новгород	Нижний Новгород (1932), Горький (1990)
Киров	Вятка (1934)
Ижевск	Ижевский Завод (1918), Ижевск (1984), Устинов (1987)
Йошкар-Ола	Царевококшайск (1919), Краснококшайск (1927)
Ульяновск	Симбирск (1924)
Волгоград	Царицын (1925), Сталинград (1961)
Самара	Самара (1935), Куйбышев (1991)
Элиста	Элиста (1944), Степной (1957)
Краснодар	Екатеринодар (1920)
Ставрополь	Ставрополь (1935), Ворошиловск (1943)
Владикавказ	Владикавказ (1931), Орджоникидзе (1944), Дзауджикау (1954), Орджоникидзе (1991)
Грозный	Грозный (1998), Джохар-Кала (1999)
Махачкала	Петровск-Порт (1922)
Черкесск	Баталпашинск (1934), Сулимов (1937), Ежово-Черкесск (1939)
Карачаевск	Георгиевское (1926), Микоян-Шахар (1944), Клухори (1957)
Пермь	Пермь (1940), Молотов (1957)
Екатеринбург	Екатеринбург (1924), Свердловск (1991)
Оренбург	Оренбург (1938), Чкалов (1957)
Ханты-Мансийск	Остяко-Вогульск (1940)
Салехард	Обдорск (1933)

Современное название	Прежнее название (в скобках — год смены названия)
Новосибирск	Новониколаевск (1926)
Кемерово	Щегловск (1932)
Горно-Алтайск	Улала (1932), Ойрот-Тура (1948)
Улан-Удэ	Верхнеудинск (1934)
Кызыл	Белоцарск (1918), Хем-Белдыр (1926)
Биробиджан	Тихонькая (1932)
Анадырь	Новомариинск (1923)
Южно-Сахалинск	Владимировка (1905), Тойохара (1946)
Калининград	Кенигсберг (1946)

Еще больший объем переименований в XX веке коснулся рядовых поселений (сельских населенных пунктов и поселков городского типа). Первые массовые переименования начались еще в дореволюционный период. С началом Первой мировой войны были переименованы многие немецкоязычные названия: поселения немецких колонистов, имения и фабричные поселения, связанные с немецкими фамилиями их владельцев. В советский период значительная часть переименований коснулась населенных пунктов, имевших в своем названии «религиозную» составляющую (Богоявленское, Богодухово, Преображенское и т. п.); также были переименованы практически все поселения с «царской» топонимикой (Царевская, Романовский Хутор и пр.). Кроме того, в национальных регионах некоторые населенные пункты вернули традиционное историческое название или были переименованы в соответствии с местными традициями (например, Каспийский в Калмыкии вернул историческое название — Лагань, Куйбышев в Республике Татарстан стал Болгаром и т. п.).

Полного перечня сельских и поселковых переименований (можно сказать, что их несколько тысяч) до сих пор не составлено. В нескольких российских регионах переименования были настолько массовыми (практически 100-процентными), что это позволило назвать их «территориями топонимических катастроф» [2]. Это территория Карельского перешейка (Ленинградская область), бывшая частью Финляндии; Калининградская область как бывшая часть Восточной Пруссии, южная часть Сахалинской области, входившая в 1905–1945 годах в состав Японии. Массовые переименования крымско-татарских названий сельских населенных пунктов были осуществлены в Крыму и в немецких поселениях на бывшей территории Республики Немцев Поволжья после депортации местного населения в период Великой Отечественной войны. Подобного рода переименования были осуществлены и в других регионах массового выселения национальных групп, но после их возвращения в 1950-х годах прежние названия населенных пунктов были восстановлены.

Интересно отметить, что интенсивность переименований наиболее всего была связана с экономическим потенциалом территории. Больше всего переименований (не считая пограничных регионов, где переименования, как мы отметили,

зачастую были сплошными) приходилось на регионы с высокими показателями уровня экономического развития (рис. 1). Именно эти регионы — Центральный, Поволжский, Уральский, Северо-Западный — со значительной концентрацией населения и высоким культурным и научным потенциалом во многом формировали образ страны [8; 10]. И именно здесь, в этих регионах, было очень важно утвердить в сознании людей значительность происходивших преобразований, закрепляющуюся, в частности, и в топонимике. В этом смысле топонимика как неотъемлемая часть нематериального наследия [11] оказывала (и оказывает) значительное влияние на ментальность населения.

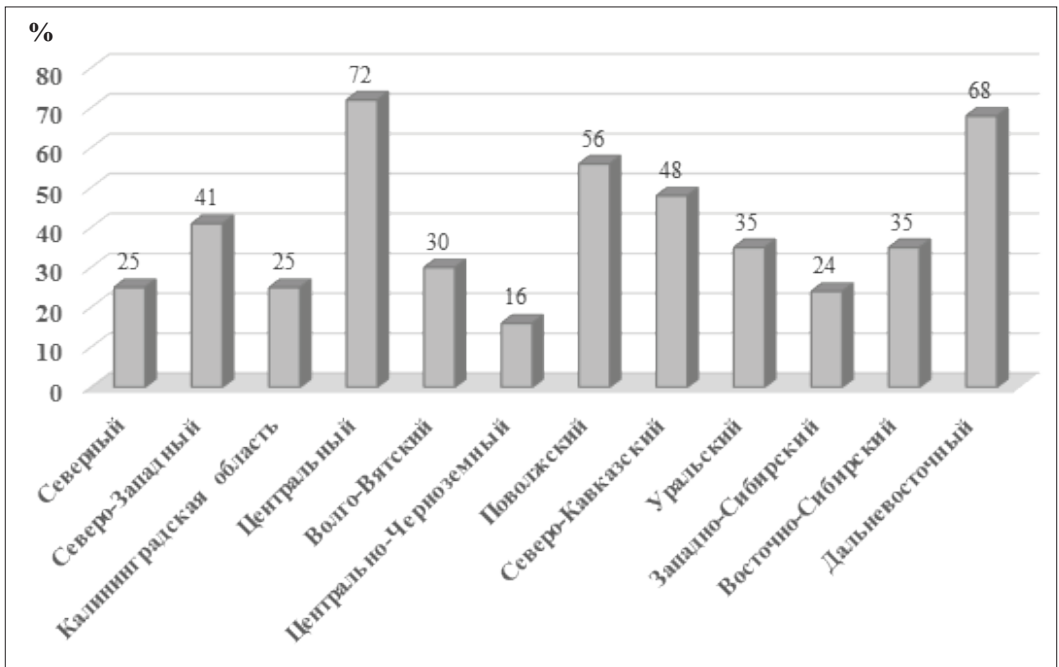


Рис. 1. Количество переименований населенных пунктов (городов и сел-райцентров) по экономическим районам России в XX веке [1; 4; 6; 7]

Интенсивность переименований населенных пунктов по периодам XX века в регионах России характеризует таблица 2. Из переименованных за двадцатое столетие 475 городов и сел-райцентров 275 (58 %) подверглись переименованиям в период с 1917 по 1945 г., еще 184 (39 %) — в период с 1945 по 1991 г.; 9 населенных пунктов (2 %) были переименованы в конце XX века и 7 (1 %) — в его начале. От этой общей тенденции отступает динамика переименований в Дальневосточном экономическом районе, где почти с одинаковой интенсивностью шли переименования населенных пунктов как с 1917 по 1945, так и с 1945 по 1991 гг. (соответственно 49 % и 50 % переименований за XX век). Все переименования Калининградской области пришлось на период с 1945 по 1991 год, вернее, даже на первое послевоенное десятилетие.

Таблица 2

**Количество переименований населенных пунктов (городов и сел-райцентров)
России по отдельным периодам XX века**

Экономический район	Количество переименований всего число / %	в том числе по периодам:			
		до революции 1917 г. число / %	от 1917 до 1945 г. число / %	с 1945 до распада СССР (1991 г.) число / %	с 1991 до 2001 г. число / %
Северный	25 / 100 %	–	17 / 68 %	8 / 32 %	–
Северо-Западный	41 / 100 %	2 / 5 %	24 / 59 %	12 / 29 %	3 / 7 %
Калининградская область	25 / 100 %	–	–	25 / 100 %	–
Центральный	72 / 100 %	–	50 / 69 %	21 / 29 %	1 / 2 %
Волго-Вятский	30 / 100 %	1 / 3 %	19 / 64 %	9 / 30 %	1 / 3 %
Центрально-Черноземный	16 / 100 %	–	9 / 56 %	7 / 44 %	–
Поволжский	56 / 100 %	2 / 4 %	32 / 57 %	19 / 34 %	3 / 5 %
Северо-Кавказский	48 / 100 %	–	28 / 58 %	20 / 42 %	–
Уральский	35 / 100 %	–	26 / 74 %	9 / 26 %	–
Западно-Сибирский	24 / 100 %	1 / 4 %	16 / 67 %	6 / 25 %	1 / 4 %
Восточно-Сибирский	35 / 100 %	–	21 / 60 %	14 / 40 %	–
Дальневосточный	68 / 100 %	1 / 1 %	33 / 49 %	34 / 50 %	–
Итого:	475 / 100 %	7 / 1 %	275 / 58 %	184 / 39 %	9 / 2 %

Результаты более пристального исследования изменений в топонимике по административно-территориальным единицам России представлены на картосхеме (рис. 2). Здесь отчетливо просматриваются основные региональные закономерности в интенсивности переименований населенных пунктов. Так, среди областей наибольшей интенсивностью переименований в ходе XX века выделяются Московская, Ленинградская, Калининградская области (25–30 переименований); Свердловская и Нижегородская области, Приморский край, Сахалинская область (15–20). Только в регионах, окрашенных белым цветом, переименований за рассматриваемый период не было или они были минимальными.

Названия российских городов и сел — неисчерпаемый источник историко-географической информации. Топонимика, связанная с названиями населенных пунктов, отражает существенные особенности исторических этапов развития нашей страны. По принятым и измененным на определенный период названиям можно судить о том, каким событиям уделялось наибольшее значение; кого из деятелей эпохи считали наиболее выдающимися людьми и кто это значение утратил; какую роль играла территория в развитии тех или иных событий. Это отчетливо можно проследить по волнам переименований городских и сельских поселений в России XX века, волнам, запечатлевшим смену политических вех и главные ориентиры социально-экономической политики нашего государства.

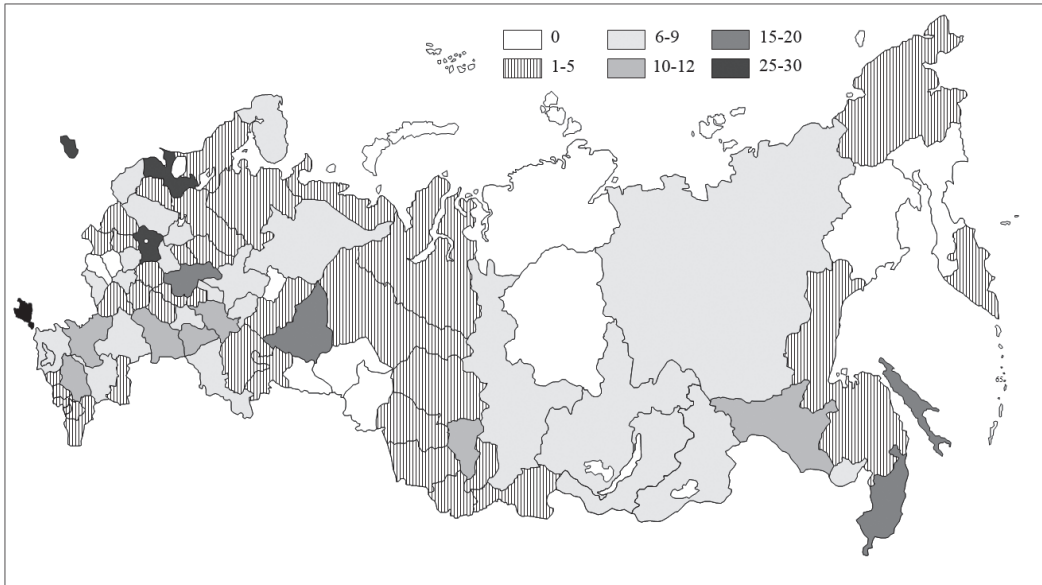


Рис. 2. Количество переименований населенных пунктов (городов и сел-райцентров) по регионам России в XX веке¹

Литература

1. Административное районирование РСФСР. Сборник постановлений, касающихся административно-территориального деления России за период 1917–1922 гг. по данным административной комиссии ВЦИК к 10 ноября 1922 г. М.: Изд. ВЦИК, 1923. 209 с.
2. Балашов Е.А. Метаморфозы топонимики Карельского перешейка. Краткое исследование по этимологии географических названий. СПб.: ИПК «Нива», 2003. 132 с.
3. Населенные пункты Калининградской области и их прежние немецкие названия. Калининград: Нахтигаль, 1993. 154 с.
4. Поспелов Е.М. Имена городов: вчера и сегодня (1917–1992): Топонимический словарь. М.: Русские словари, 1993. 250 с.
5. Поспелов Е.М. Названия городов и сел. М.: Наука, 1996, 152 с.
6. Сборник законов СССР и Указов Президиума Верховного Совета СССР. 1938–1967 гг.: в 2-х т. М.: Известия, 1968. 750 с.
7. Свод законов Российской Империи. СПб.–Петроград. Т. 5. 1901; Т. 12. 1916.
8. Шульгина О.В. Изменение образа России в XX веке // Живописная Россия. 2004. № 6. С. 4–12.
9. Шульгина О.В. Историческая география России XX века: социально-политические аспекты. М.: МГПУ, 2003. 252 с.
10. Шульгина О.В. Образ России как объект историко-географического исследования // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2008. № 1. С. 25–30.
11. Шульгина Д.П., Шульгина О.В. Топонимика как объект нематериального наследия, связанного с Отечественной войной 1812 года в России // Исторические исследования. Электронный журнал. 2012. № 1. URL: http://e-notabene.ru/hr/article_351.html

¹ Составлено О.В. Шульгиной на основе источников [1; 4; 6; 7].

Literatura

1. Administrativnoe rajonirovanie RSFSR. Sbornik postanovlenij, kasayushixsya administrativno-territorial'nogo deleniya Rossii za period 1917–1922 gg. po dannym administrativnoj komissii VCIK k 10 noyabrya 1922 g. M.: Izd. VCIK, 1923. 209 s.
2. *Balashov E.A.* Metamorfozy' toponimiki Karel'skogo pereshejka. Kratkoe issledovanie po e'timologii geograficheskix nazvanij. SPb.: IPK «Niva», 2003. 132 s.
3. Naseleenny'e punkty' Kaliningradskoj oblasti i ix prezhnie nemeckie nazvaniya. Kaliningrad: Naxtigel', 1993. 154 s.
4. *Pospelov E.M.* Imena gorodov: vchera i segodnya (1917–1992): Toponimicheskij slovar'. M.: Russkie slovari, 1993. 250 s.
5. *Pospelov E.M.* Nazvaniya gorodov i sel. M.: Nauka, 1996, 152 s.
6. Sbornik zakonov SSSR i Ukazov Prezidiuma Verxovnogo Soveta SSSR. 1938–1967 gg.: v 2-x t. M.: Izvestiya, 1968. 750 s.
7. Svod zakonov Rossijskoj Imperii. SPb.–Petrograd. T. 5. 1901; T. 12. 1916.
8. *Shul'gina O.V.* Izmenenie obraza Rossii v XX veke // Zhivopisnaya Rossiya. 2004. № 6. S. 4–12.
9. *Shul'gina O.V.* Istoricheskaya geografiya Rossii XX veka: social'no-politicheskie aspekty'. M.: MGPU, 2003. 252 s.
10. *Shul'gina O.V.* Obraz Rossii kak ob'ekt istoriko-geograficheskogo issledovaniya // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2008. № 1. S. 25–30.
11. *Shul'gina D.P., Shul'gina O.V.* Toponimika kak ob'ekt nematerial'nogo naslediya, svyazannogo s Otechestvennoj vojnoj 1812 goda v Rossii // Istoricheskie issledovaniya. E'lektronnyj zhurnal. 2012. № 1. URL: http://e-notabene.ru/hr/article_351.html

O.V. Shulgina

**Historical and Geographical Approach
in Study of Place Names in Russian Regions**

On the basis of collected and systematized data on the change in the names of cities and large villages of Russia in the course of the twentieth century the author pointed out the main periods of renaming. We considered geographic features in the intensity of renaming in the regions of the country. The concrete data about renaming of towns — major administrative centres and statistical tables characterizing the spatial and temporal regularities of change in place names were presented. The author compiled schematic map of changes of place names in regions of the country.

Keywords: historical and geographical approach; toponymy; periods of renaming; regional regularities in the intensity of renaming.

О.Е. Штеле

Ландшафтный подход как основа сохранения этноэкологических территорий (на примере Абалакского природно- исторического комплекса в Тюменской области)

Рассмотрены возможности применения ландшафтного подхода к сохранению этнокультурного наследия на примере сибирских татар, проживающих в Тобольском районе Тюменской области. Подход базируется на сохранении традиционной системы расселения и традиционного природопользования. Он может быть реализован в рамках формирования системы особо охраняемых природных территорий, в частности, при создании природного парка на территории Абалакского природно-исторического комплекса. Сформулированы предложения по стратегии создания охраняемой территории, ее зонированию и учету культурно-исторического потенциала. Подобный подход совмещает задачи сохранения природного наследия и традиционных хозяйственных угодий.

Ключевые слова: природный и культурный ландшафт; традиционное природопользование; природный парк; этнокультурное наследие; сибирские татары.

Пристальное внимание к проблемам коренных народов и сохранению их традиционных форм природопользования четко сформировалось в рамках мирового общественного интереса и государственной политики во второй половине XX века. Именно задачи сохранения традиционного природопользования стали осознаваться как главное условие сохранения традиционной культуры, образа жизни, родного языка. 1990-е годы стали периодом выработки новых теоретических концепций в этой области и в Российской Федерации.

Предшествующая практика показала, что охрана и использование единичных («точечных») историко-культурных объектов и явлений не могут быть эффективными вне сохранения окружающего их исторического и природного пространства. Оно необходимо с точки зрения не только сохранности конкретного памятника или культурного феномена, а прежде всего с точки зрения жизнеспособности объекта (будь то природная система или национальное сообщество). Отсюда следует важность территориального подхода к изучению и сохранению наследия, при котором основными объектами охраны выступают именно территории («историко-культурные территории») [5].

Благодаря комплексным исследованиям географов, историков, этнографов и биологов по изучению традиционной культуры малочисленных народов и предложениям по сохранению их культурной самобытности термины «этнические территории» и «эколого-этнические территории» начали активно входить в научные исследования в конце 1980-х годов. Так, в 1989–1990 гг. для территорий Приморского края и Чукотки были сформулированы предложения по созданию охраняемых территорий, на которых бы поддерживалось традиционное природопользование, традиционное хозяйство и привычный образ жизни местного населения [3; 8]. Практически одновременно И.И. Крупником на примере жизнедеятельности арктических и субарктических охотников на морского зверя и оленеводов российского Севера было рассмотрено и сформулировано теоретическое представление об этноэкосистемах. Основу подобных этноэкосистем составляют устойчивые этнические коллективы, связанные совместным использованием земель, общим трудом и расселением на определенной территории [6].

Историко-культурной территорией может быть назван особый целостный пространственный объект, где в традиционной природной и социально-культурной среде находятся природные и историко-культурные объекты исключительной ценности и значимости. Такая территория создается на основе комплекса памятников и территории, объективно связанной с ними в силу этнических, экономических, исторических, географических факторов. Ее уникальность «определяется наличием и сочетанием комплекса мемориальных, архитектурных, археологических объектов, национальных традиций и привычной хозяйственной деятельности, фольклора и обрядовой национальной культуры, природных достопримечательностей или исторических форм природопользования, представляющих исключительную ценность с точки зрения истории и культуры отдельного народа или даже мирового культурного наследия» [10]. Именно к этой группе следует отнести также и этнографические ландшафты, связанные с проживанием малочисленных народов или небольших этнографических групп.

В настоящее время в Российской Федерации сложилась ситуация, когда вопросы сохранения этнографических или этноэкологических территорий не имеют четкого законодательного регулирования и не входят прямо в компетенцию того или иного государственного органа. В то же время на практике этнографические ландшафты могли бы получить некоторую защиту в рамках природоохранного законодательства. Принятый в Российской Федерации в 1995 году федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» отличается достаточно полной проработкой по сравнению с предыдущим российским и советским законодательством и дает возможность использования отдельных его положений для сохранения и традиционного природопользования, и культурного ландшафта в местах проживания аборигенного населения. Эти функции в определенной степени могут выполнять национальные

парки и природные парки. В частности, в их компетенцию входит задача сохранения природной среды и природных объектов, восстановления нарушенных природных и историко-культурных комплексов и объектов.

Именно в рамках функционирования особо охраняемых природных территорий в конце 1980-х гг. было сформулировано предложение о создании эколого-этнической территории на Чукотском полуострове [3; 11]. Ключевой задачей ее создания было сохранение этнической территории (в том числе и акватории), возрождения традиционного природопользования и традиционной системы расселения коренных жителей этой земли — чукчей и эскимосов как главного фактора сохранения национальной культуры.

Этот проект, детально разработанный в начале 1990-х годов, стал одним из наиболее обоснованных проектов, формулирующих конкретные перспективы этнического развития и одновременно сохранения этнографического ландшафта. Однако его реализация продвигалась очень медленно. Созданный в 1993 г. решением местной администрации Чукотского автономного округа природно-этнический парк только через 20 лет (в 2013 году) получил статус национального парка и федеральную поддержку, притом с весьма урезанной этнокультурной направленностью по сравнению с первоначальным проектом.

В дальнейшем предпринимались и другие проекты сохранения этнокультурного наследия малочисленных народов на базе формирования особо охраняемых природных территорий. Интересным региональным проектом подобной направленности является предпринятая при участии автора данной статьи разработка концепции Абалакского природно-исторического комплекса, на территории которого находятся места проживания и традиционного природопользования сибирских татар.

Рассматриваемая территория находится в Тобольском районе Тюменской области (рис. 1). Её протяженность с запада на восток составляет около 40 км, с юга на север — около 45 км. Уже в 20–30 км восточнее Тобольска располагаются незначительно затронутые деятельностью человека типичные массивы болот и естественные лесные участки с коренными лесами (пихта, ель с участием лиственницы и кедра). Детальные полевые исследования, проводимые с 2005 года, выявили высокую природную ценность этих участков как типичных ландшафтов южно-таежной зоны, а также как возможных мест обитания редких представителей растительного и животного мира.

На территории выделяемого Абалакского природно-исторического комплекса представлено все многообразие южно-таежной растительности и одновременно характерных для Прииртышья ландшафтов: коренные елово-пихтовые, пихтово-еловые, пихтово-елово-кедровые леса по склонам долин мелких притоков Иртыша; производные темнохвойно-березовые, березово-осиновые и осиново-березовые леса на хорошо дренированных участках междуречий; сосново-сфагновые и сфагновые олиготрофные болота с озерками и грядово-мочажинными топиями; мезофитные и сырые луга поймы Иртыша, чередующиеся с ивняками и пойменными мелколиственными лесами.



Рис. 1. Расположение Абалакского природно-исторического комплекса на территории Тобольского района

Следует особо остановиться на характеристике гидрографической сети как основе всей проектируемой территории, поскольку ее берега являются местом древних и современных поселений. Здесь расположены практически все историко-культурные памятники, к ней приурочены многочисленные ценные природные объекты, с гидрографией связано традиционное природопользование сибирских татар.

С точки зрения гидрографии проектируемая территория уникальна, так как она включает небольшой отрезок Иртыша, одной из великих рек Западной Сибири (около 60 км по руслу реки). Участок реки приурочен к главному гидрографическому узлу Западно-Сибирской равнины — месту слияния рек Иртыш и Тобол. Проектируемая охраняемая территория расположена вверх по течению Иртыша, всего в 12 км от места впадения в него реки Тобол. При впадении Тобола Иртыш резко меняет направление с западного на северное, с чем связан и своеобразный рисунок гидрографической сети в данном районе. Он проявился в том, что гидрографическая сеть западного и северного направления смыкается своими верховьями. Своеобразие гидрографической сети рассматриваемой территории заключается в том, что это редкий случай для Западно-Сибирской равнины, когда плоская междуречная поверхность дренируется с трех сторон: южной, северо-западной и северной, в результате чего процесс заболачивания на большей части проектируемого заказника практически отсутствует или слабо выражен.

Удаленность от крупных промышленных и аграрных центров, невысокий уровень антропогенной трансформированности биоценозов позволяет считать рассматриваемую территорию эталонным участком южной тайги Прииртышья с типичными для нее флористическим и фаунистическим комплексами. Экологическую ценность представляют собой практически все относительно незатронутые антропогенным воздействием ландшафты территории. Их наличие и естественное взаимодействие являются необходимым условием для функционирования биосферы, они служат местообитанием животных и обеспечивают сохранение видового разнообразия растительного и животного мира. На рассматриваемой территории выявлено более 100 видов растений и животных, внесенных в Красную книгу Тюменской области и в Красную книгу России. В частности, уникальными для области является произрастание крупной популяции ценнейшего лекарственного растения айра болотного, включенного в Красную книгу Тюменской области. Этот участок является одним из двух известных на территории области местонахождений данного вида и поэтому нуждается в особой охране.

Отдельные из зафиксированных редких видов включены также в Красную книгу России. Из растений — это представители семейства орхидных, имеющие крупные и яркие цветки, привлекающие внимание населения своей декоративностью: башмачок настоящий и башмачок крупноцветковый. Обычно они встречаются по северным склонам логов в спелых нетронутых осиново-березовых и смешанных лесах. Из дневных хищных птиц — большой подорлик и орлан-белохвост, обитающий в логах севернее Абалака филин и обычный на пролете в пойме Иртыша кулик-сорока. Имеется свидетельство о встрече на пролете в урочище Комарица белого журавля — стерха, являющегося объектом всемирной охраны. Отрезок русла Иртыша, включенный в территорию заказника, требует особого внимания. Здесь расположена Абалакская зимовальная яма (1,5 км) сибирского осетра (Красные книги России и МСОП), стерляди и нельмы, имеющая особое значение в сохранении и естественном воспроизводстве этих ценных видов рыб.

Территория восточнее Тобольска, по правобережью Иртыша, является и одним из староосвоенных регионов Сибири, сохраняющим археологические следы древних поселений, с ней связаны также важные исторические аспекты развития Сибирского ханства и события освоения Сибири русскими. В XIV–XV вв. здесь появляется тюркоязычное население, татарские городки и урочища располагались по устьям рек, впадающим в Иртыш. Именно здесь было основано городище Искер — столица Сибирского ханства. Период с конца XVI в. до середины XIX в. охватывает события завоевания Сибири Ермаком и развитие системы русских поселений. Наличие плодородных земель способствовало развитию в этой местности земледелия, которое получило особое распространение по реке Аремзянке. Берег Иртыша и расположенные здесь населенные пункты с их архитектурными памятниками составляют удивительный по красоте и мощи культурный ландшафт.

Очень важно отметить, что эти земли являются местами традиционного природопользования и хозяйствования сибирских татар. В советское время сибирские татары, как национальность, были даже исключены из переписи населения. Но сейчас они с полным правом рассматриваются как самостоятельный этнос, с присущими ему устойчивыми признаками и свойствами, такими как язык и территория, экономическая общность, этническое самосознание, конфессиональная общность, эндогамия, а на раннем этапе — социально-политическая общность, связанная с существованием Сибирского ханства [4; 9]. Особое значение для развития культуры сибирских татар в силу их разбросанности на значительном пространстве, наряду с сохранением традиций, обычаев и искусства имеет сохранение историко-культурной и ландшафтной среды, памятников этнографического наследия, традиционных поселений.

Появившееся в этом регионе тюркоязычное население проживало в поселениях, привязанных к урочищам по устьям рек, впадающих в Иртыш. В связи с этим религиозно-мифологические представления обитателей были связаны с жизнью леса, лесными и речными промыслами. В период Сибирского ханства в жизни татарского населения, наряду с ремеслом и торговлей, преобладают занятия, связанные с лесом (охота, сбор грибов и ягод), ловля рыбы в старицах и на лесных озерах, в меньшей степени — коневодство и земледелие. Вторая половина XIX – начало XX века характеризуется новым этапом эволюции татарских поселений, которые испытывают влияние русских традиций домостроения. В агротехнике использовалась преимущественно четырехпольная система земледелия.

Современный этап в жизни территории характеризуется возрождением татарской культуры, одним из проявлений которого стало возобновление интереса к народным традициям и обычаям. В настоящее время наблюдается усиление почитания святых мест и могил святых в религиозной жизни татарского населения региона. Мусульманские мавзолеи, существовавшие в прошлом в районе Искера, относятся к числу наиболее ранних и сакрально значимых памятников сибирских татар. Это проявляется в реконструкции существующих гробниц, в проведении регулярных «дней поминовений» местных святых, приобретающих все более массовый характер.

Комплекс традиционного проживания сибирских татар на территории Абалакского природно-исторического комплекса включает сельские поселения Епанчина, Шамша, Байгара, которые сохранили традиционную планировку и деревянную застройку.

Татарские селения в Западной Сибири принято подразделять на следующие типы: 1) прибрежный или приречный, 2) притрактный, 3) приозерный. Прибрежные селения по берегам Иртыша, Тобола, Туры и других рек обычно состояли из двух параллельных улиц с проулками. Эти селения часто имели дуговую форму, огибая излучину реки. Традиционная планировка рассматриваемых татарских селений относится к данному типу.

В каждом селении на самом видном месте стояла мечеть с оградой. Мечети с минаретом почти всюду в селах строились деревянные. Возле мечети обычно росли деревья: береза, сосна, а также черемуха, кусты шиповника и т. д. При этом обязательно оставлялась поляна для устройства общественных молений в теплое время года. За селом на возвышенном месте располагалось кладбище.

Пространство усадьбы сибирскими татарами называется *ишек алт, йорт*. Наиболее распространенной была П-образная форма застройки, в соответствии с которой надворные постройки располагаются в виде буквы П по периметру двора. При такой застройке за жилым домом обычно следует крытый навес (*тубалек*), сарай, а далее идут конюшня, хлева, овчарни, баня (*мунча*) и амбар (*итлек*). В амбаре хранили зерно, муку, мясо и другие продукты. В сарае — сбрую, разный инвентарь и другие предметы хозяйственного обихода, а занимавшиеся ремеслом — свои инструменты, сырье и готовые изделия.

Величина постройки, строительные материалы зависели от социального положения владельца усадьбы. Почти в каждом дворе имелся погреб (*погрэн*), который зимой забивался льдом на лето. На «задах» приусадебных построек в некоторых хозяйствах устраивалась баня, «черная» или «белая». Колодцы в усадьбах татар встречались редко. Воду возили в бочках, установленных на двуколках, а чаще всего ее носили женщины на коромыслах из ближайшего водоема. Кузницы, во избежание пожара, устраивались обычно на значительном удалении от жилых и хозяйственных построек [1; 2].

Природные характеристики, особенности природного ландшафта и локализации историко-культурных объектов требуют различного подхода к установлению режима охраны на различных участках Абалакского природно-исторического комплекса. Предполагается выделение трех основных функциональных зон.

Первая зона — *зона особой охраны (заповедная)* — занимает северо-восточную часть проектируемой охраняемой территории и небольшой участок вдоль речки Бобровки и ее небольших притоков (урочища Бардино и Бобровка). В нее входят незаселенные и наиболее труднодоступные участки, сохранившие в своей основе естественные болотные и лесные урочища (с преобладающими верховыми болотами, сфагново-сосновыми рьями и темнохвойными лесами). Она служит естественным резерватом для размножения многих промысловых и редких видов животных. В этой части заказника должен действовать режим тщательной охраны, она не рекомендуется для использования в рекреационных и туристских целях.

Вторая зона — *рекреационная* — располагается в центральной части проектируемой особо охраняемой территории и простирается на юг, не доходя 2–4 км до берега Иртыша. Эта наиболее возвышенная часть древней террасы Иртыша, изрезанная долинами его мелких притоков. Она включает лесные территории и бывшие сельскохозяйственные угодья (в южной и западной

частях зоны). Эти сельскохозяйственные угодья в настоящее время практически заброшены и не используются, зарастают березой и ивняком. Эта зона в связи с мозаичностью ландшафтов ценна своим биоразнообразием и включает места обитания крупных животных (лося, медведя, барсука, рыси, бобров и др.), а также большинства из обнаруженных редких видов птиц и растений. Для этих мест должен быть установлен режим охраны, исключающий фактор беспокойства животных и сбор ценных видов растений. Здесь может быть разрешено проведение научных исследований, а также проведение экологических экскурсий под руководством специалистов строго по разработанным маршрутам.

Третья зона — *зона культурного ландшафта* состоит из двух участков. Основной участок расположен в южной части заказника и занимает заселенную и сельскохозяйственно освоенную территорию вдоль Иртыша (глубиной 2–4 км). Это правобережная часть вдоль русла Иртыша и его древней террасы с населенными пунктами, а также левобережные участки в районе Абалакского экспериментального рыбопроизводного завода и участки нижней поймы левобережья напротив деревень Екимовка, Шамша и Байгара (в местах крутых излучин Иртыша). Второй, меньший по площади участок расположен в среднем течении реки Аремзянки и простирается от района Верхних Аремзян до пос. Октябрьский.

Это старозаселенная и староосвоенная территория, которая и в настоящее время является наиболее освоенной в хозяйственном отношении. Она без ущерба для объектов особой охраны может быть использована для организованного туризма, любительского рыболовства, создания рыбопроизводных хозяйств и развития туристской инфраструктуры. Здесь же допускается сельскохозяйственная деятельность, сбор лекарственных и пищевых растений (исключая редкие виды).

В пределах третьей зоны выделяется историко-культурная подзона — территории, связанные с находящимися на государственном учете и охране объектами культурного наследия (памятниками истории и культуры, в том числе Абалакским монастырем, Преображенской церковью, городищем Искер и другими археологическими памятниками), с объектами наследия, которые в перспективе могут рассматриваться как памятники истории и культуры, а также с этнографическими объектами и национальными селами с проживанием сибирских татар.

Выделение этой подзоны призвано сохранить объекты культурного наследия именно в их традиционной исторической и природной среде, сохранить места обозрения архитектурных и исторических памятников, виды, которые открываются с мысов или древних городищ на долину Иртыша. Но еще более важным является то, что в рамках подобного ландшафтного подхода возможно также сохранение традиционной планировки национальных сельских поселений, мест традиционного природопользования и тем самым создание основы для возрождения национальной культуры.

Выявленные на территории Абалакского природно-исторического комплекса памятники истории и культуры и объекты этнографического наследия позволяют говорить о возможности формирования нескольких музейных структур: историко-мемориального объекта — некрополя «Ханское кладбище» на Сауксанском мысе; исторического комплекса в селе Верхние Аремзяны, в котором провел детские годы великий русский ученый Д.И. Менделеев (здание сельской церкви и церковно-приходской школы, мельничная запруда и водяная мельница, песчаный карьер бывшей стекольной фабрики); музейного комплекса традиционной культуры сибирских татар в деревне Епанчина.

Этот музейный комплекс в перспективе может стать значимым и посещаемым местом, связанным с наследием и культурой сибирских татар. Сама деревня представляет собой традиционный тип татарских юрт с типичным укладом хозяйства, где сохранились сельскохозяйственные угодья и места рыбного промысла (на Оби и окружающих озерах). В Епанчине провел свои детские годы и молодость основоположник татарской прозы Сибири, лауреат Государственной премии Республики Татарстан имени Г. Тукая — Якуб Камалеевич Занкиев (1917–2003). Здесь находится историко-мемориальный памятник — дом писателя. В сельской общеобразовательной школе, построенной в 1964 г. усилиями Я.К. Занкиева, проработавшего в ней 25 лет, существует историко-этнографический музей. В деревне имеется культовое сооружение — действующая пятничная мечеть. На окраине селения остались следы от ныне практически забытого культового памятника — мавзолея (астана) святого Мусы-шейха. На базе этих достопримечательностей возможно правдиво и образно представить историю, культуру, хозяйство и быт сибирских татар.

В настоящее время Абалакский природно-исторический комплекс функционирует только в режиме комплексного природного заказника регионального значения (создан по постановлению Правительства Тюменской области от 11 сентября 2006 г. № 206-п). Задачи заказника связаны в основном с сохранением природного наследия, вопросы сохранения этнокультурного наследия в его рамках фактически не рассматриваются. Вместе с тем именно данный природно-исторический регион наиболее подходит для создания этноэкологической территории сибирских татар, которая будет способствовать сохранению уникальной истории и культуры этого самобытного народа.

В целом можно сделать вывод, что идея выделения и охраны этнографического ландшафта активно выдвигается и обсуждается в российской науке уже более 25 лет. Законодательная практика пока не проявляет должного внимания к проблемам формирования этноэкологических территорий, и отсутствие должных законодательных актов значительно сдерживает реализацию уже наработанных идей и предложений. В последнее десятилетие частично удалось реализовать некоторые предложения по сохранению этнографических ландшафтов в рамках возможностей, создаваемых российским законодательством об охране природных территорий. Такая политика активно реализуется на северных

территориях в процессе формирования новых природных и национальных парков. Но при этом следует подчеркнуть, что вопросы этнографического наследия и этнокультурного развития на создаваемых особо охраняемых природных территориях остаются как бы на втором плане, в тени природоохранных задач, и не выдвигаются в число первоочередных. Вместе с тем научные и научно-практические исследования последних лет, проводимые как в рамках мирового сообщества, так и в нашей стране, показывают, что подход, сочетающий сохранение культурного наследия и культурного ландшафта с возможностями традиционного природопользования, является наиболее действенным для сохранения этнокультурного наследия малочисленных народов и этнографических групп.

Литература

1. *Белич И.В.* Культурные места сибирских татар как историко-этнографический источник // Роль Тобольска в освоении Сибири. Тобольск, 1987.
2. *Белич И.В.* Мавзолеи мусульманских святых в районе Искера // Вестник археологии, антропологии и этнографии. Вып.1. 1997.
3. *Богословская Л.* Международный парк в Берингии. Комментарий специалиста // Полярник. Август. 1990. С. 3.
4. *Валеев Ф.-Т.А.* Сибирские татары: культура и быт. Казань, 1993.
5. *Веденин Ю.А., Шульгин П.М.* Новые подходы к сохранению и использованию культурного и природного наследия в России // Известия АН, сер. геогр. 1992. № 3. С. 90–99.
6. *Крупник И.И.* Арктическая этноэкология. Модели традиционного природопользования морских охотников и оленеводов в Северной Евразии. М., Наука, 1989. 272 с.
7. Проблемы традиционного природопользования. Север, Сибирь и Дальний Восток Российской Федерации / под ред. Л.С. Богословской. М.: Изд. Гос. Думы, 2000. 221 с.
8. Система охраняемых природных территорий в Экологической программе Приморского края / под ред. П.А. Лер, Б.И. Лебедева. Владивосток, ДО АН СССР, 1989. 36 с.
9. *Томилов Н.А.* Тюркоязычное население Западно-Сибирской равнины в конце XVI – первой четверти XIX века. Томск, 1981. 276 с.
10. *Шульгин П.М.* Культурный фактор в региональной политике // Экология культуры. М., 2001. С. 35–43.
11. International Park Programm. Beringian Heritage. Reconnaissance Study. Denver Service Center, NPS, Denver, Colorado, 1989. 120 p.

Literatura

1. *Belich I.V.* Kul'tovy'e mesta sibirskix tatar kak istoriko-e'tnograficheskij istochnik // Rol' Tobol'ska v osvoenii Sibiri. Tobol'sk, 1987.
2. *Belich I.V.* Mavzolei musul'manskix svyaty'x v rajone Iskera // Vestnik arxeologii, antropologii i e'tnografii. Vy'p.1. 1997.
3. *Bogoslovskaya L.* Mezhdunarodny'j park v Beringii. Kommentarij specialista // Polyarnik. Avgust. 1990. S. 3.
4. *Valeev F.-T.A.* Sibirskie tatary': kul'tura i by't. Kazan', 1993.


5. *Vedenin Yu.A., Shul'gin P.M.* Novy'e podxody' k soxraneniyu i ispol'zovaniyu kul'turnogo i prirodnogo naslediya v Rossii // *Izvestiya AN, ser. geogr.* 1992. № 3. S. 90–99.
6. *Krupnik I.I.* Arkticheskaya e'tno'kologiya. Modeli tradicionnogo prirodnopol'zovaniya morskix oxotnikov i olenevodov v Severnoj Evrazii. M., Nauka, 1989. 272 s.
7. Problemy' tradicionnogo prirodnopol'zovaniya. Sever, Sibir' i Dal'nij Vostok Rossijskoj Federacii / pod red. L.S. Bogoslovskoj. M.: Izd. Gos. Dumy', 2000. 221 s.
8. Sistema oxranyaemy'x prirodny'x territorij v E'kologicheskoj programme Primorskogo kraja / pod red. P.A. Ler, B.I. Lebedeva. Vladivostok, DO AN SSSR, 1989. 36 s.
9. *Tomilov N.A.* Tyurkoyazy'chnoe naselenie Zapadno-Sibirskoj ravniny' v konce XVI – pervoj chetverti XIX veka. Tomsk, 1981. 276 s.
10. *Shul'gin P.M.* Kul'turny'j faktor v regional'noj politike // *E'kologiya kul'tury'*. M., 2001. S. 35–43.
11. InternationalPark Programm. Beringian Heritage. Reconnaissance Study. Denver Service Center, NPS, Denver, Colorado, 1989. 120 p.

O.E. Shteleva

The Landscape Approach as a Basis for Conservation of Ethnoecological Territories (on the Example of Abalak Natural and Historical Complex in Tyumen Region)

The article considered the possibilities of application of the landscape approach to the preservation of ethnic and cultural heritage on the example of Siberian Tatars living in Tobolsk district of Tyumen region. The approach is based on the preservation of traditional system of settlement and the traditional use of nature. It can be implemented in the framework of the formation of the system of specially protected natural areas, in particular, in the creation of a natural park in the territory of Abalak natural and historical complex. Proposals for strategies for creating a protected area, its zoning and accounting of cultural and historical potential are formulated. This approach combines the tasks of preserving the natural heritage and traditional agricultural areas.

Keywords: natural and cultural landscape; traditional use of nature; natural park; ethnic and cultural heritage; Siberian Tatars.



ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Н.С. Максаковская,
Н.В. Максаковский**

Образовательный потенциал объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО

Статья посвящена систематизации объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО с акцентом на их образовательный потенциал и возможности его использования в процессе преподавания естественных и гуманитарных предметов в российских школах и вузах. Особое внимание уделено преподаванию дисциплин географического блока. В круг рассмотрения попадают многообразные историко-культурные объекты, природные феномены, а также результаты сотворчества человека и природы, находящиеся под защитой Конвенции ЮНЕСКО «Об охране Всемирного культурного и природного наследия».

Ключевые слова: Всемирное наследие ЮНЕСКО; культурное наследие; природное наследие; культурно-природное наследие; образовательный потенциал; школьное образование; вузовское образование.

Оbjectы Всемирного наследия, то есть наиболее значимые историко-культурные памятники и феномены природы, находящиеся под защитой Конвенции ЮНЕСКО «Об охране Всемирного культурного и природного наследия», принятой в 1972 году¹, обладают поистине неисчерпаемым образовательным (познавательным, просветительским, дидактическим) потенциалом. Этот уникальный ресурс можно (и должно!) активно использовать в процессе обучения подрастающего поколения как в школе, так и в вузах. В первую очередь это касается таких естественных и гуманитарных дисциплин, как география, биология, естествознание, экология и природоведение, охрана природы и заповедное дело, геология, палеонтология, история, археология, культурология, мировая художественная культура, архитектура, религиоведение, краеведение, памятниковедение, музееведение, туризм и рекреация. Каждый из перечисленных предметов,

¹ Список Всемирного наследия, формируемый во исполнение данной Конвенции, включает, по состоянию на начало 2016 года, 1031 объект в 163 странах, среди которых 802 — объекты культурного генезиса, 197 — природного, 32 — культурно-природного. В России — 27 объектов, включая 17 памятников культурного наследия и 10 — природного.

в большей или меньшей мере, может опираться на яркие сюжеты, отраженные в списке ЮНЕСКО. Однако, как нам представляется, в наибольшей мере образы Всемирного наследия оказываются полезными в преподавании географии — как физической (особенно в курсах ландшафтоведения, гляциологии, гидрологии, климатологии, геоморфологии, биогеографии, океанологии), так и социально-экономической (особенно в курсах страноведения, географии городов, исторической и культурной географии), причем как в средней школе, так и высшей. Причина тому, как можно видеть, — комплексность географической науки, охват ею самых разных аспектов, связанных с природным и культурным наследием.

Действительно, памятники Всемирного наследия, отобранные международными экспертами среди десятков прочих объектов-кандидатов, тщательно оценивались перед тем, как быть включенными в глобальный свод мировых ценностей — список Всемирного наследия. Это был продуманный отбор, основанный на специально разработанных 10 критериях. Далее, учтем, что избранные памятники ЮНЕСКО очень разнообразны, и поэтому ими можно проиллюстрировать все основные аспекты развития мировых цивилизаций и самые разные типы ландшафтов в различных регионах Земли. Таким образом, список Всемирного наследия дает нам более тысячи уже готовых, специально отобранных, прекрасных образчиков буквально «на все случаи жизни»!

Объекты Всемирного культурного наследия

Выдающиеся историко-культурные памятники, удостоенные статуса Всемирного наследия, можно найти практически в любой стране мира и во всех регионах Земли, кроме Антарктиды. Однако распределены они весьма неравномерно. Особенно много их выявлено в Западной Европе и Юго-Восточной Азии, а также в Центральной Америке. Сравнительно мало их приходится на страны Центральной Азии, США и Канаду, Африку и Австралию.

По своим размерам такие объекты сильно различаются: от почти точечных (отдельные сооружения) до крупных ареалов площадью в тысячи гектаров (исторические центры крупных городов, культурные ландшафты, археологические зоны). Они сильно отличаются и по историческому возрасту: от находок остатков древних гоминид в Африке (несколько млн лет) до сооружений середины XX века (г. Хиросима, Сиднейская опера).

На примере культурных объектов ЮНЕСКО можно прекрасно продемонстрировать **архитектуру разных стилей** (храмы Новгорода XI–XIII века — древнерусское каменное зодчество; Кельнский собор — типичная готика; собор Св. Петра в Ватикане и Пизанская башня — эпоха Возрождения; Старая Рига — стиль модерн; Барселона — шедевры Антонио Гауди в стиле неоготики, и т. д.). Иорданский город Петра и армянский монастырь Гегард — шедевры скальной архитектуры.

В Списке ЮНЕСКО можно найти многочисленные **примеры исторических городов**: европейских (центральные части Рима и Парижа, Праги и Будапешта, Берна и Вены, Риги, Таллина и Вильнюса, Санкт-Петербурга

и Ярославля), арабских (Марракеш, Стамбул, Каир), африканских (Ламу в Кении), латиноамериканских (Гавана, Мехико, Рио-де-Жанейро).

Среди объектов ЮНЕСКО много археологических памятников, начиная с единственного из семи чудес света, дошедшего до наших дней, — египетских пирамид с их знаменитыми захоронениями фараонов. Это также «хрестоматийные» руины древних городов Трои, Карфагена и Помпеев; это и всемирно известный Стоунхендж в Англии. К этой же группе относятся и наскальные рисунки, созданные безвестными доисторическими художниками, — например, в испанской пещере Альтамира, в урочище Тамгалы в Казахстане, в азербайджанском Гобустане.

Примеры религиозных святынь, обладающих статусом Всемирного культурного наследия ЮНЕСКО, представляют все основные религии мира: христианство — вифлеемская церковь Рождества Христова в Израиле; Ватикан — центр мирового католицизма; Троице-Сергиева Лавра и Соловецкий монастырь в России; святой Эчмиадзин — центр григорианской армянской церкви и т. д.; ислам — мусульманские памятники Самарканда, Стамбула и Каира; буддизм — Лубини — место рождения Будды в Непале, статуя «Большой Будда» в Китае, храмовый комплекс Борободур в Индонезии; индуизм — храмы в Ангкоре в Камбодже.

Древние фортификации — это средневековые замки, бастионы и укрепления (которых особенно много в Испании и Франции), но наиболее яркий пример — Великая китайская стена, протяженностью около 9 тысяч км, которая прекрасно различима из космоса. Старинная крепость в Дербенте — классическая восточная цитадель. К этой же группе объектов принадлежат несколько русских кремлей, представляющих специфический для Древней Руси тип крепостных сооружений (Московский, Новгородский, Соловецкий, Суздальский, Казанский).

Культурные ландшафты — категория материального наследия, которой в последние годы уделяется повышенное внимание. Их число в списке Всемирного наследия постоянно возрастает (ныне их около 90). Подавляющая их часть проходит в список ЮНЕСКО по номинации «Всемирное культурное наследие». Примерами культурных ландшафтов могут служить: российско-литовский объект — Куршская коса с ее рукотворным «дюнно-лесным» ландшафтом, исторический агроландшафт на шведском острове Эланд, рисовые террасы на Филиппинах и в Китае, дворцово-парковый ансамбль Леднице-Валтице в Чехии, священная роща Осун-Осогбо в Нигерии, ирригационный ландшафт Гран-Пре в Канаде; это также несколько знаменитых винодельческих районов — Порто (Португалия), Токай (Венгрия), Лаво (Швейцария).

Уникальные инженерные сооружения: древнеримский акведук Пон-дю-Гар во Франции, первый железный мост в мире — Айрон-бридж в Англии, радиостанция начала XX века в Варберге, Швеция, Большой канал в Китае, и т. д.

Исторические промышленные объекты: это старинные заводы и фабрики, а также горные разработки, основанные еще несколько веков назад, а сейчас превращенные в музеи — например, соляные шахты в Величке,

близ польского города Краков, или же бывший шахтерский городок Сьюэл в чилийских Андах.

В Список ЮНЕСКО вошли **наиболее известные примеры дворцово-парковых ансамблей**: королевские дворцы и парки Потсдама близ Берлина, Версаль и Фонтенбло, а также замки Луары во Франции, дворец и парк Шенбрунн в Вене, Синтра в Португалии; это также бывшие резиденции русских царей (а ныне — знаменитые музеи) под Санкт-Петербургом — в Петергофе, Павловске и Пушкине.

Ботанические сады и парки: королевский ботанический сад Кью в Лондоне; ландшафтный парк Мускау, совместный германо-польский памятник садово-паркового искусства, сады Карлтон в Мельбурне и некоторые другие.

Есть в числе памятников ЮНЕСКО примеры, если так можно сказать, **«анти-наследия»**, или **наследия со знаком минус**. К счастью, таковых — совсем немного. Прежде всего, это остатки нескольких разрушенных построек в Хиросиме, напоминающие об американской атомной бомбардировке 1945 года; это польский Освенцим, бывший фашистский лагерь смерти, ныне превращенный в музей; это, наконец, атолл Бикини в комплексе Маршалловых островов в Тихом океане — полигон ядерных испытаний США в годы холодной войны.

Объекты Всемирного природного наследия

Такие объекты можно найти во многих странах мира, однако распределены они также весьма неравномерно. Особенно много их выявлено на западе США и Канады, в странах Центральной Америки, в Экваториальной и Восточной Африке, в Юго-Восточной Азии. Сравнительно мало таких объектов приходится на Европу, что и понятно, если учесть сильную освоенность этой части света. Размеры резерватов и парков, обладающих статусом Всемирного наследия, очень сильно варьируют: от небольших (озеро Сребырна в Болгарии — 600 га) до гигантских коралловых рифов в акватории в районе архипелага Феникс, Республика Кирибати — 40 млн га!).

На примере природных объектов ЮНЕСКО можно наглядно представить: **высочайшие горные системы мира** (Гималаи, Памир, Тянь-Шань, Альпы, Кавказ, Кордильеры, Анды и т. д. — там везде имеются большие или меньшие по площади резерваты или национальные парки со статусом ЮНЕСКО, причем иногда по несколько таковых); **озера** разных типов и параметров (Байкал, Телецкое, Малави, Туркана, Ишкель, и др.); **участки крупных рек** (Лена, Янцзы, Нигер, и др.); **водопады** (Йосемити, Анхель, Игуасу, Виктория); **громадные карстовые пещеры** (Агттелек, Мамонтова, Карлсбадская); **глубочайшие каньоны** (Гранд-Каньон реки Колорадо, каньон реки Тара на Балканах); **«каменные леса», останцы и другие причудливые формы выветривания** (карст Южного Китая, Цинги-дю-Бемараха на Мадагаскаре и др.); **гигантские горные ледники** (Федченко на Памире, Большой Алечский в Альпах, Перито-Морено в Андах); **активные вулканы, гейзеры и термальные источники** (Камчатка, Йеллоустоун,

Гавайские вулканы, и др.); **последние убежища для крупных представителей дикой фауны — копытных и хищников** (Беловежская пуца и Кавказский заповедник — в Европе, Ройял-Читван и Казиранга — в Южной Азии, Нгоронгоро и Гарамба — в Центральной Африке, Вуд-Баффало — в Канаде); **рощи столетовых деревьев, высочайших на планете** (секвойи в национальных парках Редвуд и Йосемити в Калифорнии); **водно-болотные угодья международного значения** (Сандарбан — дельта Ганга, дельта Дуная, национальный парк Доньяна на юге Испании, топи Флориды — Эверглейдс, Пантанал и Центральная Амазония в Бразилии, и др.); **примечательные участки морских побережий** (бухта Ха-Лонг во Вьетнаме, девонское побережье южной Англии, норвежские фьорды и др.); **острова, архипелаги и коралловые рифы в разных частях мирового океана** (Большой Барьерный риф, Галапагосы, Гавайи, и др.); это также **места нахождения уникальных палеонтологических находок** (Мессель в Германии, Мигуаша и Дайносор в Канаде, Риверслей и Наракорт в Австралии, остатки гомирид в Африке и др.) и многое, многое другое.

Это также примечательные своей сохранностью яркие образцы зональных ландшафтов разных природных зон: **тундры и лесотундры Арктики и Субарктики** (остров Врангеля, плато Путорана — оба в России, ледниковый фьорд Иллулисат на юго-западе Гренландии, парки и резерваты Аляски, и др.); **нетронутые лесные массивы умеренного пояса — хвойные, смешанные и широколиственные леса** (Девственные леса Коми и Центральный Сихотэ-Алинь — в России, Беловежская пуца — на границе Беларуси и Польши); **вечнозеленые леса и кустарники субтропиков** (Гарахонай на Канарских островах, лес Якусима в Японии, национальные парки Редвуд и Грейт-Смоки-Маунтинз в США, резерваты Капской флористической области в ЮАР, и др.); **участки степей, полупустынь и пустынь** (Сарыарка — Казахстан, Убсунурская котловина — Тува-Монголия, Аир и Тенере — Нигер, и др.); **тропические саванны и редколесья** (классический пример — национальный парк Серенгети в Танзании); **очаги высочайшего биоразнообразия — участки влажных экваториальных и субэкваториальных лесов** (резерваты Гунунг-Мулу и Кинабалу в Малайзии, Салонга и Бвинди в Экваториальной Африке, Таламанка — в Коста-Рике, гигантский природоохранный комплекс Центральной Амазонии в Бразилии, и др.).

Объекты Всемирного культурно-природного (или смешанного) наследия

Это наименее многочисленная группа в списке ЮНЕСКО. Таких объектов сейчас — всего 31. Тем не менее они есть и в Европе, и в Азии, и в Америке, и в Африке, а также в Австралии. В России таких объектов пока не выявлено. В данную категорию входят довольно разнообразные объекты, однако во всех случаях речь идет о неразрывной связи, физической или ментальной, человека и окружающей его природной среды.

Так, это могут быть **традиционные горные пастбища**, как, например, высокогорья Пиренейских гор на границе Испании и Франции. Здесь сохраняется

пасторальный ландшафт, которому уже несколько веков — горные дороги, по которым гнали скот с одного пастбища на другое, каменные ограждения и загоны, горные жилища пастухов и их склады, и т. д.

Пример исторических форм природопользования островных жителей, включая добычу морских птиц, рыболовство, овцеводство и примитивное земледелие, дает нам небольшой архипелаг Сент-Килда в северной Атлантике (Великобритания).

Это могут быть **обширные районы традиционного проживания малочисленных народов**. Один из них — Лапландия, на севере Швеции, где и поныне проживают оленеводы-саами, или лаппы. Здешний ландшафт несет на себе следы пребывания человека на протяжении многих веков.

Это могут быть целые подземные поселения, как, например, Каппадокия в Турции. Убежища, хранилища, подземные проходы и даже небольшие церквичасовни были выработаны монахами в мягкой вулканической породе — туфе.

Это могут быть целые **скальные крепости**, как, например, древний город индейцев-инков Мачу-Пикчу в горах Перу. Это неприступная крепость в Андах, которую так и не смогли взять европейцы-завоеватели. Выглядит она как гигантское орлиное гнездо, окруженное высокими скалами.

Наконец, это особый вид культурно-природного наследия: **священные горы**. Одна из таковых — знаменитая гора Афон в Греции, где сконцентрировано несколько десятков православных монастырей. Таких священных гор, которым был присвоен статус ЮНЕСКО, особенно много в Китае — Тайшань, Хуаншань, Эмейшань, Уишань и т. д. К этому же типу можно отнести священный для аборигенов вулкан Тонгариро, в Новой Зеландии, и красную скалу Маунт-Ольга, в Австралии.

Все вышеописанные удивительные объекты — это продукты человеческого гения, его упорства и творческих навыков (Всемирное культурное наследие), это результат воздействия различных сил природы (Всемирное природное наследие), или же их совместные творения (Всемирное культурно-природное наследие). Эти памятники поднимают престиж страны, составляют предмет национальной гордости, многие из них уже давно являются притягательными туристскими центрами. Нередко их изображают на флагах и гербах, марках, монетах и купюрах, многие известные места овеяны легендами, изображены на полотнах художников и воспеты поэтами.

Воочию увидеть эти достопримечательные объекты — настоящая мечта любого исследователя, профессионального путешественника, фоторепортера и обычного туриста. Однако прежде как минимум про эти места надо получить хотя бы самую общую информацию. Эти сведения можно почерпнуть, конечно же, из многочисленных ныне путеводителей и туристских сайтов, однако, как нам представляется, заложить необходимую основу можно и в школьных курсах. Совершенно очевидно, что не использовать такой уникальный

познавательный потенциал, каким обладает список Всемирного наследия, для усиления наглядности учебников, пособий, да и процесса преподавания в целом, было бы большим упущением.

Однако на данный момент этот ресурс используется в отечественной системе образования пока явно недостаточно. В учебный процесс тематика Всемирного наследия еще только начинает внедряться, однако, попадая в учебники, атласы, рабочие тетради и иные пособия, эта яркая тема существенно обогащает типовые учебные программы.

В наиболее полном объеме проблематика Всемирного наследия отражена в учебных планах ассоциированных школ ЮНЕСКО, которых в нашей стране насчитывается около 200. Важнейшая цель таких школ — содействовать распространению идеологии ЮНЕСКО, и, естественно, что теме Всемирного наследия здесь уделяется повышенное внимание: периодически организуются тематические лекции, экскурсии, отмечается День ЮНЕСКО и т. д.

Иногда проводятся крупномасштабные проекты, объединяющие все ассоциированные школы ЮНЕСКО в России. Так, в мае 2015 года состоялась деловая игра «Всемирное наследие ЮНЕСКО и его перспективы», посвященная 70-летию ООН, Году литературы и предстоявшему саммиту стран ШОС и БРИКС.

Ассоциированные школы ЮНЕСКО — активные участники проекта «Всемирное наследие в руках молодых» [3]. Эта программа была запущена в 1994 г. по инициативе Центра Всемирного наследия с целью усилить познания молодых людей в этой сфере и привлечь их к проблемам сохранения памятников ЮНЕСКО. Для этого была выдвинута генеральная установка — ввести изучение памятников ЮНЕСКО в школьную программу во всех странах мира.

В одной из московских школ — гимназии № 1306 (<http://www.gymnasium1306.ru/about/projects/274/index.php>) проблематика Всемирного наследия прочно интегрирована в школьный учебный план и существует сквозная программа по курсу ЮНЕСКО для 5–11 классов [5].

При самом активном участии ассоциированных школ ЮНЕСКО к отдельным объектам наследия совершаются познавательные молодежные экскурсии. Так, в 2012 году Русское географическое общество спонсировало проект «Школьные экспедиции к объектам наследия ЮНЕСКО в России», который был проведен в 21 регионе России. При этом исследовались как уже статуйрованные объекты наследия, так и находящиеся в так называемом предварительном списке.

В обычных школах тема Всемирного наследия ЮНЕСКО пока что не столь популярна, хотя и здесь встречаются отдельные учителя-энтузиасты, которые предлагают свои методические разработки по поводу более активного вовлечения обсуждаемой проблематики в процесс школьного образования (пример одного из элективных курсов для девятиклассников предлагается по ссылке: <http://infourok.ru/material.html?mid=11092>).

Главным источником постижения российскими школьниками Всемирного наследия пока являются несколько школьных учебников, в которых изложены общие определения и история вопроса, описаны и проиллюстрированы наиболее известные объекты, приведена общая статистика по отдельным странам и регионам мира, а также сформулированы вопросы для самопроверки. Так, на самом общем уровне тема Всемирного наследия присутствует в отдельных учебниках курса «Окружающий мир» («Мир вокруг нас»), который преподается в 1–4 классах начальной школы (автор «линейки» учебников — А.А. Плешаков). Более серьезно эта тема затронута в учебниках по географии для 5–6 классов (5), и для 10–11 классов [7], некоторых других. Еще более детальная информация о памятниках Всемирного наследия в разных регионах мира представлена во втором томе учебного пособия «Географическая картина мира» [8]: здесь небольшие (но самостоятельные!) разделы о Всемирном наследии присутствуют в конце описаний каждого из регионов: Зарубежная Европа, Зарубежная Азия, Африка и др. Поэтому, как нам представляется, современный школьник может и должен узнать что-то о Всемирном наследии, прежде всего, именно через географию. И действительно, современные учебники и пособия по прочим традиционным школьным дисциплинам никакой существенной информации по обсуждаемой проблеме не содержат, сведения о Конвенции и памятниках ЮНЕСКО представлены в них в самом общем виде.

Естественно, что любой школьник, да и преподаватель, может легко воспользоваться различными общедоступными текстовыми и иллюстративными материалами, которые касаются проблематики Всемирного наследия ЮНЕСКО (красочные альбомные издания, путеводители, журналы, туристские сайты). Однако здесь необходимо иметь в виду, что, во-первых, речь там идет, как правило, о самых известных объектах, основная же масса ценных памятников остается как бы в тени. Во-вторых, объекты ЮНЕСКО перечисляются без особой системы — в основном по странам / регионам мира, без какой-либо группировки по ключевым признакам и без должного акцента на те уникальные особенности, благодаря которым эти объекты попали в список Всемирного наследия («выдающаяся универсальная ценность»). Наиболее часто встречаются издания под названием: «Самые знаменитые...», «Самые уникальные...», «Самые красивые...», «1000 (500, 100...) чудес света», «Сокровища человечества», и т. д. Как нам кажется, представление подобным «единым потоком» объектов ЮНЕСКО, даже при всей красочности изложения и яркости иллюстраций, не позволяет использовать полученную информацию в образовательном процессе достаточно эффективно. Популярность жанра явно довлеет над дидактичностью. Лишь в единичных случаях имеет место не простое перечисление ценных объектов с их характеристикой, а их определенная группировка, помогающая изучать разные типы культурного и природного наследия (например, [9; 10]).

Попытка исправить это положение была предпринята издательством «Дрофа», которое выпустило в 2010 году учебное пособие «Памятники Всемирного

наследия. Природа и культура» [11]. В нем на конкретных примерах было показано, какие именно сюжеты из школьных курсов (прежде всего по географии) было бы целесообразно подкрепить рассмотрением тех или иных памятников ЮНЕСКО. Для этих целей было отобрано 100 объектов ЮНЕСКО разного типа. Пособие снабжено индексным указателем и глоссарием, а также схемами расположения уникальных объектов. Таким образом, была намечена некая «связка» между огромным массивом информации, заключенном в списке Всемирного наследия ЮНЕСКО, и содержанием некоторых школьных дисциплин. Что, по замыслу, должно было повысить усвояемость учебного материала.

Важным подспорьем для школьников явились также выпущенные в середине 2000-х гг. московским издательством «ДИК» обзорные учебные ламинированные карты по объектам Всемирного наследия в России и странах СНГ, Зарубежной Европе, Америке, Зарубежной Азии, Австралии и Океании. Однако надо учесть, что такие карты быстро устаревают, и потому они нуждаются в обновлении.

Что касается вузов нашей страны, то в этой среде проблематика Всемирного наследия — в качестве подспорья при овладении разными дисциплинами, да и в качестве самостоятельных курсов по выбору — распространилась более успешно, чем в школах, хотя и здесь ситуация еще далека от идеальной. Так, оказалось, что в учебные планы уже довольно многих институтов включены курсы, связанные — напрямую или косвенно — с Конвенцией ЮНЕСКО (это, например, МГУ, МПГУ, ГЦОЛИФК, МГПУ, РГПУ им. А.И. Герцена, Казанский федеральный университет, Саратовский социально-экономический госуниверситет и др.).

Упрочению популярности темы Всемирного наследия в вузах служат более многочисленные и разнообразные, по сравнению со школьными, учебники и пособия. Это, к примеру, уже упоминавшееся издание «Географическая картина мира» (оно адресовано как старшим школьникам, так и студентам вузов). Некоторая общая информация по обсуждаемой теме представлена в ряде других учебных пособий по географии, а также культурологии, истории искусств, архитектуре, музееведению, археологии, заповедному делу и охране природы, туризму и рекреации, и так далее. Ряд пособий и статей выпущен давним разработчиком направления «Всемирное наследие в образовании» — Российским государственным педагогическим университетом им. А.И. Герцена [1; 2].

Важную работу проводят кафедры ЮНЕСКО, организованные в нашей стране (всего их более 50). Их деятельность развивается в русле приоритетных направлений деятельности этой международной организации: образование, гуманитарные и естественные науки, культура, коммуникация и информация. Наиболее близко подходят к проблематике Всемирного культурного наследия кафедра ЮНЕСКО по сохранению градостроительных и архитектурных памятников, а также кафедра ЮНЕСКО по культурному туризму в целях мира и развития при РМАТ — Российской международной академии туризма.

Упомянем, наконец, вклад в изучение Всемирного наследия Российского научно-исследовательского института культурного и природного наследия Министерства культуры РФ, который на протяжении долгого времени изучал нормы Конвенции и анализировал состав списка ЮНЕСКО, а также работал на конкретных объектах наследия. Одним из весомых итогов работы института в этом направлении стала единственная в своем роде русскоязычная версия списка Всемирного наследия с переводом кратких описаний каждого входящего в него памятника (www.institute-heritage.ru). Несомненно, что накопленная Институтом база данных, итоги его исследований и публикации (например, [4]), сослужат хорошую службу для всех, кто заинтересуется проблемой Всемирного наследия.

Таким образом, природные и культурные памятники ЮНЕСКО дают нам огромное количество наглядных примеров и ярких сюжетов, которые могут существенно обогатить процесс преподавания целого ряда предметов в российских школах и вузах, органично дополняя существующие учебные программы. Этот мощный ресурс, не используемый сейчас в должной мере и не имеющий единого научно-педагогического подхода, обязательно следует иметь в виду при планировании образовательной деятельности в будущем. А с учетом того, что в предварительных списках Всемирного наследия зафиксировано — в дополнение к тысяче объектов основного перечня — еще порядка 1,5 тыс. памятников в разных странах мира, роль этого ресурса еще более возрастает.

В качестве первоочередных задач можно рекомендовать усиление координации между вузовским и школьным образованием в указанной сфере (начав, к примеру, с создания научно-педагогического электронного издания), организацию совместных просветительских мероприятий, а также выпуск новых методических пособий для учителей разных дисциплин, которые бы объясняли, как эффективно следует внедрять тематику Всемирного наследия в учебные планы и программы.

Литература

1. Всемирное культурное и природное наследие в образовании: учебное пособие / под ред. В.П. Соломина. СПб.: Лениздат, 2001. 316 с.
2. Всемирное культурное наследие: учебник / под ред. Н.М. Боголюбовой, В.И. Фокина. СПб.: Изд-во СПГУ, 2015. 367 с.
3. Всемирное наследие в руках молодых. М.: Моск. бюро ЮНЕСКО, 2008. 251 с.
4. Культурный ландшафт как объект наследия / под ред. Ю.А. Веденина, М.Е. Кулешовой. М.: Институт Наследия; СПб.: Дмитрий Буланин, 2004. 620 с.
5. Лобжанидзе А.А. География. 5–6 класс. Планета Земля (серия «Сферы»). М.: Просвещение, 2015. 160 с.
6. *Максаковская Н.С., Максаковский Н.В.* Значение объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО для развития туризма и образования (на примере России и других стран СНГ) // Наука, фитнес, рекреация – 2015: материалы Всероссийской конференции с международным участием. М.: РГУФКСМиТ, 2015. С. 37–43.
7. *Максаковский В.П.* География. 10–11 классы. М.: Просвещение, 2015. 416 с.
8. *Максаковский В.П.* Географическая картина мира. Кн. II: Региональная характеристика мира. М.: Дрофа, 2009. 480 с.

9. *Максаковский В.П.* Всемирное культурное наследие. М.: Просвещение, 2003. 608 с.
10. *Максаковский Н.В.* Всемирное природное наследие. М.: Просвещение, 2005. 400 с.
11. *Максаковский Н.В.* Памятники всемирного наследия. Природа и культура. М.: Дрофа, 2010. 249 с.

Literatura

1. Vsemirnoe kul'turnoe i prirodnoe nasledie v obrazovanii: uchebnoe posobie / pod red. V.P. Solomina. SPb.: Lenizdat, 2001. 316 s.
2. Vsemirnoe kul'turnoe nasledie: uchebnik / pod red. N.M. Bogolyubovoj, V.I. Fokina. SPb.: Izd-vo SPGU, 2015. 367 s.
3. Vsemirnoe nasledie v rukax molody'x. M.: Mosk. byuro YuNESKO, 2008. 251 s.
4. Kul'turny'j landshaft kak ob''ekt naslediya / pod red. Yu.A. Vedenina, M.E. Kuleshovej. M.: Institut Naslediya; SPb.: Dmitrij Bulanin, 2004. 620 s.
5. *Lobzhanidze A.A.* Geografiya. 5–6 klass. Planeta Zemlya (seriya «Sfery»). M.: Prosveshhenie, 2015. 160 s.
6. *Maksakovskaya N.S., Maksakovskij N.V.* Znachenie ob''ektov Vsemirnogo naslediya YuNESKO dlya razvitiya turizma i obrazovaniya (na primere Rossii i drugix stran SNG) // Nauka, fitnes, rekreaciya – 2015: materialy' Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. M.: RGUFKSMiT, 2015. S. 37–43.
7. *Maksakovskij V.P.* Geografiya. 10–11 klassy'. M.: Prosveshhenie, 2015. 416 s.
8. *Maksakovskij V.P.* Geograficheskaya kartina mira. Kn. II: Regional'naya xarakteristika mira. M.: Drofa, 2009. 480 s.
9. *Maksakovskij V.P.* Vsemirnoe kul'turnoe nasledie. M.: Prosveshhenie, 2003. 608 s.
10. *Maksakovskij N.V.* Vsemirnoe prirodnoe nasledie. M.: Prosveshhenie, 2005. 400 s.
11. *Maksakovskij N.V.* Pamyatniki vsemirnogo naslediya. Priroda i kul'tura. M.: Drofa, 2010. 249 s.

*N.S. Maksakovskaya,
N.V. Maksakovskiy*

The Educational Potential of Objects of UNESCO World Heritage

The article is devoted to systematization of objects of UNESCO World Heritage, with an emphasis on their educational potential and the possibility of its use in the process of teaching natural sciences and humanities in Russian schools and universities. Particular attention is paid to teaching the disciplines of geographical unit. In the sphere of consideration diverse historical and cultural sites, natural phenomena, and the results of co-creation of man and nature, which are protected by UNESCO Convention «On the World Cultural and Natural Heritage» fall.

Keywords: UNESCO World Heritage; cultural heritage; natural heritage; cultural and natural heritage; educational potential; school education; university education.

Д.Ю. Добротин

Актуальные проблемы качества школьного химического образования и пути их решения

В статье определены основные причины снижения качества школьного химического образования и раскрыты актуальные проблемы, приведшие к данному результату. Автор не только анализирует наиболее важные аспекты, оказывающие влияние на результаты процесса обучения химии, начиная с отсутствия концепции развития школьного химического образования и заканчивая проблемами, существующими при подготовке учителей химии в вузах, но и предлагает пути их решения.

Ключевые слова: школьное химическое образование; химическое содержание; государственная итоговая аттестация; методика преподавания курса химии; учебник химии.

На протяжении длительного промежутка времени наблюдается тенденция к снижению качества школьного химического образования, что является вполне объяснимым по ряду причин.

Во-первых, на определённом этапе развития российского образования создалось впечатление, что учёные-химики и химики-технологи, а также представители других специальностей, в которых химические знания являются значимыми, не имеют перспектив как с точки зрения востребованности, так и с точки зрения карьеры.

Во-вторых, химическое содержание, изучаемое в школе в 70–80-е годы прошлого века в объёме 3–4 часа в неделю, перестало качественно усваиваться школьниками, так как перестало «помещаться» в рамки, предусмотренные новым стандартом, рассчитанным на 1 (редко 2) часа в неделю. Однако корректировки системы содержания школьного химического образования практически не произошло и в настоящее время.

В-третьих, введение ОГЭ и ЕГЭ по химии привело к смещению ориентиров в целях и системе подготовки школьников. В первую очередь это проявилось в переориентации системы контроля, а следовательно, и процесса преподавания на специфику заданий, встречающихся в контрольных измерительных материалах государственной итоговой аттестации (КИМ ГИА) [5: с. 4].

В-четвертых, недостаточное внимание к материально-техническому обеспечению образовательного процесса, включающее проблему обеспечения школ химреактивами, не позволяет организовывать учебный процесс на высоком уровне.

В-пятых, в учебном процессе используются перегруженные научными фактами учебники, не прошедшие апробацию, в которых научные сведения

не объясняются, а лишь констатируются, причём нередко с химическими ошибками. Такое содержание учебников сильно снижает желание учащихся обращаться к ним для пополнения и/или восполнения знаний.

Вышеуказанные причины, приведшие к ухудшению качества школьного химического образования, позволяют более точно сформулировать возможные подходы к изменению ситуации в нем.

1. Определение целей химического образования

В настоящее время отсутствует концепция школьного химического образования, определяющая место химических знаний в общей культуре человека. Причём идеи, заложенные в этот документ, должны найти своё отражение и в ФГОС по химии.

Так, например, должны быть чётко определены цели и задачи изучения курса химии на этапе основной и старшей школы.

Изучение химии на этапе основной школы должно быть направлено на формирование: системы базовых химических понятий; представлений о многообразии веществ и их классификациях; понимания закономерностей изменения физических и химических свойств простых и сложных веществ; представлений о многообразии химических реакций, практическом значении отдельных веществ в повседневной жизни.

Углублённое изучение химии на этапе основной школы, если оно предусмотрено ОП ОО (образовательной программой образовательной организации), так называемая предпрофильная подготовка, должно осуществляться в рамках внеурочной деятельности (элективные курсы и т. п.).

На этапе старшей школы цели изучения химии должны определяться профилем класса. В нормативных документах есть указание на возможность изучения курса на базовом и профильном уровне, для 10–11 классов определены пять профилей обучения: естественнонаучный, гуманитарный, социально-экономический, технологический и универсальный. Однако в настоящее время профильный подход нередко реализуется формально [8: с. 110].

Особое беспокойство вызывает тот факт, что современная нормативная база допускает возможность неполучения химического образования на старшей ступени школы даже на общекультурном уровне. Это становится возможным, если учащийся из предметной области «Естественные науки», которая включает физику, химию, биологию и естествознание, выберет только физику, так как он обязан выбрать не менее одного предмета из каждой предметной области.

Решение: во избежание такой ситуации необходимо предусмотреть сочетание изучения одного систематического курса и интегрированного курса «Естествознание» в первую очередь для классов гуманитарного, культурологического и филологического направлений.

2. Пересмотр содержания курса

Различия в целях получения химического образования на этапе основной и старшей школы делает актуальным отбор содержания курса в соответствии с целями обучения на каждой из ступеней.

При отборе химического содержания должна быть выстроена следующая процедура: определение инвариантной части содержания (обязательный минимум), описание планируемых результатов (требования к уровню усвоению содержания). Содержание школьного химического образования должно стать центральным компонентом ФГОС по химии, найти свое отражение в ПООП по химии и должно быть официально утверждено на уровне Министерства образования и науки РФ.

Обязательным условием отбора содержания должно быть соблюдение принципа преемственности естественнонаучного содержания между ступенями школы: начальной, основной и старшей [2: с. 15].

Включение избыточного содержания на этапе основной школы приводит к перегрузке учащихся теоретическими знаниями; нехватке времени на их освоение и отработку. Таким образом подход к отбору содержания должен соответствовать следующему принципу: меньшее содержание должно отрабатываться большим числом учебных действий с ним [4: с. 17].

На этапе старшей школы должна происходить дифференциация обучающихся по уровню подготовки. Для этого в отобранном содержании и в требованиях к его усвоению должны быть предусмотрены несколько уровней (два или три — можно обсуждать). Только после этого можно приступить к проекту по созданию Примерной основной образовательной программы (ПООП), на основании которой разрабатываются программы авторов учебно-методических комплексов (УМК).

Проблемой отбора содержания образования должен заниматься временный научно-исследовательский коллектив при Минобрнауки РФ, состоящий из учёных, преподавателей вузов, учёных-методистов (специальность — химия), учителей-методистов по химии, имеющих опыт составления подобных документов. Только после этого разработанный документ может пройти общественное обсуждение.

Учителя не должны заниматься разработкой новых учебных программ по курсу химии, но они должны иметь право на вариативность при составлении календарно-тематического планирования с учётом ОП ОО и на основе используемых ими УМК, допущенных и/или рекомендованных Минобрнауки РФ.

Решение: уменьшение обязательного для изучения базового химического содержания (числа элементов содержания) с усилением практико-ориентированной направленности подходов к его формированию и контролю усвоения.

3. Усиление роли промежуточного и итогового контроля образовательных достижений обучающихся

Проблема снижения общего уровня подготовки учащихся по всем естественнонаучным предметам (в том числе и по химии) связана с отсутствием обязательного контроля за результатами усвоения материала. Такая процедура является важной даже для обучающихся, не планирующих связать свою жизнь с химией. Именно необходимость полноценно изучать все дисциплины общеобразовательной подготовки и отчитываться за их освоение (как это было принято до 90-х годов прошлого века, когда выпускные экзамены в средней школе состояли из 7–8 дисциплин) приводила к систематизации и закреплению осваиваемого материала, что способствовало и возрастанию общего уровня образования.

Решение: одним из вариантов решения этой проблемы может стать возвращение к обязательной внутришкольной итоговой аттестации (контроля) по расширенному числу предметов, а не только к сдаче двух обязательных экзаменов и одного-двух по выбору, которые в настоящее время предложены выпускникам основной школы. При этом в качестве ориентиров для разработки содержания внутришкольного контроля могут быть использованы и задания ОГЭ по химии [3: с. 39].

4. Сохранение экспериментального и усиление практико-ориентированного характера курса химии

Проблемы материального обеспечения преподавания курса химии: нехватка лабораторного оборудования и химических реактивов.

Для решения этой проблемы необходим контроль за обеспеченностью школ минимальным набором оборудования на этапе приёма школ (в частности, кабинета химии) к началу учебного года.

Результатом недостатка реактивов стало то, что в последнее время все большую тенденцию на уроках химии приобретает замена ученического и даже демонстрационного эксперимента виртуальным, что приводит к потере у учащихся представлений о реальных образах веществ и химических реакциях.

Решение: необходимо прописать во ФГОС ООО и СОО минимальный перечень практических и лабораторных работ, которые должны быть проведены в течение учебного года, курса.

5. Создание современного УМК по химии

Для реализации единого образовательного пространства для всех участников образовательного процесса целесообразно провести конкурс учебников (с соблюдением принципа закрытости информации об авторах), результатом которого должен стать отбор 2–3 учебников, наиболее соответствующих требованиям конкурса.

Изменение современного информационного пространства (открытость, доступность, мобильность, изменяемость, нелинейность и т. д.) предполагает включение в комплект приложений с углублением и/или расширением материала, увеличением объёма иллюстративного ряда и т. п.

Решение: создание учебника, условно называемого «базовым», «универсальным», единым в каком-то смысле, содержание и методический аппарат которого позволяет реализовать идеи, определенные ФГОС. Этот учебник может дополняться за счёт приложений, где учитываются: а) региональные особенности (если это необходимо), б) профиль класса (естественнонаучный, гуманитарный, социально-экономический, технологический).

6. Решение вопросов организационно-методического характера

Снижение роли естественнонаучного образования (химического, в частности) привело к тому, что ухудшилось качество подготовки специалистов. Так, например, при поступлении абитуриентов на некоторые специальности, где химия входит в число необходимых компонентов подготовки, ЕГЭ по химии даже не всегда сдавался в качестве вступительного экзамена. Более того, за последнее время на многие специальности, в которых данный предмет играет важную роль, объем часов, отводимых на изучение естественнонаучных дисциплин, сократилось [7: с. 4].

Серьёзные проблемы существуют и в системе методической работы с учителями и в системе подготовки молодых научных кадров:

- недостаточное количество часов на изучение химии на кафедрах в вузах и институтах повышения квалификации, занимающихся подготовкой и переподготовкой специалистов в области методики преподавания химии; сокращение объема часов, отводимых на прохождение учебной практики студентов в школе;
- нарушение налаженной работы методической службы регионов, предполагающей строгую иерархическую систему: школьный учитель-наставник — районный методист — окружной методист — городской методист и т. п. с разными вариантами с учётом специфики региона, привело к снижению качества методической подготовки учителей и, как результат — качества преподавания школьного курса химии.

Решение: выстраивание преемственности в системе химического образования, начиная с пропедевтического этапа и заканчивая подготовкой профессионалов для работы по химическим специальностям [1].

Учитывая общую негативную ситуацию с качеством химического образования учителей химии, необходимо повышение уровня их профессиональной подготовки на основе:

1) *самообразования:* чтения психолого-педагогической и методической литературы, участия в круглых столах, конференциях и семинарах; обучения на курсах повышения квалификации;

2) *привлечения* учителей химии к написанию статей для методических журналов и к подготовке материалов для сборников научных статей;

3) *общения в сетевом (виртуальном) профессиональном сообществе*: участие в вебинарах и мастер-классах; общения на личных страницах педагогов в социальных сетях и др.

Обозначенные в данном материале проблемы не могут быть решены по отдельности: бóльшая часть из них предполагает комплексное решение, так как вопросы разработки концепции школьного химического образования, его содержания, структуры и методики преподавания находятся в тесной взаимосвязи [6: с. 67]. При этом главным остается вопрос о том, каким быть школьному химическому образованию, т. е., по сути, чему должны научиться школьники в результате изучения химии.

Литература

1. *Аршанский Е.Я.* Актуальные проблемы химического образования в средней и высшей школе: сборник научных статей / Витебский государственный университет им. П.М. Машерова. Витебск, 2013. 311 с.

2. *Ахметов М.А.* О логике построения школьного курса химии // Итоговая научно-практическая конференция ИПКПРО: тезисы докладов. Ульяновск: ИПК ПРО, 1995. С. 15–16.

3. *Добротин Д.Ю.* Государственная итоговая аттестация: мнения предложения вопросы // Химия в школе. 2012. № 7. С. 38–41.

4. *Каверина А.А., Иванова Р.Г., Добротин Д.Ю.* Химия. Планируемые результаты. Система заданий. 8–9 класс. (Работаем по новым стандартам.) М.: Просвещение, 2013. 128 с.

5. *Каверина А.А., Добротин Д.Ю., Медведев Ю.Н., Снастина М.Г.* Оптимальный банк заданий для подготовки учащихся к ЕГЭ – 2014. Химия. От разработчиков и экспертов КИМов. М.: Интеллект-Центр, 2014. 176 с.

6. *Общая методика обучения химии в школе / Р.Г. Иванова, Н.А. Городилова, Д.Ю. Добротин и др.; под ред. Р.Г. Ивановой.* М.: Дрофа, 2008. 319 с. (Российская академия образования — учителю.)

7. *Суматохин С.В.* Актуальные проблемы образования // Математика в школе. 2009. № 6. С. 3–9.

8. *Суматохин С.В.* Дифференциация содержания образования при профильном обучении // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Естественные науки. 2008. № 1. С. 109–113.

Literatura

1. *Arshanskij E.Ya.* Aktual'ny'e problemy' ximicheskogo obrazovaniya v srednej i vy'sshej shkole: sbornik nauchny'x statej / Vitebskij gosudarstvenny'j universitet im. P.M. Masherova. Vitebsk, 2013. 311 s.

2. *Axmetov M.A.* O logike postroeniya shkol'nogo kursa ximii // Itogovaya nauchno-prakticheskaya konferenciya IPKPRO: tezisy' dokladov. Ul'yanovsk: IPK PRO, 1995. S. 15–16.

3. *Dobrotin D.Yu.* Gosudarstvennaya itogovaya attestaciya: mneniya predlozheniya voprosy' // Ximiya v shkole. 2012. № 7. S. 38–41.

4. *Kaverina A.A., Ivanova R.G., Dobrotin D.Yu.* Ximiya. Planiruemy'e rezul'taty'. Sistema zadaniy. 8–9 klass. (Rabotaem po novy'm standartam.) M.: Prosveshhenie, 2013. 128 s.

5. *Kaverina A.A., Dobrotin D.Yu., Medvedev Yu.N., Snastina M.G.* Optimal'ny'j bank zadaniy dlya podgotovki uchashhixsya k EGE' – 2014. Ximiya. Ot razrabotchikov i e'kspertov KIMov. M.: Intellect-Centr, 2014. 176 s.

6. *Obshhaya metodika obucheniya ximii v shkole / R.G. Ivanova, N.A. Gorodilova, D.Yu. Dobrotin i dr.; pod red. R.G. Ivanovoj.* M.: Drofa, 2008. 319 s. (Rossijskaya akademiya obrazovaniya — uchitelyu.)

7. *Sumatoxin S.V.* Aktual'ny'e problemy' obrazovaniya // Matematika v shkole. 2009. № 6. S. 3–9.

8. *Sumatoxin S.V.* Differenciaciya sodержaniya obrazovaniya pri profil'nom obuchenii // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Estestvenny'e nauki. 2008. № 1. S. 109–113.

D.Y. Dobrotin

Topical Problems of the Quality of School Chemical Education and the Ways of Their Solution

In the article, the author determines main reasons for the decrease of the quality of school chemical education and reveals topical problems that have led to the given result. The author not only analyses the most important aspects that influence the results of process of teaching chemistry, from the lack of the concept of development of school chemical education to the problems existing in the training of chemistry teachers in the universities, but also proposes the ways of their solution.

Keywords: school chemical education; the chemical content; the state final examination; methods of teaching course of chemistry; the chemistry textbook.

**АВТОРЫ «ВЕСТНИКА МГПУ»,
СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»,
2016, № 2 (22)**

Бубнов Владимир Алексеевич — доктор технических наук, профессор, заведующий общеуниверситетской кафедрой естественнонаучных дисциплин Института математики, информатики и естественных наук МГПУ.

E-mail: vladimbubnov@yandex.ru

Добротин Дмитрий Юрьевич — кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой естественнонаучных дисциплин и методики их преподавания в начальной школе Института педагогики и психологии образования МГПУ.

E-mail: dobrotinu@yandex.ru

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

E-mail: biophenol@gmail.com

Козаренко Александр Емельянович — кандидат географических наук, доцент кафедры географии Института математики, информатики и естественных наук МГПУ.

E-mail: emil52@list.ru

Максаковская Наталья Сергеевна — кандидат педагогических наук, доцент кафедры методики комплексных форм физической культуры Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма (РГУФКСМиТ).

E-mail: furman50@hotmail.com

Максаковский Николай Владимирович — кандидат географических наук, эксперт по Всемирному наследию ЮНЕСКО.

E-mail: nmaks2007@rambler.ru

Малофеевская Наталия Алексеевна — аспирантка кафедры экономической географии Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена (Санкт-Петербург).

E-mail: smishich@rambler.ru

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

E-mail: nlv.mgpu@mail.ru

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

E-mail: sergp2001@mail.ru

Платонов Денис Юрьевич — аспирант, учитель географии (Пушкинский лицей № 1500).

E-mail: olga_shulgina@mail.ru

Семенов Василий Анатольевич — кандидат географических наук, доцент кафедры общеобразовательных дисциплин ФГБОУ ВО Российский государственный университет правосудия.

E-mail: kosarevanatalia@rambler.ru

Штеле Ольга Евгеньевна — кандидат географических наук, ведущий эксперт Центра комплексных региональных программ социально-культурного развития Института социальной политики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

E-mail: oshtele@hse.ru

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

E-mail: olga_shulgina@mail.ru

AUTHORS
of «Vestnik of Moscow City University»
a series of «Natural Science», 2016, № 2 (22)

Bubnov Vladimir Alekseevich — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the a university-wide Department of natural sciences disciplines of the Institute of Mathematics, Computer science and Natural Sciences, Moscow City University.

E-mail: vladimbubnov@yandex.ru

Dobrotin Dmitry Yuryevich — Ph.D. (Pedagogy), docent, head of department of natural sciences and their methods of their teaching in the primary school of the Institute of Pedagogy and Psychology of Education, Moscow City University.

E-mail: dobrotinu@yandex.ru

Zagoskina Natalia Viktorovna — Doctor of Biological Sciences, professor, head of a group of plant phenolic metabolism of K.A. Timiryazev Institute of Physiology of Plants Institute Russian Academy of Sciences.

E-mail: biophenol@gmail.com

Kozarenko Alexander Emelyanovich — Ph.D. (Geography), docent of Department of Geography, Institute of Mathematics, Computer science and Natural Sciences, Moscow City University.

E-mail: emil52@list.ru

Maksakovskaya Natalia Sergeevna — Ph.D. (Pedagogy), docent of department of methods of complex forms of physical culture of Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism.

E-mail: furman50@hotmail.com

Maksakovskiy Nikolay Vladimirovich — Ph.D. (Geography), an expert on UNESCO World Heritage.

E-mail: nmaks2007@rambler.ru

Malofeevskaya Natalia Alekseevna — postgraduate student of the Department of Economic Geography of A.I. Herzen Russian State Pedagogical University (St.-Petersburg).

E-mail: smishich@rambler.ru

Nazarenko Lyudmila Vladimirovna — Ph.D. (Biology), docent of the Department of Biology, Ecology and methods of teaching biology, Institute of Mathematics, Computer science and Natural Sciences, Moscow City University.

E-mail: nlv.mgpu@mail.ru

Pashkov Sergey Vladimirovich — Ph.D. (Geography), docent of the Department of Geography and Ecology, Faculty of Natural Sciences and Sport of Manash Kobybaev North-Kazakhstan State University.

E-mail: sergp2001@mail.ru

Platonov Denis Yurievich — postgraduate student of Moscow City University, the teacher of geography (Pushkin Lyceum № 1500).

E-mail: olga_shulgina@mail.ru

Semenov Vasily Anatolievich — Ph.D. (Geography), docent of department of general studies, Russian State University of Justice.

E-mail: kosarevanatalia@rambler.ru

Shtele Olga Evgenievna — Ph.D. (Geography), a leading expert of the Centre for Integrated regional programs of socio-cultural development of the Institute of Social Policy of the National Research University «Higher School of Economics».

E-mail: oshtele@hse.ru

Shulgina Olga Vladimirovna — Doctor of Historical Sciences, Ph.D. (Geography), Head of the Department of Geography, Institute of Mathematics, Computer science and Natural Sciences, Moscow City University.

E-mail: 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 по требованию главного или выпускающего редактора 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.mgpi.ru в разделе «Документы» издательского отдела Научно-информационного издательского центра.

По вопросам публикации статей в журнале «Вестник МГПУ», серия «Естественные науки» предлагаем обращаться к главному редактору серии *Ольге Владимировне Шульгиной* (olga_shulgina@mail.ru).

Вестник МГПУ

Журнал Московского городского педагогического университета

Серия «Естественные науки»

2016, № 2 (22)

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 ГАОУ ВО 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. Джанумов

Техническое редактирование и верстка:

О.Г. Арефьева

Научно-информационный издательский центр ГАОУ ВО МГПУ:

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

Телефон: 8-499-181-50-36.

E-mail: Vestnik@mgpu.ru

Подписано в печать: 23.05.2016 г.

Формат 70 × 108 ¹/₁₆. Бумага офсетная.

Объем 8 усл. п.л. Тираж 1000 экз.