

ВЕСТНИК

**МОСКОВСКОГО ГОРОДСКОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**СЕРИЯ
«ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»**

№ 2 (26)

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

**Москва
2017**

VESTNIK

MOSCOW CITY UNIVERSITY

SCIENTIFIC JOURNAL

NATURAL SCIENCES

№ 2 (26)

Published since 2008
Quarterly

Moscow
2017

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

ISSN 2076-9091

© ГАОУ ВО МГПУ, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Естественнонаучные исследования

БИОЛОГИЯ

- Резанов А.Г., Сторож А.В., Резанов А.А.* Белый аист *Ciconia ciconia* в Винницкой области Украины.....9

ГЕОГРАФИЯ

- Штеле О.Е.* Географические особенности Волговерховья как объекта наследия и туризма.....22
- Шерстобитов Ю.В.* Положение Ленинграда – Санкт-Петербурга в системе железнодорожных пассажирских перевозок.....34

ФИЗИКА

- Бубнов В.А.* О скорости распространения энергии в гидродинамических течениях48
- Кондратьев А.С., Швыдько П.П.* Физико-математическая модель и метод расчета гидротранспортирования твердых монодисперсных частиц59

ЭКОЛОГИЯ

- Воронова Т.С.* Экологические особенности условий жизни населения Москвы в конце XIX – начале XX века70
- Пашков С.В., Вилков В.С.* Антропогенная трансформация биотопов животных лесостепи Северного Казахстана.....77

Междисциплинарные исследования

- Платонов Д.Ю.* Современные тенденции в российском образовании и участие российских университетов в международной образовательной системе87

Теория и методика естественнонаучного образования

- Добротин Д.Ю.* Предметно-компетентностный подход к контрольно-оценочной деятельности в школьном химическом образовании..... 100
- Гайдукова А.П.* К вопросу о происхождении ошибок учащихся на едином государственном экзамене по химии..... 106

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

- 2017, № 2 (26)**..... 112
- Требования к оформлению статей**..... 116

CONTENTS

Natural and Scientific Research

BIOLOGY

- Rezanov A.G., Storozh A.V., Rezanov A.A.* The White Stork
Ciconia ciconia in Vinnitsa Region of Ukraine 9

GEOGRAPHY

- Shtele O.E.* Geographical Features of Volgoverkhov Region
as an Object of Heritage and Tourism..... 22
- Sherstobitov Yu.V.* The Position of Leningrad – St. Petersburg
in the System of Railway Passenger Transportations 34

PHYSICS

- Bubnov V.A.* About the Speed of Energy Propagation
in Hydrodynamic Flows..... 48
- Kondratiev A.S., Shvydko P.P.* Physical and Mathematical Model
and Method of Calculation of Hydrotransportation of Solid
Monodisperse Particles 59

ECOLOGY

- Voronova T.S.* Ecological Features of the Living Conditions
of the Population of Moscow in the Late XIX – Early XX Century 70
- Pashkov S.V., Vilkov V.S.* Anthropogenic Transformation of Biotopes
of Animals in Forest-Steppe of North Kazakhstan 77

Interdisciplinary Research

- Platonov D.Y.* Current Trends in Russian Education
and the Participation of Russian Universities
in the International Educational System 87

Theory and Methods of Natural and Scientific Education

- Dobrotin D.Yu.* The Subject-Competence Approach to Control
and Evaluation Activity in School Chemical Education 100
- Gaidukova A.P.* On the Origin of Students' Mistakes
at a Single State Examination in Chemistry 106

MCU Vestnik. Series «Natural Science» / Authors, 2017, № 2 (26)..... 112

Style Sheet..... 116

Человечество на Земле и окружающая его живая и неживая природа составляют нечто единое, живущее по общим законам природы.

Владимир Вернадский

Мы столь радикально изменяли нашу среду, что теперь для того, чтобы существовать в ней, мы должны изменить себя.

Винер Норберт

Из науки о взаимоотношении организма и среды его обитания, формально возникшей в 1866 году (когда Э. Геккелем ей было дано название «экология»), она превращается в науку о выживании человечества, всех и каждого на нашей планете.

Николай Реймерс



ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

БИОЛОГИЯ

**А.Г. Резанов,
А.В. Сторож,
А.А. Резанов**

Белый аист *Ciconia ciconia* в Винницкой области Украины

В статье приведены данные по учёту гнездящихся пар белого аиста *Ciconia ciconia* в гнездовой сезон 2012 г. в Винницкой области Украины. На 168-километровом автомобильном маршруте учтено 136 жилых гнёзд аиста. Гнёзда сфотографированы, составлены паспорта гнёзд. Проанализировано гнездование белого аиста на естественном (деревья) и антропогенном субстрате (жилые постройки, столбы электролиний, водонапорные башни) за период 1931–2012 гг.

Ключевые слова: белый аист *Ciconia ciconia*; места расположения гнёзд; индекс синантропизации; Украина, Винницкая область.

На территории Украины неоднократно проводились учёты белого аиста *Ciconia ciconia* как сравнительно полные [3; 8; 9; 18; 20], так и в отдельных её областях [4; 5; 19; и др.]. Общеизвестно, что белые аисты строят гнёзда как на субстрате естественного происхождения (деревья, иногда скалы), так и на антропогенном субстрате (различного рода постройки и сооружения человека). Гнездование птиц на постройках (особенно на жилых зданиях) является одним из главных критериев, по которым оценивается степень синантропизации у птиц [11; 14].

Цель настоящей работы — оценить численность белого аиста в обследованных районах Винницкой области Украины, составить подробные паспорта гнёзд и рассчитать индексы синантропизации [12; 17] для гнездовых пар.

Материал и методика

Сбор материала по гнездованию белого аиста в Винницкой области Украины осуществлён А.В. Сторож в июле – августе 2012 г. Винницкая область

расположена в лесостепной зоне. 70 % ее территории занимают пашни. По области протекает 204 речки, относящиеся к бассейнам Южного Буга и Днестра.

Обследовано 14 населённых пунктов в трех районах области. При сборе материала использован метод автомобильного учёта в полосе обнаружения до 100 м по обе стороны от автотрассы. Метод автомобильного учёта применим при обследовании больших территорий для регистрации сравнительно крупных животных на относительно открытых пространствах.

На 168 км маршрута обнаружено 136 жилых гнёзд белого аиста. Обнаруженные гнёзда были сфотографированы, составлены паспорта гнёзд. Для расчёта степени синантропизации гнездовых пар белого аиста использован индекс синантропизации [12; 17].

Результат и обсуждение

1. Места гнездования белых аистов в Винницкой области

136 жилых гнёзд, зарегистрированных на 168-километровом маршруте в Винницкой области распределялись по районам следующим образом: Немировский район — 48 гнёзд, Тульчинский район — 55 гнёзд, Крыжопольский район — 33 гнезда. Гнёзда размещались как на естественном субстрате — на деревьях (40), так и на субстрате антропогенного происхождения — на жилых и хозяйственных постройках, включая высокие кирпичные трубы (9), на столбах линий электропередачи (69) и на водонапорных башнях (18 гнёзд) (см. рис. 1–5; табл. 1). В то же время следует учитывать, что выбор аистами гнездового субстрата нередко напрямую зависит от его наличия в местах гнездования. Так, в лесной и лесостепной Украине, по данным В.Н. Грищенко с соавторами [3], основная часть гнёзд белого аиста размещена на деревьях (25,5–69,8 %), а в степной — на столбах (> 30 %)



Рис. 1. Гнезда белого аиста на деревьях в Тарасовке и Немирове. Украина. Винницкая обл. 2012 г.



Рис. 2. Гнездо белого аиста на жилой постройке в Брацлаве.
Украина. Винницкая обл. 2012 г.



Рис. 3. Гнездо белого аиста на кирпичной трубе (высота 17 м) в Марусино.
Украина. Винницкая обл. 2012 г.



Рис. 4. Гнезда белого аиста на столбах линий электропередачи в Волчке и Тарасовке. Украина. Винницкая обл. 2012 г.



Рис. 5. Гнездо белого аиста на водонапорной башне в Нестерварке. Украина. Винницкая обл. 2012 г.

Таблица 1

Расположение гнёзд белого аиста в Винницкой области (2012 г.)

№	Населённые пункты	№*	Дерево	Постройка	Столб	Водонапорная башня
Немировский район						
1	Немиров	9	2	0	7	0
2	Чуков	1	0	0	1	0
3	Волчок	8	3	0	3	2
4	Брацлав	3	2	1	0	0
5	Гриненки	15	7	0	6	2
6	Тарасовка	12	1	2	9	0
Тульчинский район						
7	Нестерварка	16	4	1	10	1
8	Тульчин	13	2	0	11	0
9	Мазуровка	17	5	2	6	4
10	Марусино	9	1	1	5	2
Крыжопольский район						
11	Крикливец	10	2	1	5	2
12	Высокая Гребля	4	2	0	2	0
13	Красное	12	5	1	2	4
14	Солнечное	7	4	0	2	1
Итого	Винницкая область	136	40	9	69	18

Примечание: * N — число отмеченных гнёзд.

2. Плотность гнездования

На 168 километрах маршрута было зарегистрировано 136 жилых гнёзд, то есть 8 гнёзд на 10 км маршрута при полосе учёта шириной порядка 200 м. Таким образом, вдоль автотрассы у населённых пунктов и в населённых пунктах, где поблизости имеются водоёмы и водотоки, водонапорные башни, а вдоль дорог — столбы линий электропередачи, отмечена максимально высокая плотность гнездования белого аиста (до 400 гнездовых пар на 100 км²). Проявляется своего рода эффект экотона. Однако цифра рассчитанной плотности не совсем корректна. Мы полностью согласны с мнением М.И. Лебедевой [8], что, поскольку аисты выбирают для гнездования лишь ограниченные участки, чаще всего населённые пункты и их окрестности, вычисление плотности населения аистов путём подсчёта числа гнёзд на единицу общей площади является неправильным. По этой причине рассчитанная нами плотность белого аиста на порядок превышает общую плотность белого аиста по Винницкой области в 1990-х гг. Так, по данным В.Н. Грищенко с соавторами [3], она составляла всего 3,2 гнездовых пары на 100 км².

3. Высота расположения гнёзд

Высота расположения гнёзд белого аиста проанализирована для 100 (из 136) гнездовых пар:

- 1) гнездящиеся на деревьях — $9,15 \pm 1,51$ м (lim 5–15; $SD = 2,38$; $P < 0,001$; $n = 27$), где lim — диапазон значений, SD — стандартное отклонение, P — уровень доверительной вероятности, n — число проб;
- 2) гнездящиеся на водонапорных башнях ($n = 12$) — высота 12 м;
- 3) гнездящиеся на хозяйственных постройках ($n = 4$) — 7–8 м; в одном случае гнездо аиста располагалось на 17-метровой кирпичной трубе;
- 4) гнездящиеся на жилых домах ($n = 1$) — 4 м;
- 5) гнездящиеся на столбах электролиний — $10,39 \pm 0,67$ м (lim 8–15; $SD = 1,52$; $P < 0,001$; $n = 56$).

4. Расстояние гнёзд от проезжих дорог

Расстояние гнёзд белого аиста от проезжих дорог рассчитано для 100 (из 136) гнездовых пар:

- 1) гнездящиеся на деревьях — $2,96 \pm 0,77$ м (lim 1–4; $SD = 1,22$; $P < 0,001$; $n = 27$); в Нестерварке — в 4 м от дороги и в 1 м от дома. Следует учесть, что в лесостепной Украине практически все деревья высажены вдоль дорог и в населённых пунктах;
- 2) гнездящиеся на водонапорных башнях — $30,4 \pm 12,02$ м (lim 15–50; $SD = 12,65$; $P < 0,001$; $n = 12$). Водонапорные башни находились в 15–35 м от домов.
- 3) гнездящиеся на хозяйственных постройках ($n = 4$) — 10–11 м;
- 4) гнездящиеся на жилых домах ($n = 1$) — 6 м;
- 5) гнездящиеся на столбах линий электропередачи — $2,60 \pm 0,49$ м (lim 1–4; $SD = 1,12$; $P < 0,001$; $n = 56$); при этом в семи случаях столбы располагались в 2–10 м от дома.

5. Индекс синантропизации

Индекс синантропизации рассчитан для 100 (из 136) гнездовых пар (табл. 2).

Таблица 2

Индекс синантропизации (I_s) белых аистов (для 100 пар), гнездящихся на различных субстратах. Винницкая область, лето 2012 г.

Белые аисты	N^* (%)	I_s^{**}
Гнездящиеся на деревьях	27	0,5–0,79
Гнездящиеся на хозяйственных постройках и сооружениях человека (столбы, водонапорные башни)	72	0,58–0,83
Гнездящиеся на жилых зданиях	1	0,67–0,88
Итого:	100	0,5–0,88

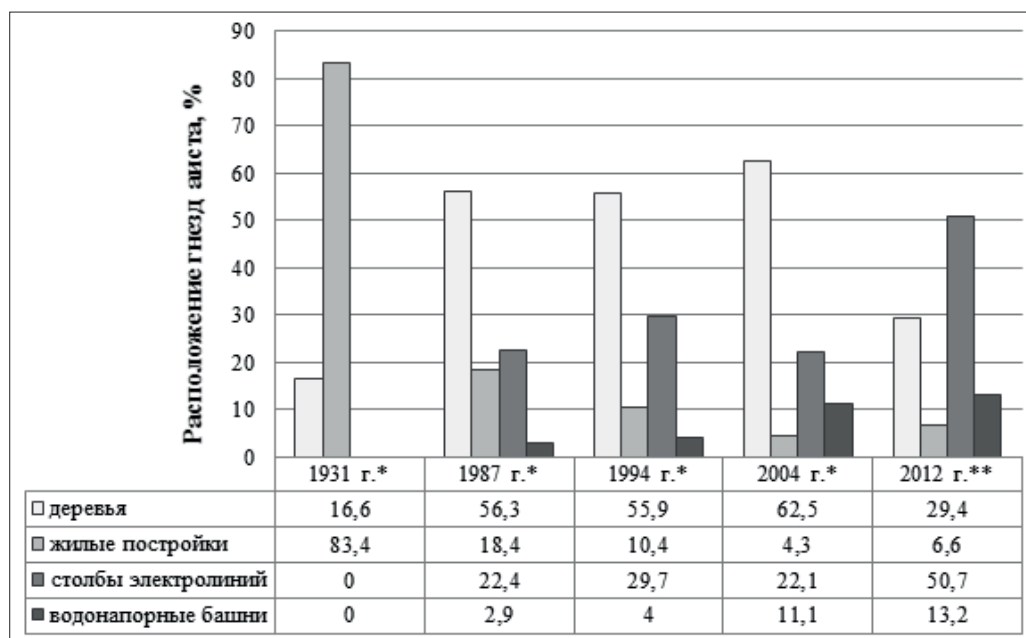
Примечание: * — число отмеченных гнёзд; ** — индекс синантропизации.

Нижний предел I_s рассчитан с учётом разыскивания белым аистом корма предпочтительно в естественных биотопах (например, луга, болота), а верхний предел — для кормёжки аиста в условиях агроландшафта в ассоциации с крупным рогатым скотом и работающей сельскохозяйственной техникой. Кормовые ассоциации белого аиста с пасущимся крупным рогатым скотом

и землеобрабатывающей и уборочной техникой хорошо известны и имеют место в самых различных частях ареала аиста [6; 7; 10; 13; 15, 21–23; и др.].

6. Исторический анализ мест расположения гнёзд белого аиста в Винницкой области Украины (1931–2012 гг.)

Анализ литературных источников [1–3; 18] и собственные данные (материал собран А.В. Сторож) позволяют проследить некоторые исторические тенденции в изменении мест расположения гнёзд белого аиста в Винницкой области Украины за период 1931–2012 гг. К сожалению, мы не располагаем соответствующей информацией о гнездовании аиста до 1931 г. и в период с 1931 г. до 1987 г. (более чем 40-летний разрыв). Но тем не менее полученные данные наглядно показывают, что места размещения аистами своих гнёзд за 1931–2012 гг. претерпели серьёзные изменения (рис. 6).



Примечание: * — данные В.В. Серебрякова и др. [18], В.Н. Грищенко и др. [3], В.Н. Грищенко [1; 2]; ** — данные А.В. Сторож.

Рис. 6. Расположение гнёзд белого аиста в 1931–2012 гг. Винницкая обл. (Украина)

В частности, гнездование аистов на деревьях как субстрате естественно-го происхождения претерпело следующие изменения: рост тенденции вплоть до 2004 г., а затем некоторое ее снижение (см. рис. 7), по-видимому, связанное с массовым переходом аистов к гнездованию на столбах линий электропередачи.

Доля гнёзд аистов на постройках непрерывно уменьшалась (см. рис. 8). С 1931 по 2004 год процент гнездования аистов на жилых постройках снизился с 83,4 % до 4,3 %, т. е. на 79,1 % за 73 года. Таким образом, за этот период каждый год 1,08 % аистов прекращали гнездиться на крышах жилых домов.

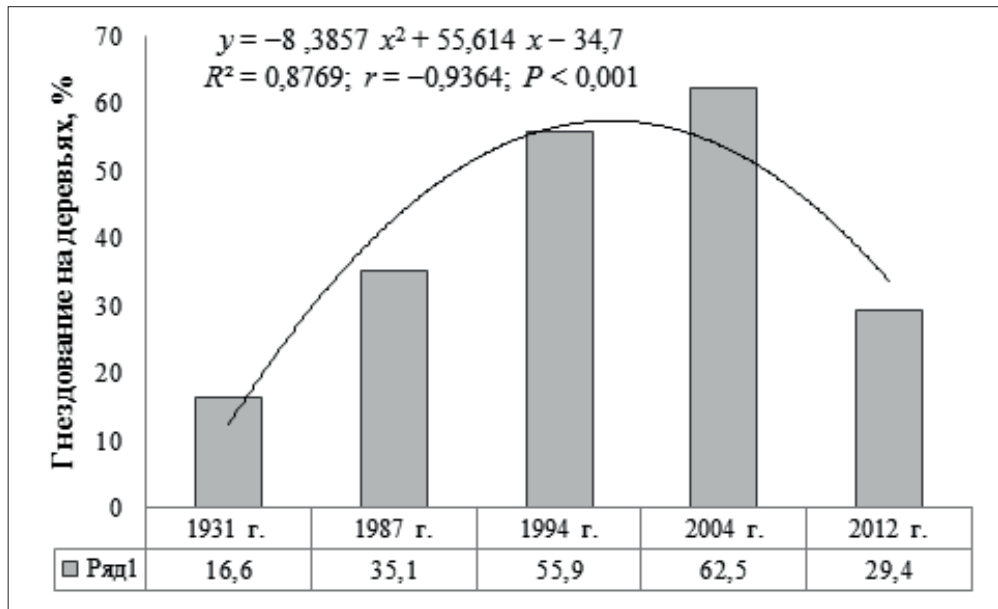


Рис. 7. Гнездование белых аистов на деревьях.
Винницкая обл., 1931–2012 гг.¹

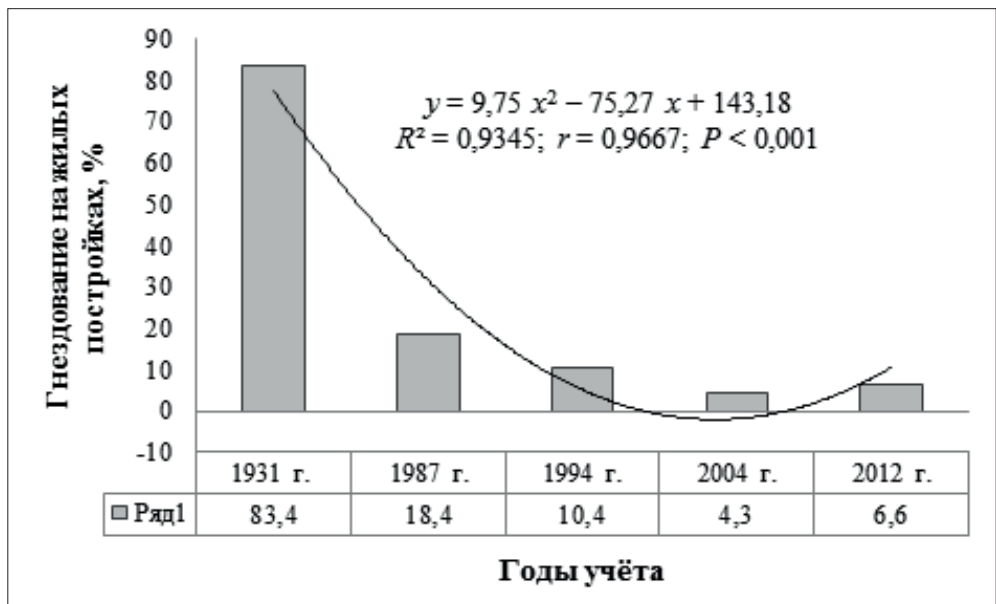


Рис. 8. Гнездование белых аистов на жилых постройках.
Винницкая обл., 1931–2012 гг.

¹ Обозначения (рис. 7–10): $y = -8,3857 x^2 + 55,614 x - 34,7$ и другие уравнения — уравнения регрессии, описывающие полиномиальные линии тренда; R^2 — величина аппроксимации; r — корреляция; P — величина значимости, используемая для вычисления доверительного уровня).

Как отмечает В.Н. Грищенко с соавторами [3], в связи с изменением типа застройки сельских населённых пунктов и психологии жителей сёл (в советское время традиция привлечения аистов на крыши домов рассматривалась как пережиток прошлого), аист был вынужден осваивать новые места гнездования.

На фоне снижения гнездования аистов на крышах частных построек возросло число гнёзд на деревьях (см. выше), а затем на таком новом элементе среды, как телеграфные столбы и столбы линий электропередачи (см. ниже). В то же время в целом по ареалу европейского аиста отмечена явная тенденция к снижению гнездования на естественном субстрате — на деревьях; до 2000-х гг. доля древесного гнездования была велика лишь в самых восточных частях ареала европейского белого аиста [16].

Гнездование белого аиста на столбах электролиний прослежено начиная с 1987 г.; в 1931 г. гнездования на столбах не отмечено (следует учесть слабую электрофикацию сельских районов в указанное время). В целом прослеживается практически линейная тенденция (полное совпадение полиномиальной и линейной линий тренда) к росту, особенно заметному в 2000-е гг. (рис. 9). Следует отметить, что столбы электролиний в настоящее время представляют собой неограниченный гнездовой ресурс для различных видов птиц, а не только для белого аиста.

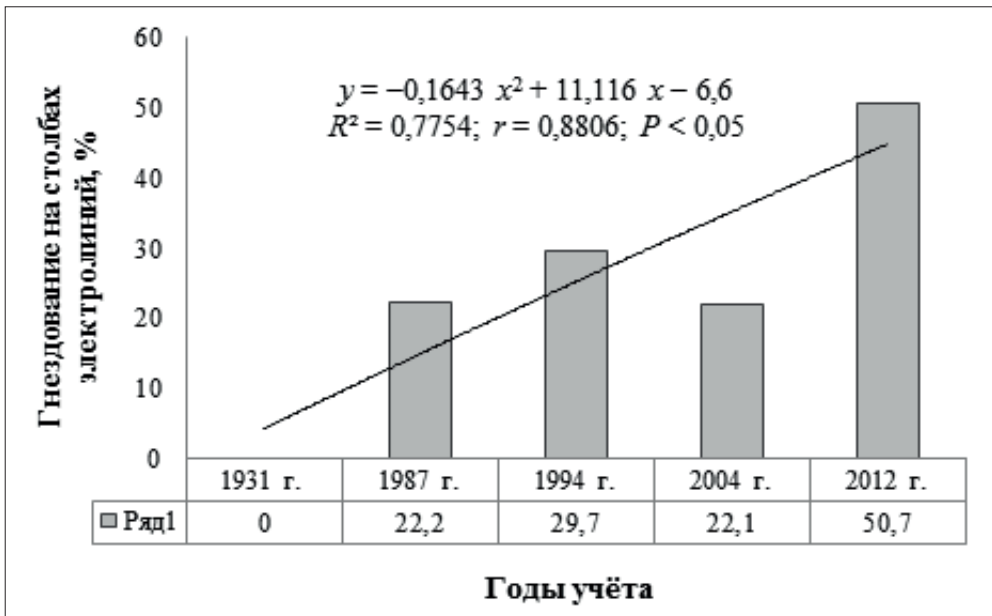


Рис. 9. Гнездование белых аистов на столбах линий электропередачи. Винницкая обл., 1931–2012 гг.

С 1987 по 2012 г. доля белых аистов, гнездящихся в Винницкой области на столбах линий электропередачи возросла с 22,2 % до 50,7 % (если предположить, что в необследованных районах области прослеживается та же тенденция). В реальности период 1987–2004 гг. был периодом стабильного

гнездования аистов на столбах, а существенный скачок произошёл после 2004 г. — за восьмилетний период с 22,2 до 50,7 %. Получается, что в данный отрезок времени каждый год около 3,6 % винницкой популяции белого аиста переходили к гнездованию на столбах электролиний.

На водонапорных башнях, как и в случае со столбами линий электропередачи, в 1931 г. аисты не гнездились. Мы располагаем соответствующими данными только начиная с 1987 г. (рис. 10).

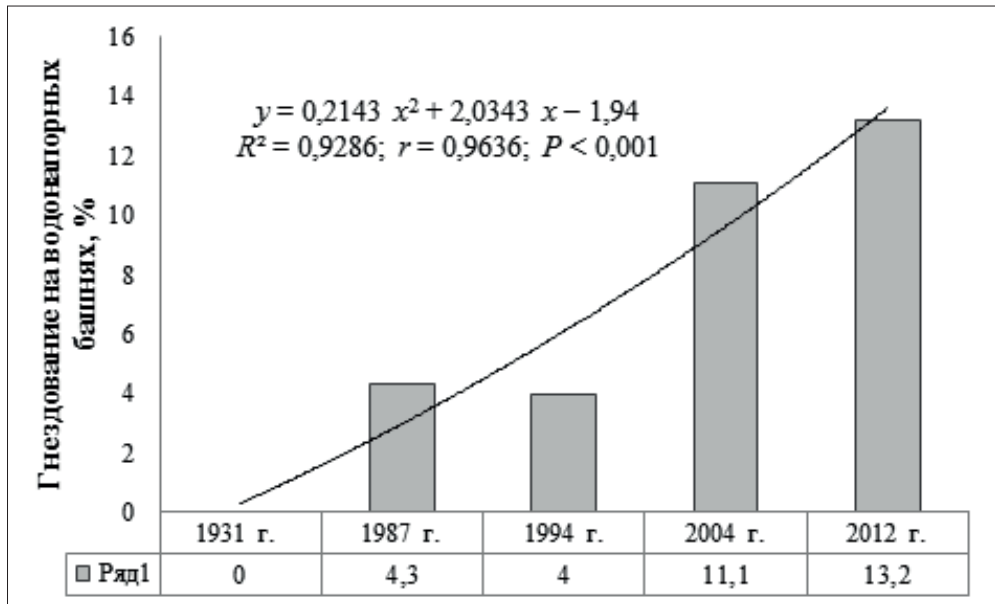


Рис. 10. Гнездование белых аистов на водонапорных башнях. Винницкая обл., 1931–2012 гг.

За период 1987–2012 гг. здесь также, как и в случае со столбами, прослежена чёткая тенденция к росту гнездования на водонапорных башнях с 4,3 % до 13,2 %. Учитывая, что число водонапорных башен несопоставимо меньше (обычно 1–2 на село, максимум до 5), чем телеграфных столбов и столбов линий электропередачи, это крайне высокий процент.

Литература

1. Грищенко В.Н. Динамика численности белого аиста в Украине в 1994–2003 гг. // Беркут. 2004. № 13 (1). С. 38–61.
2. Грищенко В.Н. Чарівний світ білого лелеки. Чернівці: Золоті литаври: 2005. 160 с.
3. Грищенко В.Н., Серебряков В.В., Борейко В.Е., Грищенко И.А. Современное состояние популяции белого аиста (*Ciconia ciconia*) на Украине // Рус. орнитол. журн. 1992. Т. 1 (2). С. 147–156.
4. Козлова А.З., Самарский С.Л., Козлов В.М. Численность белого аиста в Черкасской области // Экология и охрана птиц. Кишинев: Штиинца, 1981. С. 108–109.

5. Козлова А.З., Ярмоленко В.Н. Распределение белого аиста в Кировоградской области // Тез. докл. 7 Всесоюзн. орнитол. конф. Ч. 1. Киев: Наукова Думка: 1977. С. 69–70.
6. Кокшайский Н.В. Методы визуализации добычи у птиц // Орнитология. Вып. 11. М.: Изд-во МГУ, 1974. С. 126–135.
7. Кокшайский Н.В., Мустафаев Г.Т. Об ассоциациях птиц с домашними животными в Азербайджане // Ученые записки Азерб. Гос. ун-та. 1967 (1968). № 4. С. 73–81.
8. Лебедева М.И. О численности белого аиста в СССР // Орнитология. М.: МГУ, 1960. Вып. 3. С. 413–419.
9. Лебедева М.И. Численность белого аиста в СССР // Изучение птиц СССР, их охрана и рациональное использование. Т. 2. Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1986. С. 15–16.
10. Мальчевский А.С., Пукинский Ю.Б. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий. Т. 1. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. 480 с.
11. Резанов А.А., Резанов А.Г. О критериях синантропизации птиц // Современные проблемы эволюционной биологии. Т. 1. Брянск: Изд-во Брянского гос. ун-та, 2009. С. 214–220.
12. Резанов А.А., Резанов А.Г. Синантропизация птиц как популяционное явление: классификации, индекс синантропизации и критерии его оценки // Труды Мензбировского орнитологического общества: мат-лы XIII Международной орнитологической конференции Северной Евразии. Т. 1. Махачкала: АЛЕФ (ИП Овчинников), 2011. С. 55–69.
13. Резанов А.Г. О кормовых ассоциациях белых аистов *Ciconia ciconia* с коровами в Белоруссии // Рус. орнитол. журн. 1997. Т. 6. № 22. С. 17–19.
14. Резанов А.Г., Резанов А.А. Историко-географический анализ явления синантропизации у птиц // Современные проблемы орнитологии Сибири и Центральной Азии. Вып. 3. Ч. 2. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского гос. ун-та, 2006. С. 165–172.
15. Резанов А.Г., Резанов А.А. Кормовые ассоциации аистообразных (*Ciconiiformes*) с крупными травоядными млекопитающими, землеобрабатывающей и уборочной техникой // Бранта. 2007. Вып. 10. С. 167–175.
16. Резанов А.Г., Резанов А.А. Историко-экологические аспекты синантропизации белого аиста (*Ciconia ciconia*) // Эколого-географические исследования в Среднем Поволжье. Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 2008. С. 201–207.
17. Резанов А.Г., Резанов А.А. Оценка явления синантропизации у птиц // Актуальные проблемы биоэкологии. М.: Изд-во Моск. обл. гос. ун-та, 2010. С. 123–126.
18. Серебряков В.В., Грищенко В.Н., Грищенко И.А. Динамика численности белого аиста на Украине с 1931 по 1987 год // Аисты: распространение, экология, охрана. Минск: Наука, 1990. С. 147–151.
19. Слюсарь Н.В., Шевченко Н.Т. Численность белого аиста в Полтавской области // Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учёта животного мира. Ч. 2. М.: МОИП, 1986. С. 388–390.
20. Смогоржевский Л.А. Фауна України птахи. Т. 5. Вып. 1. Київ: Наукова Думка, 1979. 188 с.
21. Тугаринов А.Я. Отряд *Ciconiiformes* — Аистообразные // Фауна СССР. Птицы. Т. 1. Вып. 3. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1947. С. 188–284.
22. Brown L.H., Urban E.K., Newman K. The Birds of Africa. Vol. 1. London Acad. Press., 1982. 521 p.
23. Maclean G.L., Gous R.M., Bosman T. Effect of Drought on the White Stork in Natal, South Africa // Vogelwarte. 1973. V. 27. № 2. P. 134–141.

Literatura

1. *Grishhenko V.N.* Dinamika chislennosti belogo aista v Ukraine v 1994–2003 gg. // Berkut. 2004. № 13 (1). С. 38–61.
2. *Grishhenko V.H.* Charivnij svit bilogo leleki. Chernivci: Zoloti litavri: 2005. 160 s.
3. *Grishhenko V.N., Serebryakov V.V., Borejko V.E., Grishhenko I.A.* Sovremennoe sostoyanie populyacii belogo aista (*Ciconia ciconia*) na Ukraine // Rus. ornitol. zhurn. 1992. T. 1 (2). С. 147–156.
4. *Kozlova A.Z., Samarskij S.L., Kozlov V.M.* Chislennost' belogo aista v Cherkasskoj oblasti // E'kologiya i ohrana pticz. Kishinev: Shtiincza, 1981. S. 108–109.
5. *Kozlova A.Z., Yarmolenko V.N.* Raspredelenie belogo aista v Kirovogradskoj oblasti // Tez. dokl. 7 Vsesoyuzn. ornitol. konf. Ch. 1. Kiev: Naukova Dumka: 1977. S. 69–70.
6. *Kokshajskij N.V.* Metody' vizualizacii doby'chi u pticz // Ornitologiya. Vy'p. 11. M.: Izd-vo MGU, 1974. S. 126–135.
7. *Kokshajskij N.V., Mustafaev G.T.* Ob asociacijax pticz s domashnimi zivotny'mi v Azerbajdzhane // Ucheny'e zapiski Azerb. Gos. un-ta. 1967 (1968). № 4. S. 73–81.
8. *Lebedeva M.I.* O chislennosti belogo aista v SSSR // Ornitologiya. M.: MGU, 1960. Vy'p. 3. S. 413–419.
9. *Lebedeva M.I.* Chislennost' belogo aista v SSSR // Izuchenie pticz SSSR, ix ohrana i racional'noe ispol'zovanie. T. 2. L: Zool. in-t AN SSSR, 1986. S. 15–16.
10. *Mal'chevskij A.S., Pukinskij Yu.B.* Pticy' Leningradskoj oblasti i sopredel'ny'x territorij. T. 1. L.: Izd-vo Leningr. un-ta, 1983. 480 s.
11. *Rezanov A.A., Rezanov A.G.* O kriteriyax sinantropizacii pticz // Sovremenny'e problemy' e'volyucionnoj biologii. T. 1. Bryansk: Izd-vo Bryanskogo gos. un-ta, 2009. S. 214–220.
12. *Rezanov A.A., Rezanov A.G.* Sinantropizaciya pticz kak populyacionnoe yavlenie: klassifikacii, indeks sinantropizacii i kriterii ego ocenki // Trudy' Menzbirovskogo ornitologicheskogo obshhestva: mat-ly' XIII Mezhdunarodnoj ornitologicheskoy konferencii Severnoj Evrazii. T. 1. Maxachkala: ALEF (IP Ovchinnikov), 2011. S. 55–69.
13. *Rezanov A.G.* O kormovy'x asociacijax bely'x aistov *Ciconia ciconia* s korovami v Belorussii // Rus. ornitol. zhurn. 1997. T. 6. № 22. S. 17–19.
14. *Rezanov A.G., Rezanov A.A.* Istoriko-geograficheskij analiz yavleniya sinantropizacii u pticz // Sovremenny'e problemy' ornitologii Sibiri i Central'noj Azii. Vy'p. 3. Ch. 2. Ulan-Ude': Izd-vo Buryatskogo gos. un-ta, 2006. S. 165–172.
15. *Rezanov A.G., Rezanov A.A.* Kormovy'e asociacii aistoobrazny'x (*Ciconiiformes*) s krupny'mi travoyadny'mi mlekopitayushhimi, zemleobrabaty'vayushhej i uborochnoj texnikoj // Branta. 2007. Vy'p. 10. S. 167–175.
16. *Rezanov A.G., Rezanov A.A.* Istoriko-e'kologicheskie aspekty' sinantropizacii belogo aista (*Ciconia siconia*) // E'kologo-geograficheskie issledovaniya v Srednem Povolzh'e. Kazan': Izd-vo Kazanskogo gos. un-ta, 2008. S. 201–207.
17. *Rezanov A.G., Rezanov A.A.* Ocenka yavleniya sinantropizacii u pticz // Aktual'ny'e problemy' bioe'kologii. M.: Izd-vo Mosk. obl. gos. un-ta, 2010. S. 123–126.
18. *Serebryakov V.V., Grishhenko V.N., Grishhenko I.A.* Dinamika chislennosti belogo aista na Ukraine s 1931 po 1987 god // Aisty': rasprostranenie, e'kologiya, ohrana. Minsk: Nauka, 1990. S. 147–151.
19. *Slyusar' N.V., Shevchenko N.T.* Chislennost' belogo aista v Poltavskoj oblasti // Vsesoyuznoe soveshhanie po probleme kadastra i uchyota zivotnogo mira. Ch. 2. M.: MOIP, 1986. S. 388–390.

20. *Smogorzhevskij L.A.* Fauna Ukraïni ptaxi. T. 5. Vy'p. 1. Kiïv: Naukova Dumka, 1979. 188 s.
21. *Tugarinov A.Ya.* Otryad *Ciconiiformes* — Aistoobrazny'e // Fauna SSSR. Pticy'. T. 1. Vy'p. 3. M.-L.: Izd-vo AN SSSR, 1947. S. 188–284.
22. *Brown L.H., Urban E.K., Newman K.* The Birds of Africa. Vol. 1. London Acad. Press., 1982. 521 p.
23. *Maclean G.L., Gous R.M., Bosman T.* Effect of Drought on the White Stork in Natal, South Africa // *Vogelwarte*. 1973. V. 27. № 2. P. 134–141.

A.G. Rezanov,

A.V. Storozh,

A.A. Rezanov

The White Stork *Ciconia ciconia* in Vinnitsa Region of Ukraine

The authors in the article present data on accounting the breeding pairs of white stork *Ciconia ciconia* during breeding season of 2012 in Vinnitsa Region of Ukraine. 136 dwelling nests of stork on 168 km of car route. Photos of nests and passports of nests were made. Nesting of white stork on natural substrate (trees) and anthropogenic substrates (residential buildings, poles of electric lines, water towers) during the period from 1931 to 2012 have been analyzed.

Keywords: white stork *Ciconia ciconia*; location of nests; index of synantropization; Vinnitsa region of Ukraine.

ГЕОГРАФИЯ

О.Е. Штеле

Географические особенности Волговерховья как объекта наследия и туризма

В статье охарактеризованы географические особенности Волговерховья. Показано, что исток Волги и территория Волговерховья является не только значимым природным и культурным объектом, но и важным для истории и образа Российской Федерации достопримечательным местом. В настоящее время культурный и туристский потенциал истока Волги используется крайне недостаточно. Предложен эскизный проект по освоению территории государственного природного заказника «Исток реки Волги», ориентированный на сохранение природных и культурных ландшафтов, на развитие культуры и туризма.

Ключевые слова: исток Волги; Тверская область; культурное и природное наследие; особо охраняемая природная территория; стратегия туристского освоения.

На территории Тверской области в Осташковском районе находится исток Волги — самой крупной реки Европы и европейской части нашей страны. На берегах Волги сосредоточены многие известные исторические города России, места, связанные с выдающимися событиями в истории государства, с жизнью и деятельностью великих людей. Волга протекает через территорию 15 субъектов Российской Федерации и продолжает играть важнейшую роль в хозяйственном развитии всех регионов волжского бассейна. Она входит в число самых известных рек мира.

С бассейном Волги связано становление и развитие Российского государства. На протяжении долгого времени Волга была главным торговым путем России. В период Средневековья расширение территории России осуществлялось постепенным присоединением земель, находящихся по течению Волги. В XIX и первой трети XX в. торговые перевозки по Волге, как и Нижегородская ярмарка, играли основную роль в экономике страны.

Исток Волги находится на Осташковской гряде Валдайской возвышенности, непосредственно на Каспийско-Балтийском водоразделе. Лесистая, с невысокими холмами и ощутимыми перепадами высот территория Волговерховья своей живописностью отличается от соседних равнинных участков. Непосредственно исток расположен в низинном болотце. Над истоком построена часовня, к которой ведет деревянный настил. В 1990 г. здесь был установлен дубовый крест, место освящено. С противоположной стороны от истока открывается красивый вид на Ольгинский Волговерховский монастырь и Спасо-Преображенский собор. Волга из болотца небольшим ручейком протекает мимо деревни Волговерховье, деревни

Вороново и затем впадает в озеро Стерж, где ширина ее русла увеличивается уже до 3–4 м, а глубина превышает 1 м.

Исток реки Волги является источником чистой воды и имеет важное водоохранное значение. Волговерховье включает типичные и уникальные экосистемы природной зоны южной тайги, природные ландшафты, имеющие высокую эстетическую ценность. Важность этого места, живописность и относительная нетронутость природы стали основанием для создания в 1970-х гг. государственного природного заказника «Исток реки Волги», площадь которого составляет 6351 га (рис. 1).

Исток реки Волги и Волговерховье

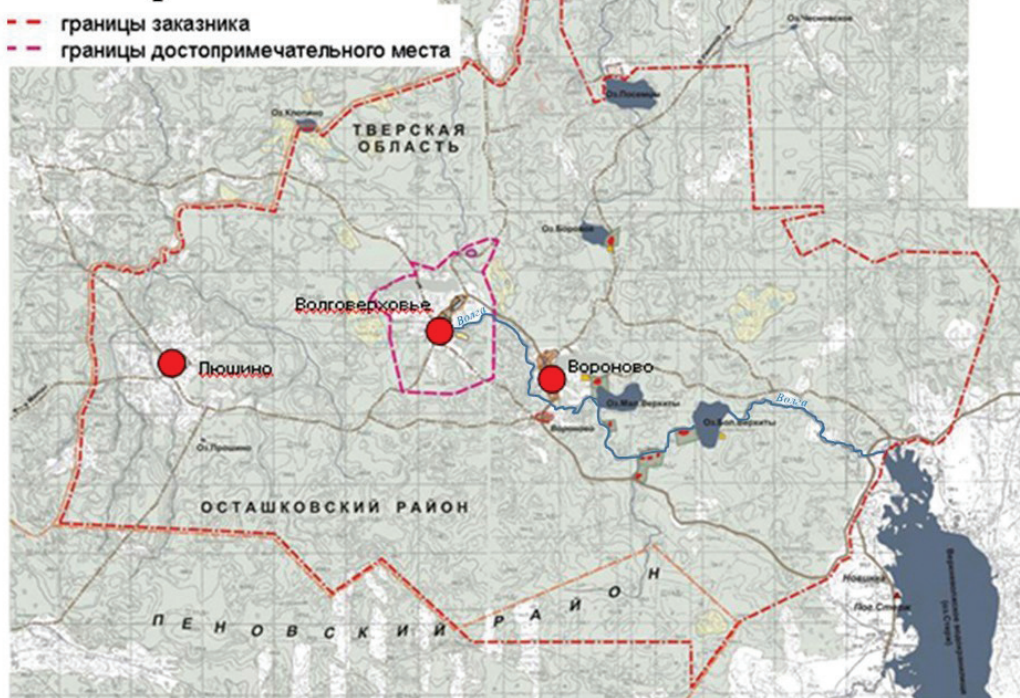


Рис. 1. Границы государственного природного заказника «Исток реки Волги»

Важнейшими природными объектами ближайших окрестностей истока Волги являются участки, занятые озерами, болотами, памятниками природы, рельефными образованиями и другими природными объектами, составляющими определенный природный каркас всего комплекса и представляющими интерес для экскурсантов и туристов [2].

В 3,2 км ниже истока расположено проточное озеро *Малые Верхиты* — первое волжское озеро. Его площадь — 0,16 кв. км. Травянистая растительность вокруг него типична для низинных заболоченных берегов (осока, камыш лесной, тростник обыкновенный, рогоз широколистный, вех ядовитый). Это живописное озеро является не только естественным регулятором водно-

го режима верховьев Волги, но и притягательным экскурсионным объектом, красивой видовой точкой.

В 2,1 км ниже озера Малые Верхиты расположено *озеро Большие Верхиты*. Озеро проточное, площадью 0,19 кв. км. Оно богато рыбой (щука, налим, лещ, плотва, окунь). По берегам произрастает рогоз широколистный, хвощ приречный, вех ядовитый. Озеро также является естественным регулятором водного режима верховьев Волги. Это излюбленное место рыбалки, которое также может служить экскурсионным объектом.

В 2,5 км ниже озера Большие Верхиты Волга впадает в *озеро Стерж*. Длина реки Волги от истока до озера Стерж составляет 7,8 км, перепад высот достигает 21,8 м. Наиболее крутой участок продольного профиля реки Волги расположен между истоком и озером Малые Верхиты. Наиболее пологий участок — между озерами Малые и Большие Верхиты. На этом участке Верхняя Волга принимает свой основной приток — ручей Нефедьевский (длина около 3 км).

Озеро Стерж является первым из каскада Верхневолжских озер (Стерж, Вселуг, Пено, Волго), расположенных на Валдайской возвышенности. Длина озера — 12 км, оно представляет типичный селигерский плес — длинный, не очень широкий и спокойный. На мысе при впадении в озеро реки Волги расположено Стерженское городище — укрепленное поселение дьяковской культуры (вторая половина I тыс. до н.э.). В Тверском краеведческом музее хранится каменный Стерженский крест, датируемый 1133 годом. Надпись, выбитая на этом кресте, сохранилась, ее можно прочесть: «*Лета 6641 месяца июля в 14 день почых рыти реку ею аз Иванко Павлович и крест се поставих*» [3]. Подобных, вытесанных из огромных камней крестов и стоявших на протяжении веков по вершинам славянских городищ до нашего времени сохранилось немного. На выезде из деревни Новинка возведена часовня. С этого высокого места открывается живописный вид на озеро Стерж.

Озеро Стерж является государственным природным заказником, площадь которого — 2297 га.

На территории Волговерховья расположены и другие интересные географические объекты.

Валуны Волговерховские находятся в окрестностях деревни Волговерховье, к северо-западу (600 м) от места пересечения узкоколейки с дорогой Свапуще – Волговерховье. Размеры этих двух гранитных валунов следующие: первый валун — 290 × 270 × 170 см; второй валун — 295 × 260 × 165 см. Валуны свидетельствуют о Валдайском оледенении, являются своеобразными метками, по которым можно изучать пути движения ледников.

Гора Каменник является одной из самых высоких точек Валдайской возвышенности, высота над уровнем моря составляет 321 м. На склонах и у подножия горы можно наблюдать множество валунов. Вершина холма представляет собой хорошую точку для кругового обзора. Гора расположена на водоразделе Каспийского и Балтийского бассейнов, является украшением ландшафта и может быть использована как экскурсионный объект. Она является памятником природы, площадь которого составляет 111 га.

В 700 м от деревни Вороново по дороге на озеро Боровое находится *вересковая поляна*. Молодой сосняк с доминированием вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris*) расположен на холме и является примером восстановления нарушенных после пожара естественных экосистем. Сама поляна также является очень живописным экскурсионным объектом, особенно во время цветения вереска.

Озера Большие, Средние и Малые Ветрицы не входят в границы заказника «Исток реки Волги», но располагаются в непосредственной близости от него и могут также служить объектом экскурсий.

С основанием в XVIII в. деревни Волговерховье началось обустройство истока великой реки, в частности, на этом месте всегда ставилась деревянная часовня или деревянная иордань (рис. 2 и 3).



Рис. 2. Исток Волги (дореволюционная открытка)

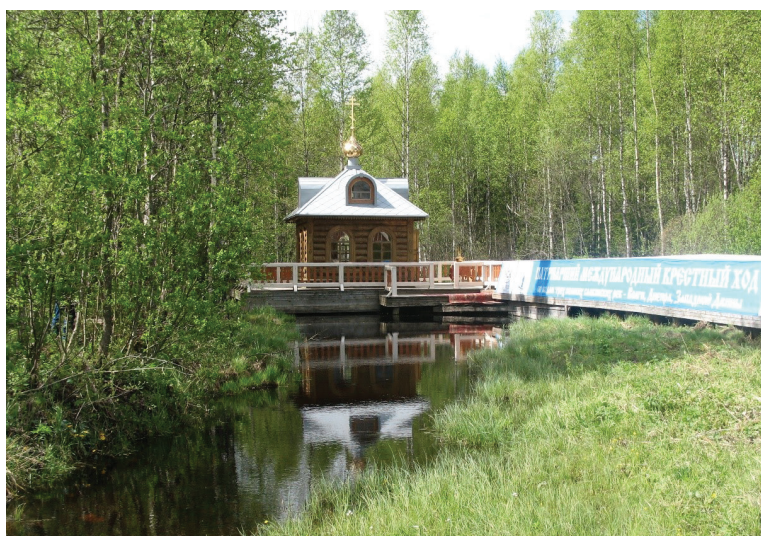


Рис. 3. Исток Волги — современный вид
(фото автора, 2015 г.)

В начале XX в. здесь основывается женская община, преобразованная в женский общежительный монастырь Святой Ольги, сооружаются церкви: деревянная Никольская и каменная Преображенская [1]. Исторически деревня имела свыше 100 жилых строений, в настоящее время здесь насчитывается 13 постоянных жилых домов, использующихся главным образом сезонно. Помимо деревни Волговерховье недалеко от истока Волги есть деревня Вороново, которая является составным элементом системы расселения и хозяйственной деятельности жителей Осташковского района, а также деревня Люшино, которая в конце 1980-х гг. была заброшена, а её жители переехали в другие места.

Как исток великой реки и как живописная ландшафтная территория с гармоничным сочетанием природных и историко-культурных характеристик эта местность привлекает к себе внимание и туристов, и православных паломников. Туристское освоение должно стать приоритетом развития данной территории. Справедливости ради следует отметить, что исток Волги является одним из доступных истоков великих рек. Большая часть великих рек мира берет свое начало в горах (Нил, Амазонка, Янцзы, Хуанхэ, Ганг, Инд), и их исток доступен только хорошо подготовленным группам путешественников, спортсменов. Исток Волги не только доступен для осмотра, обозрения, «прикосновения» пришедшему сюда путешественнику или паломнику, он также находится сравнительно недалеко от трех исторических столиц России: Москвы, Санкт-Петербурга и Великого Новгорода.

При должной организации здесь может возникнуть чрезвычайно привлекательный и посещаемый туристский центр. В настоящее время точного учета количества посетителей этого места не существует, но, по оценкам экспертов, ежегодный поток посетителей истока Волги составляет примерно 30–35 тыс. человек. Это организованные экскурсанты, паломники и участники ежегодного крестного хода, а также самостоятельные автопутешественники. Из-за отсутствия условий для ночлега и должной инфраструктуры среднее время посещения истока незначительно: продолжительность пребывания здесь туриста составляет от 20 минут до одного часа. В силу этих причин современная экономическая отдача туристского потенциала Верхневолжья невелика.

На этом фоне туристское освоение района озера Селигер, исторического города Осташков и других верхневолжских озер составляет в год 400 тысяч посетителей. Проходящая по территории Тверской области трасса Москва – Санкт-Петербург имеет в потенциале более одного миллиона туристов. В Тверской области зарождается современная инфраструктура культурно-познавательного туризма, активно растет число туристов, использующих автобусные маршруты. Территория Верхневолжья вполне может стать одним из притягательных туристских объектов.

Основные положения проекта развития и обустройства Волговерховья

Эта территория имеет жесткий охранный статус. Ее дальнейшее освоение предъявляет повышенные требования к режимам возможной деятельности,

исключает возможность какого-либо нового масштабного строительства в этом месте. Собственники, владельцы и пользователи земельных участков, расположенных в границах государственных природных заказников, а также зон охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) обязаны соблюдать установленный режим особой охраны.

На территории природного заказника находятся объекты культурного наследия (памятники истории и культуры), имеющие в том числе и федеральное значение. Площадь в 270 га занимает территория историко-градостроительного и ландшафтного комплекса «Исток реки Волги – монастырь святой княгини Ольги». Он включает следующие объекты культурного наследия: памятник истории «Исток реки Волги с древнейших времен»; памятник архитектуры «Монастырь Ольгин, начало XX в.»; памятники архитектуры «Церковь Преображения, 1902–1920-е гг.» и «Никольская церковь, 1907–1908 гг.»; памятник археологии «Селище Волговерховье-1, XV–XX вв.»; монастырское кладбище; планировочная структура и застройка деревни Волговерховье, XVIII–XX вв.; дом А.Н. Седловой, 1883 г. В современных границах природного заказника выявлена и локализована также серия разновременных археологических объектов: стоянки III–IV тыс. до н.э.; курганные и жальничные могильники; селища и участки культурного слоя XV–XX вв. поселений Волговерховье и Вороново.

В границах территории комплекса кроме памятников истории и культуры находятся обширные исторические пространства — поля и луга, образовавшиеся в результате деятельности человека, а также прилегающие участки лесных массивов, формирующие силуэт дальних планов. Этот уникальный ландшафт, дополненный холмистым рельефом и зелеными массивами окружающих лесов, лежит в основе комплексного восприятия творений природы и результатов деятельности человека, а потому требует соответствующего сохранения. Поэтому характер обустройства на этой территории должен базироваться на принципах современных музеев-заповедников [4] и быть направлен на восстановление ранее утраченных элементов и параметров как отдельных памятников, так и ландшафтной среды. Новое строительство возможно только на исторических местах в традиционных формах и с учетом традиционных типологических характеристик (уклон кровли, внешний вид фасадов, пропорции оконных проемов, колористика и т. д.) в деревянном исполнении с ограничением высотности.

Необходимость сохранения уникального объекта наследия, каким является исток реки Волги, диктует следующие принципиальные условия: восстанавливается традиционная застройка трех существовавших возле истока Волги деревень: Вороново, Волговерховье, Люшино, которой придаются новые функции, отвечающие условиям развития обслуживания туристов и экскурсантов, а также размещения природоохранных служб и структур, обеспечивающих различные аспекты организации посещения истока Волги. Фактически ставится задача восстановления традиционной сельской расселенческой системы

у истока Волги, компенсационного строительства в рамках исторических границ сельских поселений, с использованием при строительстве традиционных архитектурных форм.

Предполагается, что должно быть регламентировано автомобильное движение непосредственно к самому истоку Волги, носящее в настоящее время хаотичный характер.

Первую организационную точку (остановку) на маршруте к истоку Волги целесообразно расположить за пределами заказника. Этой точкой является *деревня Свапуше*, где дорога поворачивает на Волговерховье.

В этом пункте уместно организовать небольшой информационный центр, предоставляющий первичную информацию об истоке Волги, о возможностях экскурсионного посещения, отдыха или ночлега с развернутым туристским обслуживанием и пр. Здесь же целесообразно разместить большое панно, представляющее карту-схему территории истока Волги с основными объектами и маршрутами.

Деревня Вороново является основным местом въезда туристов. Экскурсантов и паломников, направляющихся к истоку Волги, и основным пунктом размещения туристов. Всего здесь находится семь домов, из которых только три являются постоянно заселенными. В начале XX в. Вороново насчитывало до 35 дворов.

Важно учитывать конфигурацию деревни, которая состоит из двух исторических частей: так называемого писцового Воронова — южная часть и Алексеевской — северная часть. Функционально туристское обустройство южной и северной частей Воронова будет выглядеть следующим образом.

В южной части Воронова (но не непосредственно в деревне) целесообразно строительство стоянки экскурсионного и личного автотранспорта. Варианты размещения стоянки обусловлены задачей сохранения целостности ландшафта при минимальном ущербе, наносимом природной среде.

В южной части планируется размещение визит-центра, выполняющего организационную и сервисную функцию. Это важнейший в организационном плане объект при подъезде к истоку Волги. Он позволит туристу получить информацию о всех составляющих регионального туристского продукта (памятниках природы, экологических тропах, музеях и других достопримечательностях, гостиницах и других средствах размещения, ресторанах, развлечениях, народных промыслах, услугах автостоянок, местном транспорте и т. п.), в том числе по дальнейшему маршруту, например, в Осташкове, Твери и др.), заказ экскурсий и транспорта.

В этой части деревни сохраняются условия проживания местных жителей и их хозяйственной деятельности с учетом обустройства территории заказника и задач туристского развития.

В северной части современной деревни Вороново (историческая часть бывшего Алексеевского) целесообразно расположить основной туристский

комплекс — туристскую деревню. Предполагается, что она должна представлять собой совокупность деревянных домов традиционной архитектуры, вписанных в исторические параметры застройки деревни и местного ландшафта с сохранением исторически сложившейся линии застройки деревни. Наиболее уместна усадебная структура ее организации (рис. 4).

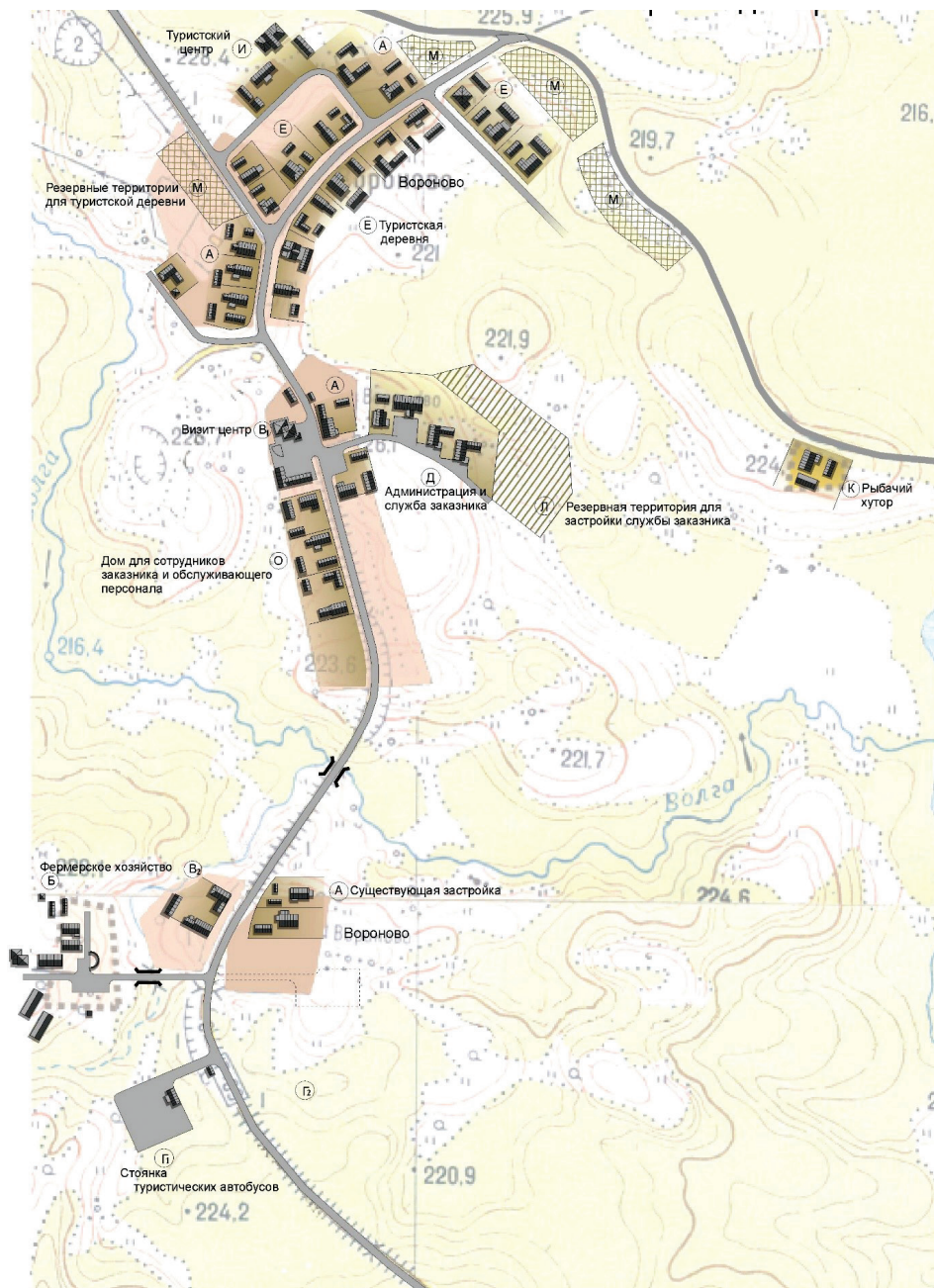


Рис. 4. Схема перспективного развития деревни Вороново (разработка архитекторов А.И. Клименко и В.Н. Панфилова)

Предусматривается создание общественного центра для проведения разнообразных программ: концертов, выставок, научных встреч и т. д.; при этом должны учитываться запросы любителей верховой езды, катания на санях, телегах, рыбалки на соседних озерах.

Из Воронова расходятся основные экскурсионные и туристские маршруты. Главным из них является экологическая тропа к истоку Волги. Предполагается, что именно по ней будет проходить основной поток посетителей, направляющихся к истоку великой реки. Начинается тропа от указателя, расположенного у дороги Вороново – Волговерховье. Ее протяженность — менее 1 км. Маршрут в настоящее время размечен с помощью маркировочных столбиков и указателей, оборудован мостками через Волгу, переходами через сырые места, определены места для отдыха.

Запланированы и другие экологические тропы. Маршрут по бывшей узкоколейке Волговерховье – озеро Стерж имеет эколого-историческую и археологическую специализацию. Протяженность тропы — около 9 км. Тропа может быть использована как для прохождения от истока к озеру Стерж, так и в обратную сторону. У деревни Вороново от дороги ответвляется бывшая узкоколейная железная дорога. Сейчас от когда-то существовавшей узкоколейки осталась только насыпь, сохранились остатки мостков через ручьи. Тропа имеет мемориальную ценность — проложенная здесь узкоколейная дорога эксплуатировалась во время Великой Отечественной войны. Тропа характеризуется высоким разнообразием природных экосистем: леса разного породного состава и структуры, озера Большие и Малые Верхиты, ручьи — левые притоки Волги, крупные валуны.

Третий экскурсионный маршрут может быть назван так: «Через Великий водораздел». Его протяженность 15–16 км. Ценность данного маршрута заключается и в том, что он проходит по территории двух водосборных бассейнов: Каспийского и Балтийского морей. Данная тропа наиболее привлекательна с точки зрения разнообразия природных сообществ, встречающихся на пути, характеризуется пересеченностью рельефа, что повышает эстетическую ценность маршрута.

Четвертый маршрут, проходящий в направлении Вороново – Люшино (с ответвлением на Волговерховье), может быть историко-этнографическим. Он проходит по исторической дороге и дает возможность посещения всех трех населенных пунктов у истока Волги.

Деревня Волговерховье является основным пунктом на маршруте к истоку Волги. В настоящее время здесь насчитывается 13 постоянных жилых строений, причем дома используются главным образом сезонно. В православном монастыре святой княгини Ольги восстановлены два ранее существовавших здесь храма (каменная церковь Преображения и деревянная Никольская церковь), организуется монашеская жизнь. Это историческое поселение является и местом православного паломничества. Главной достопримечательностью естественной культурно-ландшафтной территории является исток реки Волги — своеобразный музей под открытым небом.

Волговерховье относится к ареалу наиболее деликатной организации туристской инфраструктуры (рис. 5). Здесь не предполагается значительно-го туристского развития (как в Воронове). Из туристских объектов — только строительство небольшой монастырской гостиницы (в виде нескольких традиционных деревенских домов в исторической структуре деревни). Здесь также было бы необходимо создать музейный комплекс, посвященный истоку Волги, который знакомил бы посетителей с природой края, культурным наследием Истоковолжья, историей местных деревень и монастыря, ролью Волги в жизни России.

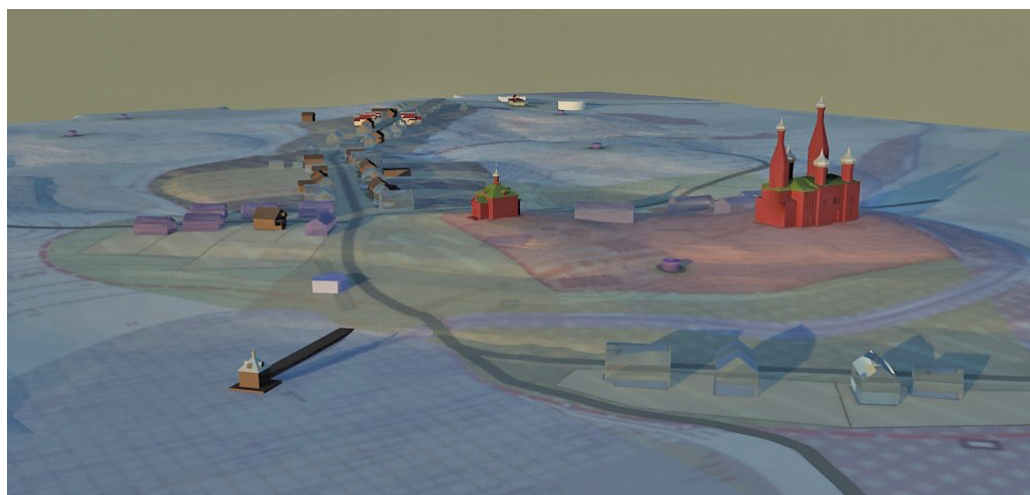


Рис. 5. Схема перспективного развития деревни Волговерховье (аксонометрия, разработка архитекторов А.И. Клименко и В.Н. Панфилова)

Предполагается создать три экспозиции, каждая из которых займет отдельную усадьбу. Обязательна музеефикация дома Седловой как самого старого дома в деревне (1883 г.), в нем будет находиться музей истории деревень Истоковолжья. В двух других домах, которые намечено возвести на местах несохранившихся построек с учетом типологических особенностей исторической застройки деревни Волговерховье, предполагается разместить музей истока Волги и музей «Волга от истока до устья».

К западу от истока Волги находится место бывшей *деревни Люшино*. В конце 1980-х гг. деревня была заброшена, а ее жители были вынуждены переехать в другие места. Часть домов была разобрана и перевезена, остальные дома и хозяйственные постройки уже полностью разрушились. Местоположение деревни можно определить по нескольким еще стоящим столбам бывшей линии электропередачи, по сохранившейся трассе двух бывших деревенских улиц, небольшим холмам на месте бывших строений, а также по яблоням, садовым кустам и другим культурным посадкам (у одного из домов растет большая лиственница). В начале XX в. в Люшине было более 20 домов.

В Люшино целесообразно создать экологическую туристскую деревню. Она будет воссоздавать облик старой русской деревни, а пребывание здесь будет предельно приближено к образу крестьянской жизни конца XIX – начала XX в. Экологический туризм в настоящее время является очень важным, чрезвычайно перспективным и экологически выгодным сегментом мирового туристского спроса. За рубежом подобные гостиницы пользуются большой популярностью, в то время как в нашей стране они еще не получили должного развития — такого рода объект на истоке Волги может стать одним из первых и одним из самых известных в России.

Все три населенных пункта — Волговерховье, Вороново, Люшино — могут служить базой для приема и обслуживания туристов, центрами формирования экскурсионных и экологических маршрутов. Для повышения туристической привлекательности каждому населенному пункту нужно разработать особую специализацию не только объектов для отдыха и проживания, но и объектов культурно-познавательной направленности.

Таким образом, с учетом рекреационной нагрузки и установленными ограничениями воздействия на историко-градостроительный и ландшафтный комплекс предполагается следующее туристское зонирование:

– Район «Вороново» — наиболее активная туристская и инфраструктурная зона истока Волги. Здесь создается туристский комплекс, функционирует дирекция заказника, развиваются инфраструктурные туристские объекты. Отсюда будут формироваться практически все экскурсии, будет организован ночлег и досуг основной массы посетителей.

– Район «Волговерховье» — это зона меньшей туристской активности и строительства инфраструктуры. Здесь допускается регулируемое туристско-экскурсионное движение и монастырская деятельность с возможным воссозданием прежнего исторического облика деревни и ее планировки и на выявленных местах исторической застройки.

– Район «Люшино» — зона строгого экологического туризма. Экологическая деревня предполагает организацию специального проживания с максимальным соблюдением условий деревенской жизни конца XIX в.

Туристское освоение истока Волги даст импульс дальнейшему туристскому развитию Тверской области в целом. Оно значительно повысит туристский потенциал Осташковского района и озера Селигер. Тема истока Волги может быть тесно увязана с достопримечательностями Вышневолочка (вышневолоцкой водной системой, водоразделом Каспийского и Балтийского бассейнов). Исток Волги может стать удобной остановкой на пути к замечательному историческому городу Торопцу, достаточно удаленному для экскурсионных маршрутов из Твери.

Таким образом, территория Волговерховья представляет огромные возможности для познавательного, паломнического, экологического, событийного туризма не только жителям Тверской области, других регионов России, но и туристам зарубежных стран.

Литература

1. Москвич Григорий. Иллюстрированный практический путеводитель по Волге. Одесса: Тип. Л. Нитче, 1902. 372 с. URL: <http://www.etomesto.ru/map/astrahan/1903-moskvich/volga-moskvich.pdf>
2. Сорокин А.С., Тусов А.В. Научное обоснование особо охраняемой природной территории в районе истока Волги // Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология». 2007. Вып. 6. № 22 (50). С. 240–246.
3. Музеи Верхневолжья. М.: Московский рабочий, 1981. 304 с.
4. Шульгин П.М. Роль музеев-заповедников в культурном и социально-экономическом развитии регионов России // Мир перемен. 2007. № 4. С. 157–167.

Literatura

1. Moskvich Grigorij. Illyustrirovanny'j prakticheskij putevoditel' po Volge. Odessa: Tip. L. Nitche, 1902. 372 s. URL: <http://www.etomesto.ru/map/astrahan/1903-moskvich/volga-moskvich.pdf>
2. Sorokin A.S., Tyusov A.V. Nauchnoe obosnovanie osobo ohranyaemoj prirodnoj territorii v rajone istoka Volgi // Vestnik TvGU. Seriya «Biologiya i e'kologiya». 2007. Vy'p. 6. № 22 (50). S. 240–246.
3. Muzei Verxnevolzh'ya. M.: Moskovskij rabochij, 1981. 304 s.
4. Shul'gin P.M. Rol' muzeev-zapovednikov v kul'turnom i social'no-e'konomicheskom razvitii regionov Rossii // Mir peremen. 2007. № 4. S. 157–167.

O.E. Shtele

**Geographical Features of Volgoverkhov Region
as an Object of Heritage and Tourism**

The article describes the geographical features of Volgoverkhov region. It is shown that the source of the Volga and the territory of Volgoverkhov region is not only a significant natural and cultural object, but also a tourist attraction for the history and image of the Russian Federation. Currently, the cultural and tourist potential of the source of the Volga is used extremely inadequately. A preliminary design for the development of the territory of the state natural reserve "Istok of the Volga River", aimed at preserving the natural and cultural landscapes, at the development of culture and tourism was proposed.

Keywords: source of the Volga; Tver region; cultural and natural heritage; specially protected natural area; strategy of tourist development.

Ю.В. Шерстобитов

Положение Ленинграда – Санкт-Петербурга в системе железнодорожных пассажирских перевозок

В статье рассмотрено положение города Санкт-Петербурга (бывший Ленинград) в системе железнодорожных транспортных коммуникаций, которое ощутимо отличается от положения в системе грузовых перевозок и подвергается изменениям в различные временные периоды. Данные изменения рассмотрены с конца 1950-х гг. и по настоящее время. Анализ трансформаций связей Ленинграда – Санкт-Петербурга проведен с помощью авторского метода коэффициента транспортной связности (*K_{тс}*) и пассажирско-транспортного районирования территорий, с которыми город связан железнодорожным сообщением. Наиболее основательно транспортное районирование проведено на территории бывшего СССР, что позволяет основываться на нем и при исследованиях связей других городов России с помощью метода *K_{тс}*.

Ключевые слова: география транспорта; транспортно-географическое положение; Санкт-Петербург; железнодорожный транспорт; пассажирские перевозки.

В географии транспорта одним из основополагающих понятий является разновидность экономико-географического положения (ЭГП) — транспортно-географическое положение (ТГП). Выдающийся советский географ Н.Н. Баранский констатировал, что чаще всего учитывается положение географического объекта по отношению к транспортным путям, и поэтому термин «транспортное положение», несмотря на то, что оно более узкое, часто употребляют вместо термина «экономико-географическое положение» [1: с. 133]. Согласно определению И.М. Маергойза, ТГП — «положение географического объекта относительно транспортной сети с учетом ее провозной способности, скорости и стоимости транспортировки» [9: с. 51].

Отечественная география транспорта основное внимание уделяет грузо-перевозкам, а работ, посвященных пассажироперевозкам и пассажирскому транспорту, крайне мало. Возможность применения количественных методов для определения ТГП до сих пор использовалась недостаточно. Положение определялось в основном с помощью качественных характеристик (менее / более выгодно и пр.), в то время как количественные оценки применялись редко. Из новых исследований стоит отметить анализ изменений пространственной структуры авиаперевозок в 1990–2000-е гг. С.А. Тархова, основанный на топологических методах и данных по пассажиропотокам [18], но недоступность статистики по пассажиропотоку железных дорог не позволила осуществить анализ пассажироперевозок и ТГП выделенных кластеров в полной мере. За последние

годы было проанализировано изменение транспортной доступности на примере сообщения между Санкт-Петербургом и Москвой, связанное с вводом новых типов сообщения, в частности, скоростного железнодорожного сообщения [8]; положение транспортных систем для населения на Дальнем Востоке [2], рассмотрена транспортная подвижность населения в различных регионах [17]. Но в целом изучение российских пассажирских связей, в том числе и Северной столицы, в данных работах крайне узконаправленное, а исследователи не заостряли внимания на железнодорожных пассажирских перевозках.

Небольшое количество результатов принесли и попытки выразить ТПП в количественных показателях. Некоторые ученые использовали только одну топологическую составляющую, например, показатель связности [19], в то время как был необходим синтез связности и удаленности, а другие делали упор только на показатели времени и расстояния [6]. Удаленность, связность и другие топологические характеристики использовал в ряде исследований В.Н. Бугроменко [4; 5]. В частности, он произвел расчет доступности узлов по отношению ко всей сети в некоторых регионах страны без рассмотрения пассажиропотоков, а оценивалась в целом только стоимость перемещений.

В современной социально-экономической ситуации в России исследования пассажирского транспорта играют важную роль, так как он объединяет различные регионы страны и является тем социальным элементом, без которого не может осуществляться жизнедеятельность государства. Железнодорожный транспорт, как известно, основной элемент единой транспортной системы России.

Цель данной работы — определить основные тенденции развития транспортно-географического положения Санкт-Петербурга в системе железнодорожных пассажирских перевозок.

Изучение ТПП Санкт-Петербурга при помощи рассмотрения его пассажирских железнодорожных связей позволит объяснить изменения в социальных и хозяйственных связях города. Чаще всего ТПП географических объектов относительно грузовых и пассажирских перевозок значительно отличается. Ленинград – Санкт-Петербург является регионом (городом федерального значения) России, где подобная особенность прослеживается очень хорошо. Город на Неве является транспортным узлом для грузоперевозок, поскольку именно здесь происходит массовая перевалка грузов, например, между морским и железнодорожным транспортом. В большинстве случаев для железнодорожных пассажирских перевозок Санкт-Петербург является тупиком, так как объем транзитного пассажиропотока небольшой и увеличился только в последние годы за счет открытия в 2003 г. сквозного Ладожского вокзала.

Материалы, методы

ТПП населенного пункта относительно пассажирских связей автор предлагает оценивать посредством использования метода коэффициента транспортной связности ($K_{тс}$), который должен показать, насколько тесными являются связи Санкт-Петербурга с другими частями России и зарубежными

странами в различные десятилетия. Для упрощения оценки осуществлено районирование территорий, с которыми город соединен железнодорожными пассажирскими связями. В основу пассажирского районирования РФ (рис. 1) легла схема «Экономические макрорайоны России» В.К. Бугаева [3: с. 53] как наиболее полно отвечающая целям транспортного районирования страны. Не учитывались поезда, курсирующие до городов, находящихся на территориях Новгородской и Псковской областей (Северо-Западный район).

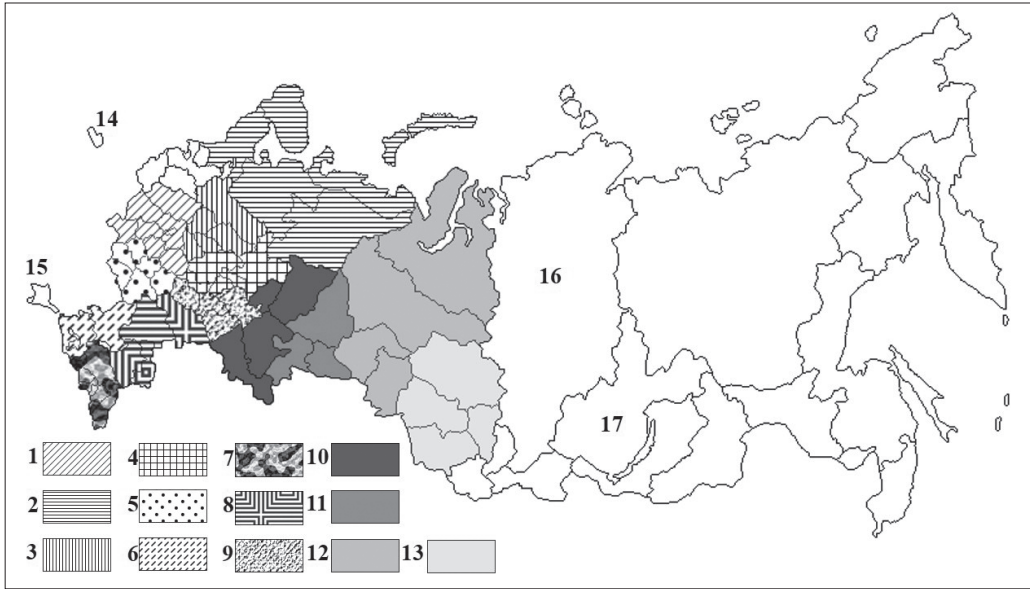


Рис. 1. Выделены районы, находящиеся на территории России и имеющие железнодорожные связи с Ленинградом – Санкт-Петербургом (автор Ю.В. Шерстобитов):

- 1 — Центральный; 2 — Северный; 3 — Верхневолжский; 4 — Волго-Вятский;
 5 — Центрально-Черноземный; 6 — Азово-Черноморский; 7 — Северо-Кавказский;
 8 — Нижневолжский; 9 — Средневолжский; 10 — Западно-Уральский;
 11 — Восточно-Уральский; 12 — Западно-Сибирский; 13 — Кузнецко-Алтайский;
 14 — Калининградский; 15 — Крым; 16 — Енисейский; 17 — Восточно-Сибирский

В таблице 1 указаны районы, находящиеся за пределами Российской Федерации, — в основном страны бывшего СССР и СЭВ.

Таблица 1

Районы, находящиеся за пределами России

Район	Территории, входящие в район
Белорусский	Белоруссия
Восточно-Украинский	Граница — по входящим в район Сумской, Полтавской, Черкасской и Одесской обл. Украины
Западно-Украинский / Молдавский	Граница — по входящим в район Черниговской, Киевской и Винницкой обл. Украины; Молдавия
Казахстанский	Казахстан
Узбекистанский	Узбекистан

Район	Территории, входящие в район
Закавказский	Армения, Азербайджан, Грузия
Прибалтийский	Латвия, Литва, Эстония
Северно-Европейский	Финляндия
Восточно-Европейский	Страны бывшего СЭВ
Западно-Европейский	Германия (в том числе бывшего ГДР), Австрия, Франция, Бельгия

Для формирования $K_{тс}$ была составлена таблица поправочных коэффициентов (K_n , табл. 2), из которой видно, что на $K_{тс}$ влияют такие факторы, как частота курсирования, сезонность, является ли для района поезд транзитным или он делает в нем конечную остановку.

Таблица 2

Поправочные коэффициенты (K_n)

Частота курсирования поездов (дней в неделю)	Круглогодичные поезда	Сезонные поезда	Прицепные вагоны / транзитные для районов поезда	Транзитные для районов прицепные вагоны и сезонные поезда / прицепные вагоны (сезонные)	Транзитные для районов прицепные вагоны (сезонные)
7 дней	1	0,5	0,4	0,2	0,1
6 дней	0,9	0,4	0,4	0,2	0,1
5 дней	0,8	0,3	0,4	0,2	0,1
4 дня	0,6	0,2	0,3	0,1	0,05
3 дня	0,4	0,2	0,3	0,1	0,05
2 дня	0,3	0,1	0,2	0,1	0,05
1 день	0,2	0,05	0,1	0,05	0,01
Чет. / нечет.	0,5	0,2	0,3	0,1	0,05
По особому назначению	0,1	0,05		0,01	

Полученная сумма K_n каждого района позволит увидеть его $K_{тс}$ и долю в общем железнодорожном потоке из Петербурга и определить ТГП последнего. К примеру, в 1991 г. с Нижневолжским районом Ленинград связывали ежедневный поезд из/до Волгограда — $K_n = 1$, поезд из/до Астрахани, курсирующий по нечетным дням — $K_n = 0,5$, транзитом через Саратов и Астрахань проходил состав 549 / 550 (летний, три дня в неделю) — $K = 0,1$. Следовательно, районный $K_{тс} = 1 + 0,5 + 0,1 = 1,6$ (1,5 % от итогового коэффициента $K_0 = 109,1$).

Временной период исследования: время зарождения конкуренции железнодорожного и авиатранспорта, конец 1950-х гг. – 2016 г.

Результаты

Районы, связанные крепкими железнодорожными связями с Санкт-Петербургом. При упоминании связи с *Центральным районом* речь идет в первую очередь о сообщении с Москвой, так как это направление положило начало созданию общегосударственной железнодорожной сети, две столицы исторически связывало наибольшее число железнодорожных пассажирских маршрутов.

Весь рассматриваемый период район оставался абсолютным лидером по размеру *Kmc* (табл. 3), что свидетельствует о наибольшей мощности связей Петербурга именно с Москвой. До конца 1990-х гг. ленинградские поезда в южные районы страны уходили через станцию Поварово I по соединительной ветке с Большим кольцом МЖД; в восточные районы — курсировали либо через Вологду, либо через узловую станцию Сонково и Рыбинск. В последние два десятилетия подавляющая часть транзитного пассажиропотока из Санкт-Петербурга следует через московские вокзалы.

Таблица 3

Коэффициенты транспортной связности с Центральным районом с 1962 по 2016 г.

Год	1962	1978	1985	1991	1995	2009	2016
<i>Kmc</i>	14,7	22,8	26,35	25,9	25,15	27,25	34,3
% от <i>Ko</i> *	23,4	23,4	24,9	23,7	26,4	28,2	35,9

Примечание: * *Ko* — итоговый коэффициент.

В начале 1960-х гг. между Ленинградом и Москвой курсировало 11 ежедневных поездов и несколько — по особому назначению; через день курсировал поезд из/до Вязьмы. Транзитом через Лихославль, Вязьму и Брянск перемещались ежедневные поезда в Крым, южные области Украины и на юг РСФСР (сочинский и кисловодский поезда) [14].

С увеличением пассажиропотока к середине 1970-х гг. укрепились и пассажирские связи с районом: количество ежедневных московских поездов увеличилось до четырнадцати (плюс три летних); появились существующие и ныне прямые связи с Брянском, Осташковом и Ржевом [15]. Значительную часть *Kmc* (5,9 от 22,8) составляли транзитные поезда, курсирующие через станции Бологое, Поварово и Брянск (либо по направлениям Бологое – Сонково, Бологое – Ржев, Бологое – Поварово – Рязань). *Kmc* увеличился, однако в связи с увеличением числа поездов, связывающих Ленинград с другими районами, процент Центра остался прежним.

1980-е гг. характеризуются появлением скоростных поездов, в том числе и ЭР-200, способного развивать скорость до 200 км/ч. В 1985 г. *Kmc* района достиг своего максимума за советский период: его основу составляли 18 московских ежедневных поездов, поезд из/до Брянска и транзитные поезда [20], количество которых значительно увеличилось. В 1990-е гг. железнодорожный *Kmc* района остался почти неизменным, несмотря на не самую благоприятную

социально-экономическую ситуацию. С ее улучшением картина железнодорожного сообщения кардинально изменилась: с начала 2000-х гг. петербургские поезда стали курсировать напрямую через Москву, а после ввода в эксплуатацию высокоскоростных поездов типа «Сапсан» (декабрь 2009 г.) к 2016 г. *Кмс* района стал рекордным (табл. 3). Увеличение доли района почти на 8 % является признаком пространственного сжатия связей Петербурга.

Ввиду географической близости *Северного района* к городу на Неве число поездов, курсирующих из района и до него, всегда было велико. В 1962 г. между Мурманском и Ленинградом круглогодично и ежедневно следовали два поезда, по одному курсировало из/до Кеми и Петрозаводска. На восток следовали ежедневные поезда из/до Архангельска и Котласа с прицепными вагонами, связывающими с Сосногорском, Воркутой и Северодвинском [19]. Начало 70-х гг. было ознаменовано увеличением числа пассажирских составов с конечной остановкой в Петрозаводске (два ежедневных и летний) и уменьшением — до Архангельска [15]. К концу 1980-х гг. сократилось число петрозаводских поездов и появился поезд до Костомукши, что было связано с развитием города и горно-обогатительного комбината в нем [10: с. 35]. *Кмс* района за советское время оставался стабильным (рис. 2).

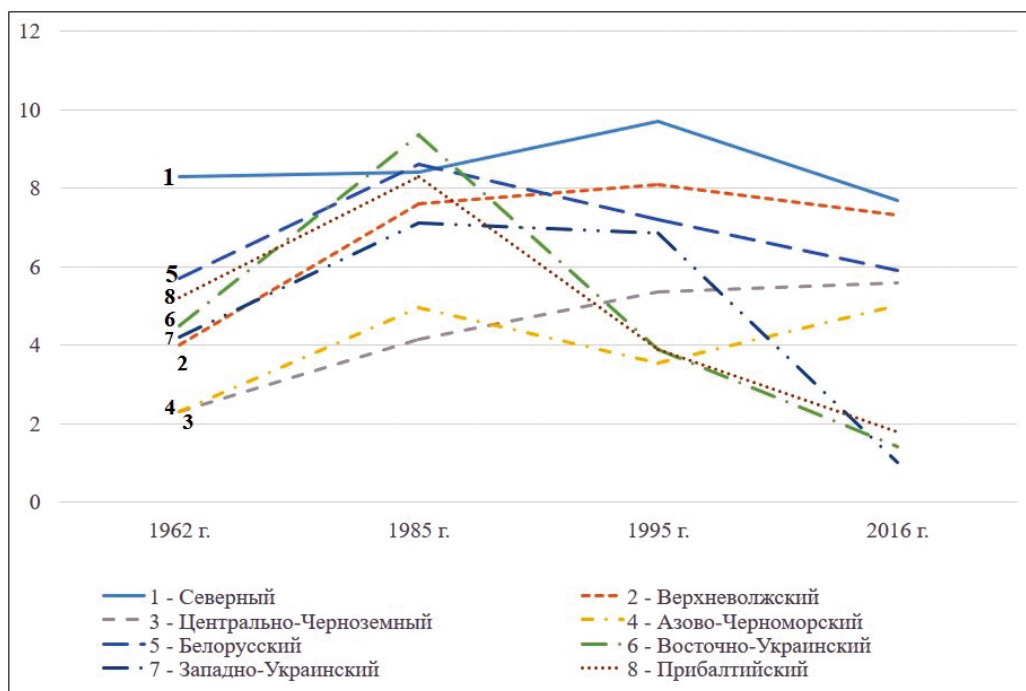


Рис. 2. Динамика коэффициента транспортной связности районов, имеющих наибольший средний коэффициент с 1962 по 2016 г. (кроме Центрального района)

После распада СССР был восстановлен петрозаводский маршрут; поезд «Арктика» стал следовать без захода в Петербург; с Московского вокзала до Мурманска стал курсировать поезд 55/56 [12]. К концу 90-х гг. число пассажирских

поездов на отрезке Мурманск – Петербург достигло максимума: 2 скорых, 2 пассажирских и почтово-багажный. Продолжили курсировать поезда до Костомукши, Архангельска и Котласа. К 2009 г. сократилась частота их курсирования, упал *Kmc*. В это же время наметилась тенденция к увеличению транзитных поездов, что связано с пуском их через новый «сквозной» Ладожский вокзал. На данный момент *Kmc* формируют скоростные электропоезда «Ласточка» до Петрозаводска, увеличена частота курсирования поездов в Архангельск и Мурманск, пущены в обращение поезда до Воркуты и Микуни [11]. Связь с районом продолжает «сжиматься».

Верхневолжский район является одним из тех, в котором *Kmc* транзитных и совершающих конечную остановку поездов примерно равен. С 1970-х гг. и по настоящее время курсируют ежедневные поезда: вологодский «Белые ночи», ивановский «Текстильный край» и летний ярославский. В разное время находились в обращении поезда, связывающие Петербург с Рыбинском и станцией Шарья (1975, 2009–2016 гг.), прицепные вагоны до Углича и Костромы (нет в 2016 г.) [11; 13; 15]. Основную часть *Kmc* составляют транзитные поезда в восточные регионы, курсирующие через Череповец и Вологду на севере района, Ярославскую и Владимирскую области — на юге. В последние десятилетия большее количество поездов стало проходить через Владимир и Ковров, а не через северный «коридор», т. е. Москва проявляет себя как аттрактор петербургских пассажирских связей.

Типичным транзитным районом является *Центрально-Черноземный*. Петербургских поездов, имеющих в нем конечную остановку, крайне мало, до 1980-х гг. таковые отсутствовали вовсе; позже по четным числам запущен поезд из/до Воронежа. В советское время большое количество поездов на восток Украины курсировало через станции Льгов (Курская обл.) и Готня (Белгородская обл.) (*Kmc* = 3,8 из итогового *Kmc* = 4,15, 1978 г.; 2,75 из 4,15, 1985 г.), часть поездов проходила через Курск. Через Тамбов с 1970-х гг. следовали волгоградские и астраханские поезда, через Воронеж — кавказские [15; 16]. *Kmc* вырос с появлением в начале 1990-х гг. ежедневного курского поезда. На данный момент курсируют два белгородских поезда и один воронежский [11]. В связи с событиями последних лет на востоке Украины, транзитные поезда стали курсировать через Липецк, Воронеж и Лиски, либо через Орел и Курск, следовательно, произошло смещение связей с запада на восток и транспортное значение Центрально-Черноземного района возросло (см. рис. 2).

На связи Петербурга с *Азово-Черноморским районом* всегда оказывало большое число курортных зон. Если в 1960-е гг. железнодорожная связь Ленинграда с этим районом состояла из ежедневного поезда из/до Сочи и одного прицепного вагона (*Kmc* = 2,3) [14], то через десятилетие *Kmc* вырос (8,5) благодаря поездам до Адлера, Новороссийска и Анапы [15]. Важную роль в формировании *Kmc* играют и транзитные поезда, которые курсируют через Ростов до Кисловодска и других северокавказских городов, следовательно, события 1990–2000-х гг. снизили и транзит. На данный момент *Kmc* района

вырос (см. рис. 2) в связи с увеличившейся после Сочинской Олимпиады 2014 туристической привлекательностью региона, усилена роль транзитных пассажироперевозок (появились связи с Дагестаном и Северной Осетией) [11].

Белоруссия — бывшая советская республика, железнодорожная связь Северной столицы с которой, ввиду близости и транзита поездов на Украину в страны Восточной Европы, имеет высокий *K_{тс}*. В 1962 г. *K_{тс}* был третьим (5,7) после Центра и Севера, состоял из поездов, соединяющих Ленинград с Гомелем, Минском (ежедневно, с Витебского вокзала), Гродно и Полоцком (чет. / нечет.) [14]. Транзитные поезда, проходящие через Витебск и Гомель на восток Украины, а также через Барановичи и Гродно — в Восточную Европу, составляли ровно половину *K_{тс}*. В последующие два десятилетия увеличился пассажирский транзит — он стал составлять 75 % от *K_{тс}* района. Прямая пассажирская связь с Беларуссией с 1990-х гг. претерпела незначительные изменения, однако *K_{тс}* района с этого времени постепенно снижается, что связано с уменьшением украинского транзита.

Восточно-Украинский район в последние два советских десятилетия занимал третье место по величине *K_{тс}* (9,6–9,8). Если в начале 1960-х гг. в обращении находились только два ежедневных поезда, связывающих Ленинград с Одессой и Ждановом (Мариуполем) и летний до Харькова [14], то через десятилетие появились поезда до Жданова, Днепропетровска, Николаева и два — до Одессы [15], через Харьков проходил большой поток «южных» поездов. «Харьковский транзит» по размеру *K_{тс}* превосходил показатель поездов, имеющих конечную остановку в Восточно-Украинском районе. Через Харьков и ст. Лозовая следовали поезда ростовского направления (*K_{тс}* = 5,05 из 9,8; 1978 г.), через Харьков и Запорожье — крымские поезда, либо летние, переправлявшиеся через Керченскую переправу. Распад СССР разрушил железнодорожные связи с Украиной. В несколько раз сократился транзит, уменьшилась частота курсирования прямых рейсов. Во время событий 2014 г. все поезда на восток Украины были отменены, кроме харьковского и прицепных вагонов к киевскому поезду [13], — *K_{тс}* снизился до минимума, произошло стягивание связей с запада на восток.

Подобным образом изменились и железнодорожные связи Санкт-Петербурга и *Западно-Украинского / Молдавского района*. В советское время связь Ленинграда с этим районом была крепкая: курсировали два ежедневных киевских поезда, по одному — до Львова (с 1960-х гг.) и Кишинева (с 1970-х гг.), с курортом Трускавец Ленинград связывал летний поезд [14; 15]. Относительно стабильным был уровень *K_{тс}* до недавнего времени, пока не было отменено еще несколько поездов, а в 2014 г. остались поезда только до столиц Украины и Молдавии, курсирующие через день [11].

Прибалтийский является ближайшим к Петербургу «внешним» районом. В советское время по размеру *K_{тс}* он мог сравниться с Белорусским районом, однако, в отличие от последнего, после 1991 г. В железнодорожных связях Петербурга с ним отмечен большой спад. В 1960-е гг. вокзалы тогдашнего

Ленинграда отправляли и принимали ежедневные поезда до Таллина, Риги и Нарвы [14]. С 1970-х гг. до распада Союза со столицей Эстонской ССР Ленинград связывало три ежедневных поезда, с латвийской столицей — ежедневный и летний, литовской — летний [15]. Беспересадочные вагоны соединяли город на Неве с Клайпедой и Друскининкаем; транзит представлял собой поезда на Западную Украину. В 1990-е гг. сократилась частота курсирования поездов на данном направлении, уменьшился транзит, отменены прицепные вагоны — произошло трехкратное сокращение связей. К 2009 г. остался транзитный для Петербурга поезд из Москвы, связывающий столицу с Таллином и два ежедневных поезда в Ригу и Вильнюс [13]; в 2015 г. последний отменен из-за низкой популярности [7].

Менее значимые районы

Железнодорожное пассажирское сообщение с *Калининградским районом*, состоящим из одноименной эксклавной области, наиболее стабильным в период с 1962 по 2009 г. — Санкт-Петербург с Калининградом связывал ежедневный поезд 79/80, ныне курсирующий лишь четырежды в неделю [11], что связано с возросшей популярностью авиасообщения на данном направлении. После распада СССР пассажиры поезда были вынуждены проходить пограничный контроль с Литвой четыре раза, что существенно увеличило время в пути.

В советское время *Кмс Северо-Кавказского района* был стабилен, формировался он благодаря вышеупомянутому кисловодскому поезду, летнему поезду из/до Дербента, прицепным вагонам, транзитному поезду, связывающему Ленинград с Баку [14; 15; 20]. В середине 1990-х гг. дербентский и бакинский поезда в связи с обстановкой на Северном Кавказе были отменены [12], что привело к снижению *Кмс*, который вновь вырос в 2000-е гг. после урегулирования конфликта и пуска поездов до Владикавказа и Махачкалы [11].

Волго-Вятский является типичным транзитным районом, так как именно через него проходят поезда в восточные регионы Российской Федерации, идущие из северной столицы через Верхневолжский (Вологда / Владимир / Ярославль) район. Основным узлом на его территории является г. Киров, принимающий поезда, идущие как через Вологду, так и через Владимир и Нижний Новгород. Весь рассматриваемый период Ленинград (Санкт-Петербург) связывал с Нижним Новгородом (Горьким) ежедневный поезд.

Связь с *Нижневолжским районом* стала наблюдаться лишь с 1980-х гг., когда появился поезд, курсировавший по нечетным дням между Ленинградом и Астраханью, и прицепные вагоны до Волгограда, которые вскоре были заменены на скорый ежедневный поезд [16; 20]. По сей день эти поезда и составляют *Кмс* района.

Петербургских поездов, имеющих конечную остановку в *Средневолжском районе*, относительно немного. До 1990-х гг. таковыми являлись летний поезд до Самары (Куйбышева) и прицепные вагоны до Ульяновска. В последние годы

Кмс увеличился за счет пуска ежедневного поезда из Петербурга до Казани и ставшего круглогодичным самарского поезда с вагонами до Тольятти [13]. Транзит ранее состоял из поезда до Челябинска и Уфы, ныне — из двух уфимских поездов.

В советское время *Кмс* транзитного *Западно-Уральского района* (1–2,1) составляли прицепные вагоны до Ижевска и Уфы, которые в 1990-е гг. трансформировались в пассажирские поезда [12; 20]. С 2016 г. курсируют два уфимских поезда, один ижевский и прицепные вагоны до Оренбурга. Но основу *Кмс* района составляют поезда, проходящие транзитом через Пермь (их суммарный *Кмс* в 1985 г. составлял 1,6, в 2016 г. — 2,1).

Города *Восточно-Уральского района* являются крайним восточным пунктом для многих петербургских поездов. До 1991 г. Ленинград со Свердловском связывал ежедневный поезд и дополнительные летние, с Челябинском — поезд, курсирующий четыре раза в неделю. В 1990–2000-е гг. осуществлялось сообщение с Нижним Тагилом (поезд) и Курганом (прицепные вагоны), в 2016 г. связь поддерживается благодаря екатеринбургскому фирменному ежедневному поезду «Демидовский экспресс» и челябинским поездам — 145/146 (нечетные дни) и 191/192 (летнему, дополнительному) [11]. Транзит района — поезда в Сибирь и Казахстан (отменен).

В последние годы *Кмс Западно-Сибирского района* увеличился в связи с появлением поезда, связывающего Северную столицу по нечетным дням с Тюменью (также появились прицепные вагоны до Нового Уренгоя). Соседний Кузнецко-Алтайский район в 1960-е гг. с Ленинградом связывал летний томский поезд, который в следующем десятилетии продлили до Иркутска [14; 15]. В 1995 г. связь усилилась — появился поезд до Новосибирска, курсирующий по четным дням [12], позже маршрут был продлен до Новокузнецка [11]. Беспересадочная пассажирская связь Петербурга с востоком Сибири и Дальним Востоком в настоящее время осуществляется только с помощью авиатранспорта, лишь на рубеже 1970–1980-х гг. курсировал летний поезд, соединяющий Ленинград с Иркутском [13; 15].

Более 50 лет Ленинград с *Крымом* (Севастополь) связывал ежедневный скорый поезд с прицепными вагонами, в советское время — еще один, пассажирский 315/316 [14; 15]. Симферополь с Ленинградом связывал ежедневный поезд, в летнее время запускались маршруты до Евпатории и Феодосии, транзитом через Керченскую переправу проходили поезда в Анапу. В 1990–2000-е гг. произошло сжатие связей на данном направлении, что было связано с переводом поездов (кроме севастопольского) на летний график. В 2015 г. железнодорожное сообщение с Крымом было прервано в связи с блокадой полуострова со стороны Украины, его планируется восстановить вместе со вводом в эксплуатацию моста через Керченский пролив.

Кмс Казахстана в данный момент формируют транзитные сибирские поезда, проходящие через Петропавловск; с 1980-х гг. по 2016 г. курсировал поезд 39/40, связывающий Северную столицу с Алма-Атой [20], позже — с Астаной [13].

В 2016 г. в связи с оптимизацией пассажироперевозок казахстанская сторона отменила данный поезд. Связь Ленинграда (Санкт-Петербурга) с республиками *Средней Азии* осуществлялась посредством авиасвязи, только в конце 1970-х гг. и в конце 2000-х гг. курсировал летний поезд из/до Ташкента [15].

С *Закавказским районом* до распада СССР Ленинград связывали летние поезда до Сухуми и Баку и различные прицепные вагоны (до Еревана, Тбилиси, Телави) [15]. Но в первой половине 1990-х гг., во время кавказских событий, поезда были отменены, в 2009 г. бакинский поезд курсировал раз в неделю [13], в 2016 г. в обращении находится только летний абхазский поезд [11].

Связь Ленинграда с *Северно-Европейским районом* в 1970-х гг. представляла собой прицепные вагоны между Москвой и Хельсинки, совершающие перецепку на Московском вокзале. Позже появился фирменный поезд «Лев Толстой» с аналогичным маршрутом, для ленинградских пассажиров была сделана остановка на ст. Ручьи. До 2010 г. Между Санкт-Петербургом и Хельсинки курсировал фирменный поезд № 33/34 [13]. Два данных поезда и формировали *Кмс* до недавнего времени, когда последнему поезду на смену пришли четыре скоростных электропоезда «Аллегро».

Связь Ленинграда (Санкт-Петербурга) с *Восточной и Западной Европой* в разное время осуществлялась посредством беспересадочных вагонов до Берлина, Варшавы (до 2009 г.), Будапешта, Бухареста, Софии, Дрездена (1970–1990-е гг.), Парижа (1978 г.), Кельна (1985 г.), Ганновера (1991 г.), Брюсселя, Гдыни (1990-е гг.), Варны, Загреба, Констанцы (2000-е гг.), Праги (курсирует по сей день), Вены (2016 г.).

Выводы

За последние полвека положение города Санкт-Петербурга (Ленинграда) в системе железнодорожных пассажирских транспортных коммуникаций подверглось коренным изменениям.

Анализ с помощью метода коэффициента транспортной связности (*Кмс*) показал, что весь рассматриваемый период времени наиболее крепкие связи у Ленинграда – Санкт-Петербурга складывались с Центральным районом (Москвой). Кроме того, мощность связей со столицей за последние пятнадцать лет увеличилась: если до конца 90-х гг. ленинградские транзитные поезда шли в обход столицы, то ныне они курсируют через ее вокзалы. За рассматриваемый период коэффициент связности вырос в 2,5 раза — с 14,7 в 1961 г. до 34,3 в 2016 г. Основной рост пришелся на XXI в., что свидетельствует об усугубившейся в последние годы гиперцентрализации страны.

Также на железнодорожные пассажирские связи города повлиял фактор «соседского положения». Более высокий коэффициент транспортной связности имеют соседние с Северо-Западом районы: Белорусский, Северный, Прибалтийский (до распада СССР) и Центральный, так как на близких расстояниях пассажиры предпочитают авиационному транспорту железнодорожный и главную роль играет не скорость, а стоимость билета.

Пиковый показатель общего коэффициента Ленинграда (133) пришелся на 1991 г., когда произошло наибольшее расширение железнодорожных связей. На тот момент наиболее крепкими были связи с Центром, Белорусской ССР, Севером, Прибалтикой, Восточной Украиной, Верхневолжским и Центрально-Черноземными районами. Последние три района и Центр являлись в тот период крупнейшими по размеру ленинградского пассажирского транзита. Однако с 1990-х гг. в связи с распадом СССР и последовавшим рядом событий социально-экономического характера произошло «сжатие» пассажирских связей, которое наиболее сильно проявилось в последние годы. Значительно сократился *Кмс* Прибалтийского района (с 7,3 в 1991 г. до 1,8 в 2016 г.), Восточной Украины (9,6 / 1,3), Закавказья (2,1/0,3), количество прицепных вагонов в Европу сократилось до минимума. Разорвана прямая связь Петербурга со столицами Литвы, Казахстана и Азербайджана, до предела сокращены украинские поезда, связь с Крымом полностью перекрыта. Из зарубежных стран коэффициент вырос в связи с расширением железнодорожного сообщения с соседней Финляндией, т. е. северно-европейское направление стало играть не меньшую роль, чем западное.

Связь с внутрироссийскими районами в большинстве случаев осталась на уровне 1991 г. Поезда перестали связывать Петербург с Енисейским и Прибайкальским районами, что свидетельствует о транспортном разъединении страны на запад и восток, так как из прямых контактов с Восточной Сибирью у многих городов Центральной России (в том числе и Северной столицы) остались только авиарейсы.

Снижение дальности пассажироперевозок свидетельствует об уменьшении влияния Санкт-Петербурга на пространственную структуру общества. Одновременно происходит «стягивание» пространства — усиление связей с Центром и их ослабление за пределами европейской части России. Таким образом, на примере рассмотрения коэффициента транспортной связности Санкт-Петербурга можно увидеть, что реальный уровень связности общества снижается, а не растет, как это зачастую представляется в массовом сознании, при этом пространственная структура железнодорожного сообщения упрощается.

Литература

1. Баранский Н.Н. Становление советской экономической географии. М.: Мысль, 1980. 287 с.
2. Бардаль А.Б. Доступность транспорта для населения на Дальнем Востоке России // Региональная экономика: теория и практика. 2015. № 46 (421). С. 42–53.
3. Бугаев В.К. Социально-экономическая регионалистика. СПб.: Изд-во «ВВМ», 2007. 263 с.
4. Бугроменко В.Н. Транспорт в территориальных системах. М.: Наука, 1987. 110 с.
5. Бугроменко В.Н. Экономическая оценка транспортно-географического положения народнохозяйственных объектов // Известия АН СССР. 1981. № 5. С. 66–79.

6. Булаев В.М., Новиков А.Н. Географическое положение как предмет исследования конкретной территории. Улан-Удэ: изд-во БНЦ СО РАН, 2002. 140 с.
7. Литва закрывает железнодорожный маршрут Вильнюс – Санкт-Петербург. URL: <http://tass.ru/ekonomika/1761245> (дата обращения: 01.09.2016).
8. Ляшенко Е.В. Влияние новых форм организации пассажирских перевозок между Москвой и Санкт-Петербургом на их транспортную доступность // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2014. № 3. С. 30–34.
9. Маергойз И.М. Территориальная структура хозяйства. Новосибирск: Наука, 1986. 300 с.
10. Мартынов В.Л., Епихин А.А., Кононова Г.А. Историческая география Северо-Запада. СПб, 2008. 187 с.
11. Официальный сайт РЖД. URL: <http://rzd.ru/> (дата обращения: 01.09.2016).
12. Расписание движения пассажирских поездов / под ред. Г.В. Фомина. М., 1995. 576 с.
13. Расписание движения пассажирских поездов / под ред. А.В. Костромина. М., 2009. 676 с.
14. Расписание движения пассажирских поездов на 1962 год / под ред. Б.А. Таулина. М.: Трансжелдориздат, 1962. 278 с.
15. Расписание движения пассажирских поездов дальнего следования на 1978 год // Ленинградская правда. 1978. 7 июня (№ 132). С. 4.
16. Расписание движения пассажирских поездов на 1991 г. / под ред. Г.В. Фомина. М.: Транспорт, 1990. 581 с.
17. Семина И.А. Транспортная подвижность населения как социально-территориальная проблема (теоретико-практический аспект) // Трансформация социальных отношений в региональном социуме. VI Сухаревские чтения: материалы Всерос. науч.-практ. конференции с международ. участием. Саранск, 2016. С. 177–182.
18. Тархов С.А. Изменение связности пространства России (на примере авиапассажирского сообщения). М.; Смоленск: Ойкумена, 2015. 154 с.
19. Топчиев А.Г. Формализованный анализ и оценка транспортно-географического положения городов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1974. № 4. С. 47–54.
20. Указатель железнодорожных пассажирских сообщений на 1983–1986 гг. / под ред. Б. А. Таулина. М.: Транспорт, 1983. 799 с.

Literatura

1. Baranskij N.N. Stanovlenie sovetskoj e'konomicheskoy geografii. M.: My'sl', 1980. 287 s.
2. Bardal' A.B. Dostupnost' transporta dlya naseleniya na Dal'nem Vostoke Rossii // Regional'naya e'konomika: teoriya i praktika. 2015. № 46 (421). S. 42–53.
3. Bugaev V.K. Social'no-e'konomicheskaya regionalistika. SPb.: Izd-vo «VVM», 2007. 263 s.
4. Bugromenko V.N. Transport v territorial'ny'x sistemax. M.: Nauka, 1987. 110 s.
5. Bugromenko V.N. E'konomicheskaya ocenka transportno-geograficheskogo polozheniya narodnohozyajstvenny'x ob'ektov // Izvestiya AN SSSR. 1981. № 5. С. 66–79.
6. Bulaev V.M., Novikov A.N. Geograficheskoe polozhenie kak predmet issledovaniya konkretnoj territorii. Ulan-Ude': Izd-vo BNC SO RAN, 2002. 140 s.
7. Litva zakry'vaet zheleznodorozhny'j marshrut Vil'nyus – Sankt-Peterburg. URL: <http://tass.ru/ekonomika/1761245> (data obrashheniya: 01.09.2016).

8. *Lyashenko E.V.* Vliyanie novy'x form organizacii passazhirskix perevozok mezhdru Moskvoy i Sankt-Peterburgom na ix transportnyuyu dostupnost' // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2014. № 3. S. 30–34.
9. *Maergojz I.M.* Territorial'naya struktura xozyajstva. Novosibirsk: Nauka, 1986. 300 s.
10. *Marty'nov V.L., Epixin A.A., Kononova G.A.* Istoricheskaya geografiya Severo-Zapada. SPb, 2008. 187 s.
11. Oficial'ny'j sajt RZhD. URL: <http://rzd.ru/> (data obrashheniya: 01.09.2016).
12. Raspisanie dvizheniya passazhirskix poezdov / pod red. G.V. Fomina. M., 1995. 576 s.
13. Raspisanie dvizheniya passazhirskix poezdov / pod red. A.V. Kostromina. M., 2009. 676 s.
14. Raspisanie dvizheniya passazhirskix poezdov na 1962 god / pod red. B.A. Taulina. M.: Transzheldorizdat, 1962. 278 s.
15. Raspisanie dvizheniya passazhirskix poezdov dal'nego sledovaniya na 1978 god // Leningradskaya pravda. 1978. 7 iyunya (№ 132). S. 4.
16. Raspisanie dvizheniya passazhirskix poezdov na 1991 g. / pod red. G.V. Fomina. M.: Transport, 1990. 581 s.
17. *Semina I.A.* Transportnaya podvizhnost' naseleniya kak social'no-territorial'naya problema (teoretiko-prakticheskij aspekt) // Transformaciya social'ny'x otnoshenij v regional'nom sociume. VI Suxarevskie chteniya : materialy' Vseros. nauch.-prakt. konferencii s mezhdunarod. uchastiem. Saransk, 2016. S. 177–182.
18. *Tarxov S.A.* Izmenenie svyaznosti prostranstva Rossii (na primere aviapassazhirskogo soobshheniya). M.; Smolensk: Ojkumena, 2015. 154 s.
19. *Topchiev A.G.* Formalizovanny'j analiz i ocenka transportno-geograficheskogo polozheniya gorodov // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 1974. № 4. S. 47–54.
20. Ukazatel' zheleznodorozhny'x passazhirskix soobshhenij na 1983–1986 gg. / pod red. B. A. Taulina. M.: Transport, 1983. 799 s.

Yu. V. Sherstobitov

The Position of Leningrad – St. Petersburg in the System of Railway Passenger Transportations

The article deals with the place that St. Petersburg (former Leningrad) takes in the system of railway transport communications, which differs to a great extent from its position in the system of freight transportations and undergoes considerable changes in different time periods. These changes are considered for the time period from 1950s to the present moment. The analysis of the transformations of links of Leningrad – St. Petersburg position in the system of railway passenger transportation have been studied by means of the method of the coefficient of transport connectivity (the CTC method) created by the author of the article and passenger transport zoning of the territories which are connected with the city by rail. The transport zoning in the most thorough way has been conducted on the territory of the former Soviet Union, which enables us to be based on it also when researching the railway connections of other cities of Russia using the CTC method.

Keywords: transport geography; transport and geographical position; Saint Petersburg; railway transport; passenger transportations.

Ф И З И К А

В.А. Бубнов

О скорости распространения энергии в гидродинамических течениях

В работе приводится вывод формулы скорости распространения энергии в гидродинамических течениях идеального газа, уравнения движения которого используются в формуле, предложенной автором данной статьи в его ранних работах. Эта формула в частных случаях переходит в формулу Н.А. Умова, которую он получил для несжимаемой жидкости. В работе также получены формулы, определяющие зависимость плотности от составляющих гидродинамической скорости, из которых следует, что величина плотности неограниченно возрастает при приближении указанных скоростей к скорости звука.

Ключевые слова: энергия; скорость; жидкость; второй закон Ньютона; плотность; давление; масса частицы.

Проблема раскрытия общей связи между распределением и движением энергии в средах и перемещениями частиц независимо от частных форм движений впервые сформулирована выдающимся русским физиком Н.А. Умовым (1846–1915) в его докторской диссертации под названием: «Уравнения движения энергии в телах» [9]. Им же определен и путь решения этой формулы.

Суть рассуждений Умова такова. Количество энергии в элементе объема среды, отнесенное к единице объема, названо им плотностью энергии в данной точке среды. Действительно, обозначим через E плотность энергии в произвольной точке среды, а через g_x , g_y , g_z скорости, с которыми движется энергия вдоль осей x , y , z в рассматриваемой точке среды. Очевидно, что элемент объема среды равен $dx dy dz$. При введенных обозначениях количества энергии, входящими и выходящими через различные стороны элемента будут:

через сторону $dy dz$ и ей параллельную:

$$E g_x dy dz \text{ и } - \left[E g_x + \frac{\partial}{\partial x} (E g_x) dx \right] dy dz;$$

через сторону $dx dz$ и ей параллельную:

$$E g_y dx dz \text{ и } - \left[E g_y + \frac{\partial}{\partial y} (E g_y) dy \right] dx dz;$$

через сторону $dx dy$ и ей параллельную:

$$E g_z dx dy \text{ и } - \left[E g_z + \frac{\partial}{\partial z} (E g_z) dz \right] dx dy.$$

Произведем построчное сложение вышеприведенных соотношений, после чего получим следующие величины потоков энергии. А именно выражение:

$$-\frac{\partial}{\partial x}(Eg_x) dx dy dz,$$

определяющее величину потока энергии, прошедшей через сторону $dx dz$ в направлении оси x . Аналогично в направлении оси y :

$$-\frac{\partial}{\partial y}(Eg_y) dx dy dz,$$

и в направлении оси z :

$$-\frac{\partial}{\partial z}(Eg_z) dx dy dz.$$

Сумму этих потоков Н.А. Умов приравняет к величине

$$\frac{\partial E}{\partial t} dx dy dz,$$

которая определяет изменение количества энергии $E dx dy dz$ в элементе объема со временем t . Далее после сокращения величины энергии на величину $dx dy dz$, Умов получает следующее равенство:

$$\frac{\partial E}{\partial t} = - \left[\frac{\partial}{\partial x}(Eg_x) + \frac{\partial}{\partial y}(Eg_y) + \frac{\partial}{\partial z}(Eg_z) \right]. \quad (1)$$

Это соотношение, по мнению Н.А. Умова, показывает, как величина E , поступившая в единицу времени t в выделенной объем, перераспределяется в потоках энергии в направлении осей x , y , z .

После умножения обеих частей соотношения (1) на величину объема $d\omega = dx dy dz$ и интегрирования на всю среду получаем вместо (1):

$$\iiint \frac{\partial E}{\partial t} d\omega + \iiint \left[\frac{\partial}{\partial x}(Eg_x) + \frac{\partial}{\partial y}(Eg_y) + \frac{\partial}{\partial z}(Eg_z) \right] d\omega = 0. \quad (2)$$

Тройные интегралы, входящие в (2) говорят о том, что данное соотношение есть закон сохранения энергии в форме, установленной Н.А. Умовым. Скорость распространения энергии, входящая в (2) через составляющие g_x , g_y , g_z , подлежит определению; при этом $g^2 = g_x^2 + g_y^2 + g_z^2$. Чтобы это сделать, Н.А. Умов законы движения различных сред специальным приемом преобразовывает в законы движения энергии для указанных сред, форма которых совпадает с соотношением (2).

Продемонстрируем этот прием Умова на примере вывода уравнения движения энергии в гидродинамических течениях. Для этого воспользуемся следующей новой формой уравнения движения жидкости, лишенной трения, предложенной автором в работах [2; 3; 4]:

$$\left. \begin{aligned} c \frac{du}{dt} - c_1 u \operatorname{div} \vec{V} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}, \\ c \frac{dv}{dt} - c_1 v \operatorname{div} \vec{V} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}, \\ c \frac{dw}{dt} - c_1 w \operatorname{div} \vec{V} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Здесь — вектор гидродинамической скорости, составляющие которого u , v , w вдоль осей x , y , z соответственно: ρ — плотность жидкости, p — гидростатическое давление, а через формулу

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

обозначен оператор полной производной, введенный в гидродинамику Эйлером. Уравнение (3) получено автором [2] на основе следующих представлений. Известно, что уравнения гидродинамики выводятся из второго закона движения Ньютона, сформулированного для материальной точки. Однако Ньютон в своем сочинении [8] не представил формульный вид данного закона, а изложил только его следующую формулировку [8: с. 40]: «изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует».

В рамках этой формулировки при выводе уравнений гидродинамики [2; 3; 4] формула второго закона Ньютона написана так:

$$c \frac{d}{dt} (m \vec{V}) = \vec{F}, \quad (4)$$

где m — масса материальной точки, \vec{V} — вектор ее скорости, \vec{F} — вектор действующей силы, а c — коэффициент пропорциональности, который в рамках существующей системы единиц есть некое число, как положительное так и отрицательное.

Если масса m материальной точки суть величина переменная, то уравнение (4) надо переписать так:

$$cm \frac{d\vec{V}}{dt} + c\vec{V} \frac{dm}{dt} = \vec{F}. \quad (5)$$

Все величины, входящие в (5), отнесем к единице объема частицы жидкости и тогда получим:

$$c\rho \frac{d\vec{V}}{dt} + c\vec{V} \frac{d\rho}{dt} = \vec{P}. \quad (6)$$

Уравнение (6) является исходным для вывода системы (3), причем под вектором \vec{P} подразумевается поверхностная сила. При вычислении величины $\frac{d\rho}{dt}$ [2; 3; 4] появляется дополнительный параметр $c_1 = c \left(1 - \frac{W_0}{W} \right)$, где W_0 — начальный объем частицы жидкости, а W — объем по истечении времени t .

Для дальнейших рассуждений полагаем: $c_1 = 0$, после чего систему (3) переписываем в следующем виде [6]:

$$\left. \begin{aligned} -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= c \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right), \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} &= c \left(\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right), \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} &= c \left(\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right). \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

В [7] показано, что система уравнений (7) допускает интеграл

$$p + c \frac{\rho V^2}{2} = const, \quad (8)$$

форма которого справедлива как для несжимаемой жидкости, так и для сжимаемой. Заметим, что соотношение (8) при $c = 1$ переходит в известный интеграл Бернулли. Кроме соотношений (7)–(8) в дальнейшем будет использовано общеизвестное уравнение неразрывности в следующих двух формах:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho w) = 0, \quad (9)$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = 0. \quad (10)$$

Для вывода уравнения движения энергии из системы (7) использовался прием Н.А. Умова, согласно которому умножим каждое из соотношений в (7) на составляющие скорости u, v, w соответственно, затем на элемент объема $d\omega$ и интегрируем их соотношение на всю среду, после чего получим:

$$\begin{aligned} c \iiint \frac{\rho}{2} \frac{\partial V^2}{\partial t} d\omega + \frac{c}{2} \iiint \left[\rho u \frac{\partial V^2}{\partial x} + \rho v \frac{\partial V^2}{\partial y} + \rho w \frac{\partial V^2}{\partial z} \right] d\omega + \\ + \iiint \left(u \frac{\partial p}{\partial x} + v \frac{\partial p}{\partial y} + w \frac{\partial p}{\partial z} \right) d\omega = 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь квадрат гидродинамической скорости определен как

$$V^2 = u^2 + v^2 + w^2.$$

Далее применяем формулу интегрирования по частям в рамках одномерного интеграла, после чего третье слагаемое в (11) преобразовываем так:

$$\begin{aligned} \iiint \left(u \frac{\partial p}{\partial x} + v \frac{\partial p}{\partial y} + w \frac{\partial p}{\partial z} \right) d\omega &= - \iiint p \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) d\omega + \\ &+ \iint p(u \cos \alpha + v \cos \beta + w \cos \gamma) ds, \end{aligned} \quad (12)$$

где элементарная поверхность ds выражается следующим образом через углы α, β, γ , образованные внешней нормалью с поверхностью S ,

$$ds \cdot \cos \alpha = dydz, \quad ds \cdot \cos \beta = dx dz, \quad ds \cdot \cos \gamma = dx dy.$$

Аналогично преобразовываем и второе слагаемое в (11), так что

$$\begin{aligned} \frac{c}{2} \iiint \left(\rho u \frac{\partial V^2}{\partial x} + \rho v \frac{\partial V^2}{\partial y} + \rho w \frac{\partial V^2}{\partial z} \right) d\omega &= \\ = \frac{c}{2} \iint \rho V^2 (u \cos \alpha + v \cos \beta + w \cos \gamma) ds - \\ - \frac{c}{2} \iiint V^2 \left(\frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} \right) d\omega. \end{aligned} \quad (13)$$

Затем тройной интеграл в правой части соотношения (12) преобразовываем с учетом уравнения неразрывности в форме (10) и получаем:

$$- \iiint p \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) d\omega = \iiint \frac{p}{\rho} \frac{d\rho}{dt} d\omega, \quad (14)$$

а при преобразовании тройного интеграла в правой части (13) используем уравнение неразрывности в форме (9), после чего будем иметь

$$- \frac{c}{2} \iiint V^2 \left(\frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} \right) d\omega = \iiint \frac{c}{2} V^2 \frac{\partial \rho}{\partial t} d\omega. \quad (15)$$

Соотношения (12) – (15) позволяют уравнению (11) придать следующий вид:

$$\begin{aligned} \iiint \left[\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{c\rho V^2}{2} \right) + \frac{p}{\rho} \frac{d\rho}{dt} \right] d\omega + \\ + \iint \left(p + \frac{c\rho V^2}{2} \right) (u \cos \alpha + v \cos \beta + w \cos \gamma) ds = 0. \end{aligned} \quad (16)$$

Нетрудно показать, что согласно известной в математическом анализе теоремы Остроградского – Гаусса имеет место равенство:

$$\begin{aligned} & \iiint \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left[u \left(p + \frac{c\rho V^2}{2} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[v \left(p + \frac{c\rho V^2}{2} \right) \right] + \right. \\ & \left. + \frac{\partial}{\partial z} \left[w \left(p + \frac{c\rho V^2}{2} \right) \right] \right\} d\omega = \\ & = \iint \left(p + \frac{c\rho V^2}{2} \right) (u \cos \alpha + v \cos \beta + w \cos \gamma) ds. \end{aligned} \quad (17)$$

Соотношение (17) позволяет уравнению (16) придать окончательный вид:

$$\begin{aligned} & \iiint \left[\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{c\rho V^2}{2} \right) + \frac{p}{\rho} \frac{d\rho}{dt} \right] d\omega + \iiint \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left[u \left(p + \frac{c\rho V^2}{2} \right) \right] + \right. \\ & \left. + \frac{\partial}{\partial y} \left[v \left(p + \frac{c\rho V^2}{2} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[w \left(p + \frac{c\rho V^2}{2} \right) \right] \right\} d\omega = 0. \end{aligned} \quad (18)$$

Двойной интеграл в (16) и равный ему второй интеграл в (18) представляет количество энергии, входящее в среду через ее границы. Следовательно, выражение (18) представляет закон сохранения энергии для всей жидкой среды, и поэтому оно тождественно с уравнением (2).

Для вычисления второго слагаемого в подынтегральном выражении первого интеграла соотношения (18) будем использовать известное выражение Пуассона:

$$p = const \cdot \rho^{\frac{1}{\varepsilon}}, \quad (19)$$

где ε есть отношение теплоемкостей при постоянном объеме и постоянном давлении, которое для воздуха равно 0,71.

Заметим, что формула (19) получена в условиях термодинамического равновесия, поэтому в данном случае постулируется отсутствие влияния гидродинамического движения на тепловое движение молекулы данной среды.

Теперь указанное слагаемое подвергаем следующему преобразованию:

$$\frac{p}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{p}{\rho} \frac{d\rho}{dp} \cdot \frac{\partial p}{\partial t} = \varepsilon \frac{\partial p}{\partial t} = -\varepsilon \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{c\rho V^2}{2} \right). \quad (20)$$

где дополнительно использовался интеграл (8).

После подстановки формулы (20) в (18) уравнение для закона сохранения энергии в гидродинамической среде принимает окончательный вид:

$$\begin{aligned} & \iiint \frac{\partial}{\partial t} \left[\frac{c(1-\varepsilon)\rho V^2}{2} \right] d\omega + \iiint \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left[u \left(p + \frac{c\rho V^2}{2} \right) \right] + \right. \\ & \left. + \frac{\partial}{\partial y} \left[v \left(p + \frac{c\rho V^2}{2} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[w \left(p + \frac{c\rho V^2}{2} \right) \right] \right\} d\omega = 0. \end{aligned} \quad (21)$$

Из сравнения уравнений (21) и (2) можно утверждать, что энергия E данной гидродинамической среды определяется по формуле:

$$E = c(1-\varepsilon)\rho \frac{V^2}{2}. \quad (22)$$

Кроме того, указанное сравнение позволяет установить дополнительные равенства:

$$Eg_x = u \left(p + c\rho \frac{V^2}{2} \right), \quad Eg_y = v \left(p + c\rho \frac{V^2}{2} \right), \quad Eg_z = w \left(p + c\rho \frac{V^2}{2} \right). \quad (23)$$

Каждое из равенств в (23) возведем в квадрат и почленно сложим, после чего получим:

$$E^2(g_x^2 + g_y^2 + g_z^2) = (u^2 + v^2 + w^2) \left(p + c\rho \frac{V^2}{2} \right)^2.$$

Это соотношение позволяет установить связь между скоростью g распространения энергии и гидродинамическими характеристиками в следующей форме:

$$Eg = V \left(p + c\rho \frac{V^2}{2} \right). \quad (24)$$

Для определения скорости g подставим в (24) формулу (22), после чего выражение для g придадим вид:

$$g = \frac{2p}{\rho c(1-\varepsilon)} \cdot \frac{1}{V} + \frac{V}{(1-\varepsilon)}. \quad (25)$$

Из условия $\frac{dg}{dV} = 0$ находим $V = \sqrt{\frac{2p}{c\rho}}$, при котором скорость g принимает минимальное равное значение:

$$g = \frac{2}{(1-\varepsilon)} \sqrt{\frac{2p}{c\rho}}. \quad (26)$$

Если в (26) положить $\varepsilon = 0$, а $c = 1$, то получим формулу Умова, которую он получил для несжимаемой жидкости в условиях движений, определяемых общеизвестными уравнениями Эйлера.

Формула (26) показывает, что скорость g распространения энергии пропорциональна величине $\sqrt{\frac{p}{\rho}}$, которая известна как скорость звука, установленная Ньютоном. Эта величина равна 212 м/с для воздуха при нормальных условиях атмосферы, когда $\rho = 1,293$ и $p = 9,807 \cdot 10^4$ кг/с².

В данной работе [4] интеграл (8) использовался для гидродинамического анализа истечения воды из сосуда через малое отверстие и, в частности, установлена формула, связывающая коэффициент c с коэффициентом скорости c_v следующим образом:

$$c = \frac{1}{2c_v^2}. \tag{27}$$

Коэффициент c_v является эмпирическим параметром, определяемым экспериментально. В литературе по гидравлике изложены обширные опытные данные по c_v , из которых следует, что он зависит от диаметра отверстия истечения и высоты гидродинамического столба жидкости. Из этих данных следует, что значения c_v лежат в пределах от 0,58 до 0,98.

Теперь, если для несжимаемой жидкости принять $c_v = 0,6$, то при ранее принятых условиях для ρ и p формулы (27) и (26) дают значения $g = 294$ м/с.

Понятие живой силы материального тела было введено Иоганом Бернулли в работе [1]. Согласно его вычислениям, живая сила материального тела пропорциональна произведению массы тела на квадрат его скорости. В данном случае, в соответствии с этим определением введем понятие живой силы частицы жидкости, определяемой по формуле:

$$T = c_2 mg^2, \tag{28}$$

где c_2 — эмпирический коэффициент пропорциональности.

Уравнение (5) позволяет установить зависимость массы частицы жидкости от скорости. Для этого перепишем его, например, для гидродинамической скорости в проекции на ось x . После чего будем иметь:

$$cm \frac{du}{dt} + cu \frac{dm}{dt} = F_1. \tag{29}$$

Здесь F_1 — проекция силы F на ось x . Силу F_1 выразим через изменение во времени живой силы частицы. Действительно, работа этой силы, отнесенная к единице времени, равна $F_1 \cdot u$, а изменение живой силы равно $\frac{dT}{dt}$.

Приравниваем эти величины и получаем:

$$F_1 \cdot u = \frac{dT}{dt} = c_2 \frac{dm}{dt} g^2.$$

Из этого равенства определяем F_1 и подставляем в (29), в результате получаем:

$$cm \frac{du}{dt} + cu \frac{dm}{dt} = \frac{c_2 g^2}{u} \frac{dm}{dt}. \quad (30)$$

Далее введем дополнительные обозначения $\frac{u^2}{g^2} = \beta^2$ и $\frac{c}{c_2} = \gamma$, которые

позволяют равенству (30) придать вид, удобный для интегрирования:

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

Произведя интегрирование слева и справа в этом соотношении, получаем:

$$\ln m = -\frac{1}{2} \ln(1 - \gamma \beta^2) + \ln m_0. \quad (31)$$

Теперь в (31) освобождаемся от логарифмов и переписываем (31) так:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \gamma \beta^2}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{c}{c_2} \cdot \frac{u^2}{g^2}}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{g_0^2}}}. \quad (32)$$

Здесь введена новая величина скорости:

$$g_0 = \frac{2\sqrt{2c_2}}{c(1 - \varepsilon)} \sqrt{\frac{P}{\rho}}, \quad (33)$$

которая пропорциональна величине ньютоновской скорости звука. Для воздуха скорость звука равна 330 м/с. и если принять это значение для g_0 , то получим дополнительное условие для определения эмпирических констант, входящих в (33).

Если массы, входящие в (32), отнести к единице объема, то получим следующую формулу, определяющую зависимость плотности ρ от скорости u :

$$\rho = \frac{\rho_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{g_0^2}}}. \quad (34)$$

Аналогичными рассуждениями можно получить формулы, определяющие зависимость плотности от составляющих u и w гидродинамической скорости V . А именно:

$$\rho = \frac{\rho_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{g_0^2}}}, \quad \rho = \frac{\rho_0}{\sqrt{1 - \frac{w^2}{g_0^2}}}. \quad (35)$$

Формулы (34) – (35) свидетельствуют, что при приближении гидродинамических скоростей u , v , w к скорости g_0 , равной скорости звука, плотность ρ возрастает до бесконечности. Из опыта известно, что в таком случае в гидродинамическом потоке возникает ударная волна. Таким образом, при теоретических расчетах гидродинамических течений формулы (34) – (35) будут предвестниками появления ударных волн.

Литература

1. *Бернулли И.* Рассуждения о законах передачи движений // Бернулли И. Избранные сочинения по механике / перевод под ред. В.П. Егоршина. М.-Л.: Главн. ред. тех.-теорет. лит., 1937. С. 41–172.
2. *Бубнов В.А.* Об изучении плотности в гидродинамическом потоке // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2014. № 4 (16). С. 9–19.
3. *Бубнов В.А.* Об уравнениях гидродинамики с переменной плотностью // Седьмые Поляковские чтения: тезисы докладов международной конференции по механике (Санкт-Петербург, 2–6 февраля 2015 г.). М.: Изд-во И.В. Баланов. 2015. С. 86.
4. *Бубнов В.А.* Об уравнениях гидродинамики идеальной жидкости // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 2 (18). С. 9–15.
5. *Бубнов В.А.* Об уточнении уравнений Д. Бернулли в гидродинамике // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 1 (17). С. 9–24.
6. *Бубнов В.А.* Об уточнении уравнений гидродинамики идеальной жидкости // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 2 (18). С. 9–15.
7. *Бубнов В.А.* Об интеграле уравнений движения идеальной жидкости // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2015. № 2 (18). С. 16–25.
8. *Ньютон И.* Математические начала натуральной философии / Пер. с латинского и комментарии А.Н. Крылова; под ред. и с предисловием Л.С. Полака. 3-е изд. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 704 с.
9. *Умов Н.А.* Уравнения движения энергии в телах // Умов Н.А. Избранные сочинения / под ред. А.С. Предводителева. М.-Л.: Гос. изд. тех.-теор. лит., 1950. С. 151–200.

Literatura

1. *Bernulli I.* Rassuzhdeniya o zakonax peredachi dvizhenij // Bernulli I. Izbranny'e sochineniya po mexanike / perevod pod red. V.P. Egorshina. M.-L.: Glavn. red. tex.-teoret. lit., 1937. S. 41–172.
2. *Bubnov V.A.* Ob izuchenii plotnosti v gidrodynamichestkom potoke // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2014. № 4 (16). S. 9–19.

3. *Bubnov V.A.* Ob uravneniyax gidrodinamiki s peremennoj plotnost'yu // Sed'my'e Polyakovskie chteniya: tezisy' dokladov mezhdunarodnoj konferencii po mexanike (Sankt-Peterburg, 2–6 fevralya 2015 g.). M.: Izd-vo I.V. Balanov. 2015. S. 86.
4. *Bubnov V.A.* Ob uravneniyax gidrodinamiki ideal'noj zhidkosti // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2015. № 2 (18). S. 9–15.
5. *Bubnov V.A.* Ob utochnenii uravnenij D. Bernulli v gidrodinamike // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2015. № 1 (17). S. 9–24.
6. *Bubnov V.A.* Ob utochnenii uravnenij gidrodinamiki ideal'noj zhidkosti // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2015. № 2 (18). S. 9–15.
7. *Bubnov V.A.* Ob integrale uravnenij dvizheniya ideal'noj zhidkosti // Vestnik MGPU. Seriya «Estestvenny'e nauki». 2015. № 2 (18). S. 16–25.
8. *N'yuton I.* Matematicheskie nachala natural'noj filosofii / Per. s latinskogo i kommentarii A.N. Kry'lova; pod red. i s predisloviem L.S. Polaka. 3-e izd. M.: Izd-vo LKI, 2008. 704 s.
9. *Umov N.A.* Uravneniya dvizheniya e'nergii v telax // Umov N.A. Izbranny'e sochineniya / pod red. A.S. Predvoditeleva. M.-L.: Gos. izd. tex.-teor. lit., 1950. S. 151–200.

V.A. Bubnov

About the Speed of Energy Propagation in Hydrodynamic Flows

The paper gives a derivation of the formula for the velocity of propagation of energy in hydrodynamic flows of an ideal gas, the equations of motion of which are used in the formula proposed by the author of this article in his early works. In special cases this formula goes into N.A.Umov's formula, which he has received for an incompressible fluid. In the work the formulas for determining the dependence of the density on the components of the hydrodynamic velocity are also obtained. From these formulas it follows that the density value increases without limit as the indicated velocities approach the speed of sound.

Keywords: energy; speed; liquid; Newton's second law; density; pressure; mass of a particle.

**А.С. Кондратьев,
П.П. Швыдько**

Физико-математическая модель и метод расчета гидротранспортирования твердых монодисперсных частиц

В статье сформулирована физико-математическая модель и разработана методика расчета параметров гидротранспортирования (удельных потерь напора, средней скорости, распределения скоростей и объемной доли твердой фазы в поперечном сечении потока) монодисперсных твердых частиц в жидкости. Результаты расчетов сопоставлены с опубликованными опытными данными.

Ключевые слова: частицы; потери напора; скорость; объемная доля твердой фазы.

Расчет основных параметров гидротранспортирования полидисперсных смесей твердых материалов в горизонтальных трубах в рамках общей физико-математической модели процесса их движения в горизонтальном трубопроводе рассматривался в работе [1]. Сформулируем основные положения физико-математической модели движения монодисперсных твердых частиц сферической формы в горизонтальном трубопроводе. В соответствии с опытными данными [6], положим, что объемная доля частиц твердой фазы постоянна для каждого горизонтального сечения. Представим движение частиц в потоке жидкости в виде суперпозиции горизонтальных плоских слоев, параллельном оси трубы, и плоского слоя в вертикальной диаметральной плоскости [3]. Из рассмотрения движения плоского слоя в вертикальной диаметральной плоскости определяется распределение объемной доли твердой фазы и профиль скорости в вертикальном диаметральном сечении. Из условия вертикальной симметрии потока следует, что эти скорости будут максимальными для каждого горизонтального сечения. Далее определяются профили и разности скоростей жидкой и твердой фаз в горизонтальных слоях плоских течений, что позволяет определить расход жидкой и твердой фаз в горизонтальных сечениях и общий объемный расход. Дальнейший анализ проведем в предположении, что твердые частицы не создают на нижней образующей стенке трубы неподвижный или движущийся слой твердых частиц, механически контактирующих с поверхностью трубы. То есть рассматривается так называемый критический (гетерогенный) режим гидротранспортирования, при котором образование такого слоя не происходит и устанавливаются режимы течения с более высокими гидродинамическими параметрами, при которых распределение твердой фазы стремится

к осесимметричному (гомогенному) распределению частиц твердой фазы относительно оси трубы.

При установившемся движении в горизонтальном трубопроводе в направлении течения на частицы действует сила, создаваемая градиентом давления F_{pi} , которая равна силе гидродинамического сопротивления F_{fr} . Эти силы определяются следующими выражениями

$$F_p = \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) \left(-\frac{dp}{dx} \right); \quad F_{fr} = \left(\frac{\pi d^2}{8} \right) (U_{fj} - U_{pj})^2 f_j^2 \rho c_{fj}. \quad (1)$$

где $-\frac{dp}{dx}$ — градиент давления в направлении движения; d — диаметр частицы; U_{fj} — горизонтальная скорость жидкости в j -м слое; U_{pj} — горизонтальная скорость частицы в j -м слое; ρ — плотность жидкости;

$f_j = \left[1 - \pi \left(\frac{6\varphi_j}{\pi} \right)^{\frac{2}{3}} / 4 \right]^{\frac{1}{2}}$ — полуэмпирический коэффициент, учитывающий

стесненное движение жидкости в межчастичном пространстве в j -м слое; c_{fj} — коэффициент гидравлического сопротивления эквивалентной сферической частицы в j -м слое; j — номер слоя, отсчитываемый от нижней (верхней) образующей стенки трубы.

Предполагается, что монодисперсные частицы перемещаются в j -ом слое с одинаковой скоростью и столкновения между ними не происходят.

Уравнение, определяющее скорость движения частицы относительно жидкости, записывается в виде

$$F_p = F_{fr}. \quad (2)$$

Подставляя выражения (1) в (2) и, используя выражение для коэффициента гидравлического сопротивления по типу формулы Озеена $c_{fj} = \frac{24}{\text{Re}_j + A}$, получим выражение для разности скоростей движения жидкости и твердых частиц:

$$(U_{fj} - U_{pj}) f_j = \left[\frac{144 v_{pj}^2}{(Ad)^2} + \frac{\left(\frac{16}{3 \times A} \right) d v_{\tau}^2}{D} \right]^{\frac{1}{2}} - \frac{12 v_{pj}}{(Ad)}, \quad (3)$$

где $v_{\tau} = \left[\left(-\frac{dP}{dx} \right) D / 4 / \rho \right]^{\frac{1}{2}}$ — динамическая скорость, D — внутренний

диаметр трубы; $A = \left[\frac{53}{(32 + \text{Re}_j)} + 0,44 \right]$ — переменная величина, которая

определяется путем итераций в ходе вычислений; $\text{Re}_j = \frac{(U_{fj} - U_{pj}) f_j d}{v_{pj}}$ —

число Рейнольдса, определенное по $(U_{fj} - U_{pj}) f_j$ — фактической скорости

обтекания частиц жидкостью; $v_{pj} = v_f \left(\frac{1 - \varphi_j}{0,65} \right)^{-1,675}$ — кинематической вязко-

сти двухфазного потока; v_f — кинематическая вязкость несущей жидкости; φ_j — объемная доля твердой фазы в j -м слое.

При движении двухфазных смесей, особенно в случае гетерогенных режимов течения, из-за значительного изменения объемной доли твердой фазы в вертикальной плоскости динамическая ось потока смещается вверх по отношению к оси трубы. Поэтому в нижней, придонной области течения, характерным размером является величина расстояния от дна трубы до динамической оси потока h_d , а в верхней зоне течения величина h_u — расстояние от верхней образующей трубы до динамической оси потока. Причем $h_d + h_u = D$.

При гомогенном потоке $h_d = h_u = \frac{D}{2}$. Общее выражение для расчета профиля скорости в нижней области двухфазного потока, которое в случае монодисперсных частиц упрощается, принимает вид:

$$\frac{U_{fd}}{v_{\tau d}} = N_{\Delta} + \left\{ \sum_{\Delta}^{y_j} \left(\frac{1 - y_j}{h_d} \right) \left[1 - \varphi_j + \left(\frac{\rho_p}{\rho} + \frac{1}{2} \right) (k_{pj} f_j)^2 \varphi_j \right] \right\}^{\frac{1}{2}} 1^{-1} (\Delta y_j), \quad (4)$$

где $v_{\tau d}$ — динамическая скорость, определенная по величине h_d ; N_{Δ} — относительная скорость двухфазной среды на расстоянии толщины приповерхностной зоны течения; Δ — толщина приповерхностной зоны движения двухфазной среды; y_j — расстояние от поверхности нижней образующей трубы

до середины j -го слоя; $\frac{l_{fd}}{h_d} = 0,14 - 0,06 \left(\frac{1 - y_j}{h_d} \right)^2 - 0,06 \left(\frac{1 - y_j}{h_d} \right)^4$ — длина

пути смешения жидкости; k_{pj} — коэффициент, определяемый отношением квадрата пульсационной скорости частицы к усредненному квадрату пульсационной скорости жидкости [2] при характерной частоте, определяющей нестационарную скорость осаждения частиц под действием силы тяжести [4]; Δy_j — толщина j -го слоя.

Величина N_{Δ} определяется в виде зависимости:

$$N_{\Delta} = N_w + 8,5 \left(\frac{\Phi_{\Delta}}{\Phi_{\max}} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (5)$$

где $N_w = 11,6$ для гидравлически гладкой стенки трубы или $8,5$ для предельно шероховатой поверхности трубы; Φ_{Δ} — объемная доля частиц на расстоянии Δ от стенки трубы; Φ_{\max} — максимальная объемная доля твердых частиц, соответствующая предельно шероховатой поверхности. Например, если частицы в приповерхностном слое расположены в виде простой кубической решетки, то $\Phi_{\max} = \frac{\pi}{6}$. Если же частицы имеют форму откалиброванных песчинок, напри-

мер, кубической формы, то $\Phi_{\max} = 1$. В формуле (5) второй член в правой части учитывает проскальзывание (скачок скорости) на «поверхности шероховатого квазитвердого тела», образованного движущимися придонными частицами [4]. Величина Δ при этом определяется как сумма толщин подслоев жидкости на гладкой или шероховатой поверхности стенки трубы и d , то есть $\Delta = \delta + \frac{d}{2}$.

Соотношение, подобное выражениям (4), (5), записывается и для области между динамической осью потока и верхней образующей поверхности стенки трубы.

Распределение объемной доли твердой фазы по вертикальному диаметальному сечению трубопровода определяется выражением:

$$\Phi_j = \Phi_{j-0,5} \exp \left[\left(\frac{V_{pdj-0,5}}{D_{pdj-0,5}} \right) (\Delta y_j) \right], \quad (6)$$

где Φ_j — объемная доля частиц твердой фазы на расстоянии верхней границы j -го слоя от нижней образующей трубы; $\Phi_{j-0,5}$ — объемная доля частиц твердой фазы на расстоянии середины j -го слоя от нижней образующей трубы; $V_{pdj-0,5}$ — скорость движения твердых частиц в середине j -го слоя в попереч-

ном направлении; $D_{pdj-0,5} = D_f \left[1 - \Phi_{j-0,5} + \left(\frac{\rho_p}{\rho} + \frac{1}{2} \right) (k_{pdj-0,5} f_j)^2 \Phi_{j-0,5} \right]$ — коэффициент турбулентной диффузии частиц в середине j -го слоя в поперечном

направлении; $D_{fj-0,5} = 0,3418 h_d v_{\tau d} \left(\frac{y_{j-0,5}}{h_d} \right) / \left[1 + 3,41 \left(\frac{y_{j-0,5}}{h_d} \right)^2 \right]$ — коэффи-

циент турбулентной диффузии жидкости в середине j -го слоя; $y_{j-0,5}$ — расстояние от нижней образующей трубы до середины j -го слоя.

Рассмотрим поперечное движение частиц в область $0 \leq y \leq h_d$. В этой области на твердые частицы действуют силы Магнуса, Сафмана и Архимеда, направленные вверх, силы тяжести, направленной вниз и знакопеременной силы турбофореза, которая направлена из области максимальных пульсаций скорости потока в область минимальных пульсаций скорости. Средняя скорость перемещения жидкости в поперечном направлении равна нулю, поскольку объемная доля в горизонтальном сечении считается постоянной. Уравнение, определяющее скорость вертикального перемещения твердых частиц в направлении от стенки, имеет вид:

$$F_{Mj} + F_{Sj} + F_A - F_{ff} - F_g = \left(\frac{\pi d^2}{8} \right) \rho V_{pj}^2 f_j^2 c_{fj}, \quad (7)$$

где: $F_{Mj} = \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) \rho (U_{ff} - U_{pj}) f_j \left(\frac{d(U_{ff} f_{ij})}{dy} \right)$ — сила Магнуса;

$F_{Sj} = 1,615 d^2 (\rho \mu_j)^{\frac{1}{2}} (U_{ff} - U_{pj}) f_j \left(\frac{d(U_{ff} f_{ij})}{dy} \right)^{\frac{1}{2}}$ — сила Сафмана;

$F_{ff} = 0,5 \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) \left(\frac{\rho_p + \rho}{2} \right) \left(\frac{dV_{pj}^{/2}}{dy} \right)$ — сила турбофореза;

$F_A = \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) g \rho$ — сила Архимеда; $F_g = \left(\frac{\pi d^3}{6} \right) g \rho_p$ — сила веса частицы;

а $\frac{d(U_{ff} f_{ij})}{dy}$ — градиент скорости жидкости при стесненном обтекании твердых частиц; $V_{pj-0,5}^{/2}$ — усредненное значение квадрата пульсационной скорости твердой частицы в j -м слое в поперечном направлении, которое рассчитывается по формуле

$$V_{pj-0,5}^{/2} = k_{pj-0,5}^2 \left(\frac{D_{ff-0,5}}{l_{fdj-0,5}} \right)^2.$$

После подстановки выражений для сил веса, сил Архимеда, Магнуса, Сафмана, турбофореза и силы гидродинамического трения скорость перемещения твердых частиц V_{pdj} относительно жидкости в j -м слое принимает вид, подобный выражению (3):

$$\begin{aligned}
 V_{pdj} = & \left\{ \frac{144v_{pj}^2}{(Adf_j)^2} + \left[-4d(U_{fj} - U_{pj})f_j \left(\frac{d(U_{fj}f_j)}{dy} \right) \right] / 3 - \right. \\
 & - 12,92v_{pj}^{1/2}(U_{fj} - U_{pj})f_j \left(\frac{d(U_{fj}f_j)}{dy} \right)^{1/2} / \pi - 4dg \left(\frac{\rho_p}{\rho - 1} \right) / 3 + \\
 & \left. + 4 \left(\left(\frac{\rho_p + \rho}{2} \right) / \rho \right) dk_{pj}^2 D_{fdj} \frac{(D_{fdj}^1 1_{fj} - D_{fdj}^1 1'_{fj})}{(31_{fj}^3)} \right]^{1/2} - \frac{12v_{pj}^2}{(Adf_j)},
 \end{aligned} \quad (8)$$

где число Рейнольдса рассчитывается по величине V_{pdj} .

При рассмотрении движения двухфазного потока в области $h_d \leq y \leq D$ частично изменяется направление действия сил в вертикальном сечении. В частности, силы тяжести, силы Магнуса, Сафмана направлены вниз, сила Архимеда вверх, а сила турбофореза переменна по направлению.

Совокупность получаемых соотношений позволяет рассчитать распределение концентрации по высоте вертикального диаметрального сечения трубы. Положение динамической оси потока определяется из условия, что максимальные значения скоростей, отсчитываемые от нижней U_d и верхней U_u образующих стенки трубы на динамической оси равны. Средняя скорость жидкости в каждом горизонтальном сечении, отсчитываемом от нижней образующей трубы, $U_{mj-0,5}$ определяется по формуле:

$$U_{mj-0,5} = U_{dj-0,5} - 2,5 \sin^{1/2} \left[1 - \left(\frac{1 - y_{j-0,5}}{R} \right) \right]^{1/2} v_{\tau d}, \quad (9)$$

где U_{dj} — максимальная скорость в середине j -горизонтального сечения вертикального диаметрального сечения трубы, определяемая по формуле (4);

$R = \frac{D}{2}$ — радиус трубы; $y_{j-0,5}$ — расстояние от стенки трубы в вертикальном диаметральном сечении до середины j -го слоя.

Средняя скорость и средняя объемная доля твердых частиц в придонной зоне $0 \leq y \leq h_d$, отнесенных к полному поперечному сечению трубы, определяются выражениями:

$$\begin{aligned}
 U_{midd} = & \left(\frac{8}{\pi D^2} \right) \chi h_d \sum_{\Delta}^{h_d} \left\{ 1 - \left[1 - \left(\frac{y_{j-0,5}}{h_d} \right)^2 \right] \right\}^{1/2} [U_{mfj-0,5} - \\
 & - (U_{fj-0,5} - U_{pj-0,5}) \Phi_{j-0,5}] (\Delta y_j),
 \end{aligned} \quad (10)$$

$$\varphi_{mid} = \left(\frac{8}{\pi D^2} \right) \chi h_d \sum_{\Delta}^{h_d} \left\{ 1 - \left[1 - \left(\frac{y_{j-0,5}}{h_d} \right)^2 \right] \right\}^{1/2} \varphi_{j-0,5}(\Delta y_j), \quad (11)$$

где $\chi = \left\{ \left[1 - \left(\frac{1 - y_j}{R} \right)^2 \right] / \left[m^2 - \left(\frac{m - y_j}{R} \right)^2 \right] \right\}^{1/2}$ — параметр, характеризующий

степень смещения динамической оси потока на интегральные характеристики потока, а $m = \frac{2h_d}{D}$ — коэффициент, учитывающий смещение динамической оси потока. При $m = 1 \chi = 1$.

Аналогичные зависимости записываются и для области $h_d \leq y \leq D$. Попарное сложение этих зависимостей для скоростей или объемных долей определяет среднее значение скорости и объемной доли твердой фазы в поперечном сечении трубопровода.

Порядок выполнения расчетов следующий. Вначале полагается, что $h_d = h_u = \frac{D}{2}$, и задаются значения объемной доли твердой фазы, например, на оси трубы и градиента давления, позволяющие определить величину $v_{\text{сд}}$. В результате расчета определяются профили скорости и объемной доли твердой фазы в вертикальном диаметральном сечении трубы и их средние значения по поперечному сечению трубы. На основании данных по профилю скорости определяются величины скорости на оси трубы со стороны верхней и нижней образующих стенок трубы. Из условия равенства этих скоростей с заданной погрешностью задается предполагаемое положение динамической оси потока, то есть величины h_d и h_u . Используя эти значения h_d и h_u , расчет выполняется повторно с одновременной возможностью корректировки величины объемной доли твердой фазы на динамической оси потока.

Расчет основных параметров гидротранспортирования сопоставлялся с опубликованными экспериментальными данными, приведенными в работах [1; 7; 8].

В таблице 1 приведены интегральные характеристики основных параметров гидротранспортирования, в том числе φ_{mid} — средняя объемная доля частиц в поперечном сечении трубы, I — гидравлический уклон и U_{mid} — средняя скорость двухфазного потока, определенная по объемному расходу.

Из данных, приведенных в таблице 1, следует, что расчетные интегральные характеристики рассмотренных двухфазных потоков: φ_{mid} , I и U_{mid} достаточно удовлетворительно согласуются с опытными данными.

Таблица 1

**Сравнение опытных и расчетных интегральных характеристик
двухфазных потоков**

№	Источник опытных данных	d , МКМ	D , ММ	ρ_p , КГ/М ³	Эксперимент			Расчет		
					Φ_{mid}	I	U_{mid}^0 М/С	Φ_{mid}	I	U_{mid}^0 М/С
1	[7]	165	51,5	2650	0,189	0,35	4,17	0,187	0,35	4,16
2	[7]	165	51,5	2650	0,286	0,45	4,33	0,284	0,41	4,44
3	[8]	90	158,5	2655	0,32	0,054	3,00	0,319	0,059	3,11
4	[1]	90	102,7	2650	0,19	0,0876	3,00	0,189	0,0789	3,00
5	[1]	90	102,7	2650	0,198	0,0184	1,33	0,197	0,0184	1,36

Проанализируем уровень соответствия с опытными данными локальных характеристик потока. На рисунках 1 и 2 показаны приведенные в работе [7] экспериментальное распределение объемной доли твердой фазы в вертикальном диаметральной сечении трубопровода и соответствующие расчетные значения.

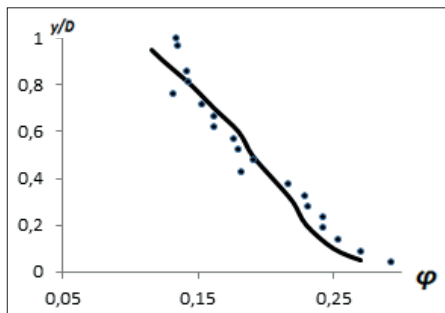


Рис. 1. Распределение Φ

в вертикальной диаметральной плоскости:

• — опыт [7], — — расчет

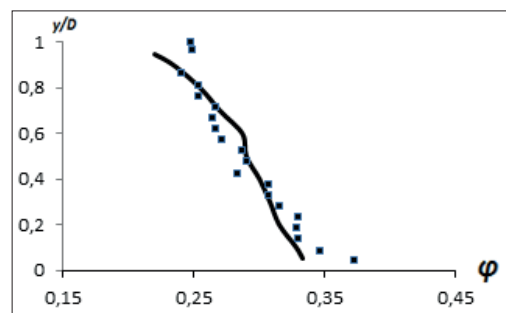


Рис. 2. Распределение Φ

в вертикальной диаметральной плоскости:

■ — опыт [7], — — расчет

Можно констатировать, что изложенный метод лучше согласуется в приосевой области течения и вблизи нижней образующей стенки трубы и хуже — в верхней области течения. В целом расхождение между локальными опытными и расчетными данными составляет 10–15 %.

На рисунке 3 приведены опытные данные работы [8] и результаты расчета по изложенному методу. Видно, что расхождение между опытными и расчетными данными составляет менее 10 %. Как следует из распределения объемной доли твердой фазы в приповерхностных областях потока, симметричных относительно оси трубы, это различие составляет около 10 %, что свидетельствует о почти гомогенном состоянии двухфазного потока.

На рисунках 4 и 5 приведены опытные данные работы [1] по распределению объемной доли твердой фазы, которые сравниваются с расчетными значениями. Наиболее значительно опытные данные отличаются от расчетных значений в верхней части потока с погрешностью около 15 %.

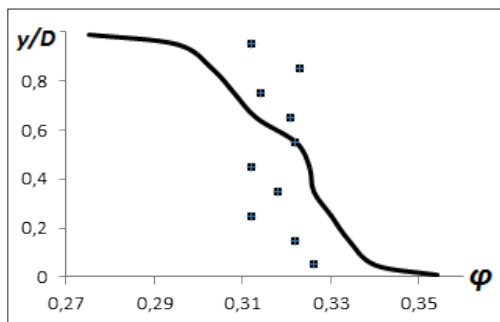


Рис. 3. Распределение φ в вертикальной диаметральной плоскости: \blacksquare — опыт [8], — — расчет

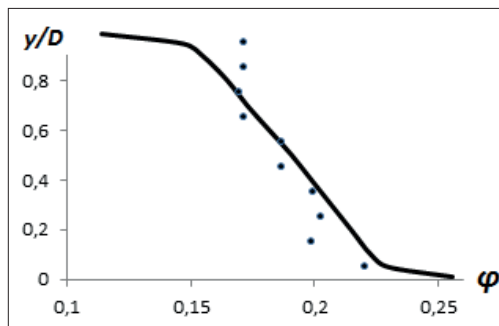


Рис. 4. Распределение φ в вертикальной диаметральной плоскости: \bullet — опыт [1], — — расчет

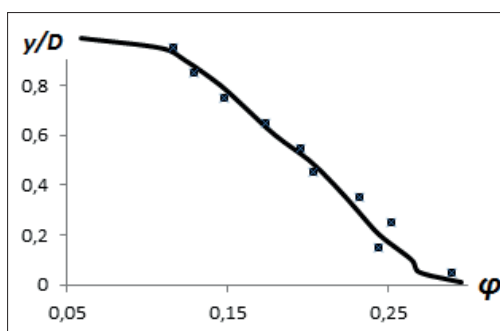


Рис. 5. Распределение φ в вертикальной диаметральной плоскости: \blacksquare — опыт [1], — — расчет

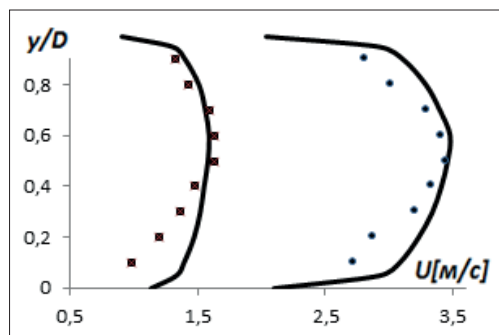


Рис. 6. Распределение скорости U в вертикальной диаметральной плоскости: \bullet — опыт [1], — — расчет

На рисунке 6 приведено распределение скоростей в вертикальном диаметральной сечении трубы для опытов работы [1], распределение объемной доли твердой фазы которых показано на рисунках 4 и 5. Наибольшее расхождение между расчетными и опытными локальными значениями профиля скорости имеет место в нижней придонной части потока. При средней скорости $U_{mid} = 3$ м/с (правая часть графика) уровень расхождения составляет около 15 %.

При средней скорости $U_{mid} = 1,33$ м/с, (левая часть рисунка 6) уровень расхождения достигает 45 %. Наиболее вероятной причиной такого большого различия между опытными и расчетными значениями является то, что средняя скорость движения смеси существенно меньше величины критической скорости перекачки. Величин критической скорости гидротранспортирования монодисперсных частиц, определенная по формулам, полученным в работах [10] и [3], равна $U_{cr} = 1,82$ м/с и $U_{cr} = 1,77$ м/с, соответственно. Поскольку величина $U_{mid} = 1,33$ м/с, значительно меньше критической скорости перекачки, это означает, что устанавливался гетерогенный режим движения двухфазной смеси с движущимся осадком, анализ движения которого выходит за пределы рассматриваемой в работе

модели. При средней скорости $U_{mid} = 3,00$ м/с (правая часть рисунка б) уровень расхождения не превышает 15 %.

Главными отличительными особенностями изложенного метода расчета является предположение о стационарности процесса перемещения частиц в продольном и поперечном направлениях, использовании известных эмпирических зависимостей (коэффициента гидравлического сопротивления сферы, коэффициента диффузии жидкости и т. п.) или других соотношений, определяемых из простых геометрических представлений (коэффициент стесненности потока в межчастичном пространстве) без привлечения каких-либо коррелирующих зависимостей по результатам сопоставления расчетных значений с экспериментальными данными по двухфазным потокам.

Литература

1. *Кондратьев А.С., Швыдько П.П.* Движение полидисперсной смеси твердых частиц в горизонтальной трубе: расчетная модель и сравнение с экспериментом // Сборник докладов XI Всерос. съезда по фундамент. пробл. теорет. и прикл. механ. Казань, 2015. С. 1921–1923.
2. *Кондратьев А.С.* Расчет течения в призматических трубах с использованием модели плоского течения // Теоретические основы химической технологии. 2009. Т. 43. № 4. С 459–465.
3. *Кондратьев А.С., Швыдько П.П.* Определение скорости движения гидросмесей в приповерхностной зоне течения // Проблемы аксиоматики в гидро-газодинамике: сб. ст. 2014. № 28. С. 344–353.
4. *Кондратьев А.С., Швыдько П.П.* Критическая скорость транспортирования монодисперсных минеральных гидросмесей // Изв. МГТУ «МАМИ». № 1 (23). Т. 4. 2015. С. 49–55.
5. *Фортъе А.* Механика суспензий. М.: Мир, 1971. 264 с.
6. *Gillies R.G., Shook C.A., Xu J.* Modeling Heterogeneous Slurry Flow at High Velocities // Can. J. Chem. Engin. 2004. V. 82 (5). P. 1060–1065.
7. *Norman J.T., Navak H.V., Bonnecaze R.T.* Migration of buoyant particles in low — Reynolds — number pressure — driven flow // J. Fluid Mechanics. 2005. V. 523. P. 1–28.
8. *Roco M.C., Shook C.A.* Modeling of Slurry Flow: The Effect of Particle Size // Can. J. Chem. Engin. 1983. V. 61 (4). P. 494–503.
9. *Shaan J., Summer R.J., Gillies R.G., Shook C.A.* The Effect of Particle Shape on Pipeline Friction for Newtonian Slurries of Fine Particles // Can. J. Chem. Engin. 2000. V. 78 (4). P. 717–725.
10. *Souza Pinto T.C., Moraes Junior D., Slatter P.T., Leal Filho L.S.* Modelling the critical velocity for heterogeneous flow of mineral slurries // Inter. Jour. Multiph. Flow. 2014. V. 65. P. 31–37.

Literatura

1. *Kondrat'ev A.S., Shvy'd'ko P.P.* Dvizhenie polidispersnoj smesi tverdy'x chasticz v gorizonta'noj trube: raschetnaya model' i sravnenie s e'ksperimentom // Sbornik dokladov XI Vseros. s'ezda po fund. probl. teoret. i prikl. mexan. Kazan', 2015. S. 1921–1923.

2. *Kondrat'ev A.S.* Raschet techeniya v prizmaticheskix trubax s ispol'zovaniem modeli ploskogo techeniya // Teoreticheskie osnovy' ximicheskoy texnologii. 2009. T. 43. № 4. S. 459–465.
3. *Kondrat'ev A.S., Shvy'd'ko P.P.* Opredelenie skorosti dvizheniya gidrosmezej v pripoverxnostnoj zone techeniya // Problemy' aksiomatiki v gidro-gazodinamike: sb. st. 2014. № 28. S. 344–353.
4. *Kondrat'ev A.S., Shvy'd'ko P.P.* Kriticheskaya skorost' transportirovaniya mono-dispersny'x mineral'ny'x gidrosmezej // Izv. MGTU «MAMI». № 1 (23). T. 4. 2015. S. 49–55.
5. *Fort'e A.* Mexanika suspenzij. M.: Mir, 1971. 264 s.
6. *Gillies R.G., Shook C.A., Xu J.* Modeling Heterogeneous Slurry Flow at High Velocities // Can. J. Chem. Engin. 2004. V. 82 (5). P. 1060–1065.
7. *Norman J.T., Navak H.V., Bonnecaze R.T.* Migration of buoyant particles in low — Reynolds — number pressure — driven flow // J. Fluid Mechanics. 2005. V. 523. P. 1–28.
8. *Roco M.C., Shook C.A.* Modeling of Slurry Flow: The Effect of Particle Size // Can. J. Chem. Engin. 1983. V. 61 (4). P. 494–503.
9. *Shaan J., Summer R.J., Gillies R.G., Shook C.A.* The Effect of Particle Shape on Pipeline Friction for Newtonian Slurries of Fine Particles // Can. J. Chem. Engin. 2000. V. 78 (4). P. 717–725.
10. *Souza Pinto T.C., Moraes Junior D., Slatter P.T., Leal Filho L.S.* Modelling the critical velocity for heterogeneous flow of mineral slurries // Inter. Jour. Multiph. Flow. 2014. V. 65. P. 31–37.

*A.S. Kondratiev,
P.P. Shvydko*

Physical and Mathematical Model and Method of Calculation of Hydrotransportation of Solid Monodisperse Particles

The authors in the article have formulated physical and mathematical model and have developed methods of calculation of hydrotransportation parameters (specific head loss, average speed, velocity distribution and the volume fraction of solid phase in the cross section of the flow) of monodisperse solid particles in the liquid. The calculation results have been compared with published experimental data.

Keywords: particles; head loss; speed; the volume fraction of solid phase.

ЭКОЛОГИЯ

Т.С. Воронова

Экологические особенности условий жизни населения Москвы в конце XIX – начале XX века

В статье представлен анализ экологической ситуации на территории Москвы в конце XIX – начале XX века. Показано влияние зарождающейся промышленности на загрязнение компонентов ландшафта, что отразилось и на условиях жизни горожан.

Ключевые слова: экологическая ситуация; фабрики; санитарные исследования; сточные воды; условия проживания.

Экологическая ситуация — один из тех аспектов, которому уделяется пристальное внимание в городах, особенно крупных, так как именно там располагаются основные источники загрязнения — промышленность и скопление транспорта. Многие считают, что экологическая обстановка изменилась к худшему только в XX в. в связи с активной индустриализацией и автомобилизацией страны. Однако есть факты, доказывающие, что загрязнение компонентов ландшафта химическими элементами и их негативное воздействие на здоровье населения в городах восходит еще к Средним векам. Ярким примером может служить Москва. Исследования культурного слоя и костных останков показывают, что экологическая обстановка в средневековой Москве была непростой. Это было связано, с одной стороны, с производствами, располагавшимися в городе, на которых не предполагалось никакой очистки, с другой — с жизнедеятельностью самих горожан, которые применяли в быту химические соединения, оказывавшие отрицательное влияние на окружающую среду и здоровье людей.

В данной статье хотелось бы рассмотреть, какова же была экологическая ситуация в Москве в конце XIX – начале XX в. и как она отражалась на здоровье и условиях жизни горожан.

В XIX в. Москва все еще сохраняла облик торгового города. Однако постепенно окраины стали застраиваться заводами и фабриками. В районе Пресни, в Замоскворечье, на берегах Яузы возникали текстильные фабрики. Позднее в Семеновской слободе были построены небольшие металлообрабатывающие заводы.

В середине XIX в. в Москве было уже порядка 750 фабрик и заводов, в основном небольших. К концу XIX в. появилось еще 667, но уже крупных промышленных предприятий. В структуре промышленности преобладало

текстильное производство (рис. 1), второе место занимала металлообрабатывающая промышленность Быстрыми темпами развивались пищевое, химическое, кожевенное, силикатное и деревообделочное производства.



Рис. 1. Трехгорная мануфактура 1876–1900 гг. [9]

Интенсивное развитие промышленности не могло не отразиться на экологическом состоянии компонентов ландшафта в городе и на условиях жизни населения, в том числе и на его здоровье. Это доказывали многочисленные санитарные проверки фабрик и условий труда на них. Так, в своем санитарно-промышленном исследовании кирпично-гончарного производства в 1880 г. А.В. Погожев указывает на то, что близкое расположение «русских печей» (печей по обжигу кирпича. — прим. автора) к жилым строениям небезопасно для проживающего поблизости населения: «тем более, что, помимо продуктов разложения самой глины, при обжиге кирпича в русских печах развивается такое громадное количество дыма, как ни при каком другом производстве... Густой столб дыма бывает виден, обыкновенно, за 2–3 версты и, подымаясь, при обычных условиях, высоко к небу, застилая горизонт, при обычных условиях расстилается по низу и может быть крайне неприятен для ближайших жителей» [3: с. 45].

Большинство предприятий располагались по берегам рек. Это было экономически выгодно, так как вода повсеместно использовалась как в производстве, так и для слива отходов. По данным санитарных исследований фабричных заведений Москвы и прилежащих к ним территорий, в 1882 г. было выявлено загрязнение вод Москвы-реки, Клязьмы и их притоков «либо жидкими отбросами из мастерских, либо кухонными помоями и другими нечистотами, выбрасываемыми живущим на фабриках населением» [5: с.110]. Наибольший вклад в загрязнение вод вносили красильные, набивные, суконноотделочные и аппретурные (фабрики по окончательной обработке тканей) фабрики. Они использовали большое количество воды в производстве, которая затем «непрерывной струей стекает с фабрик обратно в реки, загрязненная всевозможными красящими и другими посторонними веществами,

делающими речную воду на далекие расстояния негодной к употреблению в питье или для домашних целей» [5: с. 113].

На большинстве фабрик не применялось предварительное очищение сточных вод перед их сбросом в реки, хотя уже в конце XIX в. «необходимость предварительной очистки фабричных помоев предусмотрена законом» [5: с. 113].

На фрагменте плана суконноотделочной и ткацкой фабрики Вольфберга (рис. 2) отчетливо видно, что красильный цех (III) вдается в Язу. Очевидно, что отходы от покраски тканей сбрасывались непосредственно в реку.

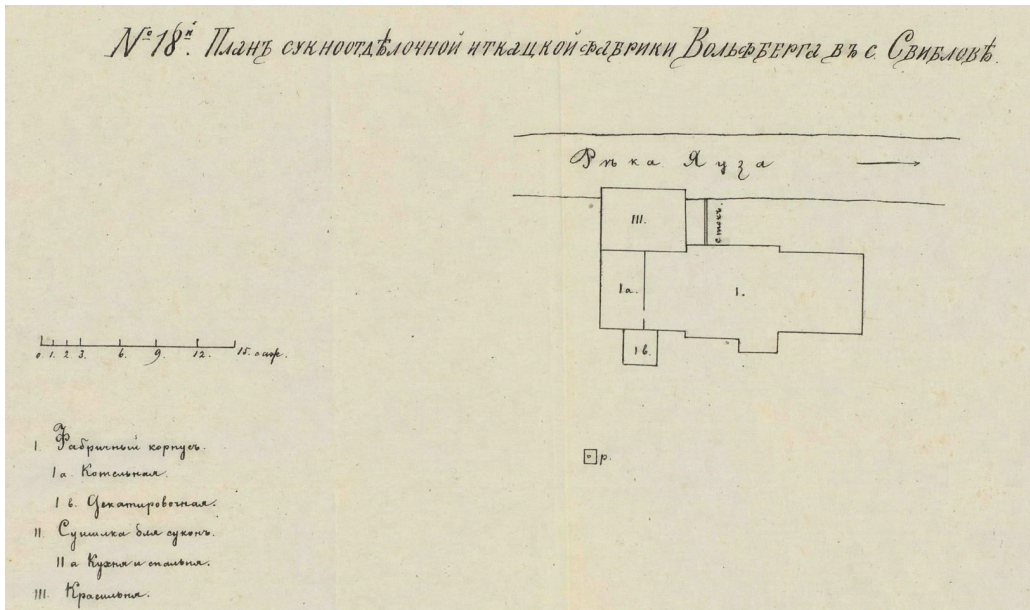


Рис. 2. Фрагмент плана суконноотделочной и ткацкой фабрики Вольфберга в с. Свиблово: I — фабричный корпус; II — сушилка; III — красильня [6]

Также отмечалось, что загрязнение проточных вод фабриками наносит «ощутительный санитарный вред окрестному населению». Здоровье населения напрямую зависит от качества окружающей среды и «крайнее засорение рек фабричными отходами должно быть так или иначе устранено».

Почвы тоже подвергались загрязнению, например, мышьяком и его соединениями. Источником поступления вредных веществ в почву была не только промышленность, но и сельскохозяйственная деятельность горожан. С одной стороны, мышьяк часто является примесью медных, свинцовых и других руд, поэтому в почвы он мог попадать в качестве отхода металлургической промышленности. С другой стороны, мышьяковые соединения применялись в приусадебных хозяйствах для борьбы с вредителями.

Накопление мышьяка в почвах сказывалось на здоровье населения. В небольших количествах его используют как лекарственное средство, но если этого элемента переизбыток, то в организме человека нарушается обмен

веществ, оказывается негативное воздействие на нервную систему и сердечную мышцу.

На здоровье населения также оказывали влияние и условия труда. Например, на фабриках по отливке свинцовых пуль производство кухни, столовая и спальня могли находиться в одном помещении, «а чад такой, что у всякого непривычного человека от него сильно болит голова; наконец для питья и для стирки и т. д. Между тем никаких мер ни для вентиляции помещения, ни для изолирования его не принято» [7: с. 33–34]. Накопление свинца в организме поражает почки, печень, периферическую нервную систему.

Помимо фабрик значительный вклад в ухудшение экологической обстановки в городе вносили продукты жизнедеятельности и бытовые отходы. Несмотря на интенсивное развитие промышленного производства, Москва по своему облику оставалась «большой деревней» вплоть до октября 1917 г. Это просматривалось в узких кривых улицах, замощенных булыжником, и в соотношении количества построек, три четверти которых были деревянными. Всю эту картину дополняло практически полное отсутствие водопровода и канализации.

Водопровод и канализация имелись только в центре города, где проживали дворяне, крупные чиновники и буржуазия. В то же время в более чем 25 тысячах домов эти удобства отсутствовали. Что же касается рабочих окраин, то там обычная водоразборная колонка была признаком благоустройства. В окраинные районы Москвы чистая вода вообще доставлялась в бочках.

Длина канализационной сети была ничтожной по сравнению с общей площадью города, вывоз мусора и очистка производились нерегулярно, а от случая к случаю.

В 1877 г. были предприняты работы с целью поиска новых, более качественных и обильных источников водоснабжения. Параллельно властями города был поставлен вопрос и о качестве воды, используемой для нужд города.

Санитарно-гигиенические исследования того времени показали загрязнение московской воды не только в городской черте, но и далеко за ее пределами. Причем степень загрязненности при прохождении реки внутри города резко увеличивалась. Чистая вода в верховьях Яузы превращалась в клоачную жидкость в ее устье [8: с. 58]. Это еще раз доказывало тот факт, что в результате сбросов сточных вод с фабрик и бытовых отходов экологическое состояние рек Москвы год от года становилось все хуже. Вода была просто непригодна для питья и приготовления пищи, что грозило ее дефицитом для нужд населения и опасностью распространения эпидемий.

Экологическая ситуация усугублялась и постоянными наводнениями. Например, в апреле 1908 г. в результате наводнения была залита 1/5 часть Москвы (100 км улиц), ширина реки Москвы в городе достигала 1,5 км (см. рис. 3). Летом же зачастую глубина Москвы-реки в городе и ниже была не более 30 см. В «Докладе Московской городской управы» как раз описываются последствия

разлива Москвы-реки в апреле 1908-го: «Накануне Светлого праздника Москву посетило огромное бедствие: разлив реки Москвы, наступивший в настоящем году чрезвычайно поздно, принял чудовищные размеры, превзошедшие все ожидания...» [1]. Были затоплены Хамовники, Якиманка, Пятницкая и т. д.

Проблема наводнений в городе была решена только с постройкой системы каналов и водохранилищ в 1930–1960-х гг. XX в.



Рис. 3. Наводнение в Москве 10 апреля 1908 года. Ул. Большая Полянка [2]

Кроме вышеизложенных фактов условия жизни населения в Москве осложнялись жилищной необустроенностью большинства горожан. Так, по данным исследований жилищных условий москвичей за 1912 г., порядка трети всего населения, а это почти 500 тыс. человек, «прозябали в потрясающей скученности, в помещениях, совершенно не приспособленных для нормального человеческого существования. Жалкие лачуги, каморки, бараки, мрачные фабричные казармы, где люди размещались на нарах, один над другим, в два, а то и в три этажа», — вот обычный для того времени тип рабочего жилья [4: с. 25].

Такие условия не соответствовали никаким санитарно-гигиеническим нормам, следствием чего было распространение различных заболеваний, в том числе эпидемий, что также было отражено в санитарной статистике конца XIX – начала XX в.

Еще одним источником экологического загрязнения в черте Москвы были свалки мусора, нечистот, сливные станции и пункты — всего порядка 30. Наиболее известные адреса бывших московских свалок: Грайворонская свалка за Покровской заставой, Калужская за Калужской заставой, Сукино болото за Дорогомиловской заставой, огороды Девичьего поля за Бутырской, Спасской, Семёновской заставами. Опасность свалок состояла в том, что оттуда загрязняющие вещества попадали в почву, внутренние воды, а скопления метана, выделяемые в процессе перегнивания отходов, были взрывоопасны.

Все вышеизложенное показывает, что экологическая обстановка в Москве в конце XIX – начале XX в. была непростой. Источниками загрязнения служили, с одной стороны, неконтролируемые выбросы и сбросы предприятий, с другой — бытовые отходы, которые либо сливались в сточные канавы, либо образовывали стихийные свалки мусора. Ситуацию могли усугублять природные стихийные бедствия, например, разливы Москвы-реки. Это напрямую сказывалось на здоровье и ухудшало условия жизни населения.

Литература

1. Доклад Московской городской управы о ее мероприятиях по борьбе с наводнением, организации помощи пострадавшим и о размерах убытков, причиненных наводнением 25 апреля 1908 года // URL: <http://retromoscow.livejournal.com/53662.html> (дата обращения: 10.02.2017).

2. Наводнение 1908 года // Интернет-проект «Retromap». URL: <http://www.retromap.ru/forum/viewtopic.php?t=1175> (дата обращения: 10.02.2017).

3. *Погожев А.В.* Кирпично-гончарное производство Московского уезда. Опыт санитарно-промышленного исследования // Сборник статистических сведений по Московской губернии. Отдел санитарной статистики. Т. 3. Вып. 3. М.: Типография С.В. Гурьянова, 1880–1881. 238 с. URL: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01004083833#?page=4> (дата обращения: 12.02.2017).

4. *Романовский И.* Новая Москва. Площади и магистрали. М.: Московский рабочий, 1938. 196 с. // URL: <http://litvik.ru/2/13/history/81034-romanovskiy-is-novaya-moskva-ploschadi-i-magistrali.html> (дата обращения: 12.02.2017).

5. Сборник статистических сведений по Московской губернии. Отдел санитарный. Санитарное исследование фабричных заведений Московского уезда. Ч. 1. Ф.Ф. Эрисмана. Т. 3. Вып. 3. М.: Типография С.В. Гурьянова, 1882. 228 с. // URL: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01003902967#?page=2> (дата обращения: 12.02.2017).

6. Сборник статистических сведений по Московской губернии. Отдел санитарный. Санитарное исследование фабричных заведений Московского уезда. Ч. 3. Ф.Ф. Эрисмана. Т. 3. Вып. 9. М.: Типография С.В. Гурьянова, 1883. 294 с. // URL: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01003902965#?page=4> (дата обращения: 12.02.2017).

7. Сборник статистических сведений по Московской губернии. Отдел санитарный. Санитарное исследование фабричных заведений Московского уезда. Ч. 5. Ф.Ф. Эрисмана. Т. 3. Вып. 12. М.: Типо-литография И.Н. Кушнерева и Ко, 1885. 162 с. // URL: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01003902963#?page=4> (дата обращения: 12.02.2017).

8. *Татарина Т.С.* Историко-географический и геоэкологический анализ условий жизни населения в крупнейшем городе: на примере Москвы конца XIX – начала XXI вв.: дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36. М., 2006. 168 с.

9. Трехгорная мануфактура // Интернет-проект «Retromap». URL: <http://www.retromap.ru/forum/viewtopic.php?t=1289> (дата обращения: 10.02.2017).

Literatura

1. Doklad Moskovskoj gorodskoj upravы' o ee meropriyatiyah po bor'be s navodnieniem, organizacii pomoshhi postradavshim i o razmerax uby'tkov, prichinenny'x navodnieniem 25 aprelya 1908 goda // URL: <http://retromoscow.livejournal.com/53662.html> (data obrashheniya: 10.02.2017).

2. Navodnenie 1908 goda // Internet-proekt «Retromap». URL: <http://www.retromap.ru/forum/viewtopic.php?t=1175> (data obrashheniya: 10.02.2017).
3. *Pogozhev A.V.* Kirpichno-goncharnoe proizvodstvo Moskovskogo uezda. Opy't sanitarno-promy'shленного issledovaniya // Sbornik statisticheskix svedenij po Moskovskoj gubernii. Otdel sanitarnoj statistiki. T. 3. Vy'p. 3. M.: Tipografiya S.V. Gur'yanova, 1880–1881. 238 s. URL: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01004083833#?page=4> (data obrashheniya: 12.02.2017).
4. *Romanovskij I.* Novaya Moskva. Ploshhadi i magistrali. M.: Moskovskij rabochij, 1938. 196 s. // URL: <http://litvik.ru/2/13/history/81034-romanovskiy-is-novaya-moskva-ploshhadi-i-magistrali.html> (data obrashheniya: 12.02.2017).
5. Sbornik statisticheskix svedenij po Moskovskoj gubernii. Otdel sanitarny'j. Sanitarnoe issledovanie fabrichny'x zavedenij Moskovskogo uezda. Ch. 1. F.F. E'rismana. T. 3. Vy'p. 3. M.: Tipografiya S.V. Gur'yanova, 1882. 228 s. // URL: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01003902967#?page=2> (data obrashheniya: 12.02.2017).
6. Sbornik statisticheskix svedenij po Moskovskoj gubernii. Otdel sanitarny'j. Sanitarnoe issledovanie fabrichny'x zavedenij Moskovskogo uezda. Ch. 3. F.F. E'rismana. T. 3. Vy'p. 9. M.: Tipografiya S.V. Gur'yanova, 1883. 294 s. // URL: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01003902965#?page=4> (data obrashheniya: 12.02.2017).
7. Sbornik statisticheskix svedenij po Moskovskoj gubernii. Otdel sanitarny'j. Sanitarnoe issledovanie fabrichny'x zavedenij Moskovskogo uezda. Ch. 5. F.F. E'rismana. T. 3. Vy'p. 12. M.: Tipo-litografiya I.N. Kushnereva i Ko, 1885. 162 s. // URL: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01003902963#?page=4> (data obrashheniya: 12.02.2017).
8. *Tatarina T.S.* Istoriko-geograficheskij i geoe'kologicheskij analiz uslovij zhizni naseleniya v krupnejšem gorode: na primere Moskvy' koncza XIX – nachala XXI vv.: dis. ... kand. geogr. nauk: 25.00.36. M., 2006. 168 s.
9. Trexgornaya manufaktura // Internet-proekt «Retromap». URL: <http://www.retromap.ru/forum/viewtopic.php?t=1289> (data obrashheniya: 10.02.2017).

T.S. Voronova

Ecological Features of the Living Conditions of the Population of Moscow in the Late XIX – Early XX Century

The article presents the analysis of the ecological situation on the territory of Moscow in the late XIX – early XX century. The influence of the nascent industry on the pollution of the landscape components was shown. This pollution affected the living conditions of citizens.

Keywords: ecological situation; factories; sanitary research; wastewater; living conditions.

**С.В. Пашков,
В.С. Вилков**

Антропогенная трансформация биотопов животных лесостепи Северного Казахстана

На основе многолетних зоогеографических обследований биотопов Ишимской лесостепи в пределах Северного Казахстана в статье анализируются авторские статистические данные, свидетельствующие о перестройке структуры фауны и сокращении численности популяций. Особое внимание уделено антропогенной трансформации южнолесостепных ландшафтов Жамбылского и Мамлютского районов. Дана количественная и качественная оценка влияния пожаров и агрогенной преобразованности среды обитания некоторых видов животных лесостепной зоны.

Ключевые слова: антропогенная трансформация; биотоп; лесостепные ландшафты; Северо-Казахстанская область; фаунистическое разнообразие.

В пределах лесостепной зоны Казахстана насчитывается в общей сложности свыше 325 видов позвоночных животных, из них: млекопитающих — 34, птиц — 270, пресмыкающихся — 3, земноводных — 5, рыб — 14 видов [2]. В то же время показатели контрольного списка, включающего все когда-либо отмеченные в области виды, а также виды, регулярно и случайно посещающие территорию лишь на время миграций, несколько выше. Фауна включает виды, обитающие здесь постоянно и проходящие полный цикл своего развития. Виды в крае, посещающие его эпизодически в единичных экземплярах или небольших количествах, в фауну не включены. К таковым относятся белая сова, стрепет, кречетка, а также рысь, в отдельные годы заходящая в область из таежных районов России; по реке Ишим — бобр. Еще недавно к подобным видам относилась и норка, в настоящее время успешно заселившая лесные экосистемы и включенная в список фауны области [9].

Антропогенный прессинг — наиболее мощный и глубоко действующий экологический фактор, основная опасность которого для большинства видов животных — это разрушение и видоизменение местообитаний. Так, установлено, что при различных формах механизированной обработки сельскохозяйственных угодий области мощному давлению подвергаются порядка 20 видов млекопитающих и птиц, но основное влияние приходится на наиболее массовые, широко распространенные виды, образ жизни которых связан с луговыми пространствами, тотально преобразованными в сельскохозяйственные геосистемы. К их числу в пределах лесостепных ландшафтов Северо-Казахстанской области относят 12 видов, среди которых всего три вида млекопитающих (заяц-беляк, заяц-русак

и косуля) и девять видов птиц: тетерева, серая и белая куропатки, перепел и шесть видов уток [6].

В целом по региону состояние экосистем по степени их антропогенизации [8] характеризуется следующим образом.

1. *Естественные* (не испытывавшие какого-либо антропогенного воздействия) — не сохранились.

2. *Квазиприродные* (слабо измененные хозяйственной деятельностью и внешне сходные с естественными) — представлены особо охраняемыми природными территориями: Смирновским, Согровским, Мамлютским и Орлиногорским заказниками; 12 памятниками природы, а также сельскохозяйственными неудобьями в долине реки Ишим, используемыми в качестве сенокосов. Эти экосистемы составляют 5 % территории региона.

3. *Полуприродные* (частично нарушенные человеком геокомплексы, сохранившие основные свойства экосистем) — представлены лесными, колочно-луговыми и околородными биотопами. Составляют около 12 % территории области.

4. *Природно-антропогенные* (трансформированная человеком биота, частично или полностью утратившая основные черты природных комплексов, с заданными свойствами и регулируемым биоприродным потенциалом) — представлены агросферой, урбанизированными территориями и охватывают порядка 83 % площади области.

Имеет смысл утверждать, что протекающее под воздействием антропогенного (в нашем случае — агрогенного) фактора уменьшение фаунистического разнообразия лесостепи красноречиво свидетельствует о глубокой трансформации природных комплексов и потери их резистентности. В пределах лесостепных ландшафтов Северо-Казахстанской области наиболее ярко выражены в этом плане следующие процессы.

1. *Уничтожение отдельных аборигенных видов.* До освоения целинных и залежных земель в южных (преимущественно, колочно-луговых и степных) районах области довольно широко были распространены дрофа и стрепет, подвергнувшиеся массовому истреблению со стороны переселенцев и исчезнувшие после завершения распашки степей. В начале 90-х на поросших бурьяном заброшенных землях района Шал акына было обнаружено несколько гнезд стрепета, что давало надежду на восстановление популяции, но после пожаров и повторной распашки в начале 2000-х гг., стрепет практически исчез.

2. *Падение численности.* Крайне волатильным является нынешнее состояние спорадически распределенных видов-рецидентов, численность которых стала угрожающе низкой — лося и кабана, полностью выбитых к началу прошлого века и заново заселивших территорию южной лесостепи области в 40-х гг. двадцатого столетия. Очень много лосей пришло в северные районы области зимой 1947–1948 гг. из лесов Тюменской области, однако их уничтожало местное население. Численность популяций данных животных, несмотря

на паллиативные меры по охране и воспроизводству, остается все еще на низком уровне и сильно варьирует по годам в связи с незаконным отстрелом и деградацией лесных ландшафтов. Максимальное количество таких животных было зафиксировано по данным авиаучета в 1962 г. — 98 особей).

3. *Появление новых видов.* В качестве новых видов, заселивших лесостепные ландшафты области, можно отметить енотовидную собаку, белку-телеутку, куницу, благородного оленя, большого баклана, большую белую цаплю, акклиматизированную ондатру [1] и др., благополучно освоивших рассматриваемую территорию в последние 80 лет.

4. *Снижение численности видов-доминантов вследствие трансформации биотопов.* Помимо оборота видов, вызванного процессами уничтожения аборигенных и заселения новых, весьма ощутимы долговременные негативные процессы, предопределившие структурную перестройку фауны лесостепи. Наибольшие колебания численности отмечаются у видов, которые ранее массово населяли луговые и степные биогеоценозы, подвергнутые коренному преобразованию вследствие их распашки в ходе целинной кампании. Тогда площадь пашни в области увеличилась с 15–20 до 45–50 % в отдельных районах с одновременным снижением площадей лугов и степей вдвое и более. Глубокая депрессия численности со второй половины прошлого века была отмечена для сибирской косули в связи с вовлечением в сельскохозяйственный оборот луговых участков — основного ее биотопа [3]. Однако наибольшее абсолютное сокращение численности, обусловленное тотальной распашкой степных участков и элементарным физическим истреблением, наблюдалось для сурка-байбака, имевшего некогда многочисленные колонии в левобережной части области. Исчезли, в прошлом процветавшие, колонии у сел Ястребинка, Песчаное, Темное, Макарьевка, Жанажол. В настоящее время практически вся популяция сурка в области сконцентрирована в пределах Майбалыкско-Украинского участка Жамбылского района, небольшие колонии встречаются и в пределах Тимирязевского района и района Шал акын, что позволяет утверждать о фрагментации биотопов зверька [7]. Но даже в случае смены негативных процессов позитивными тенденциями для популяции последующий бурный рост численности обычно оказывался кратковременным и завершался этапом относительной стабилизации на гораздо более низком, чем исходный, уровне. Такая же понижающая динамика численности в наше время характерна для других доминантных видов: зайца-русака, зайца-беляка, лисицы, степного хорька, из птиц — тетерева, серой и белой куропаток, перепела.

Отдельно следует отметить катастрофическое падение численности водоплавающих птиц (гусеобразных, поганок, гагар и пастушковых), обитающих в озерах лесостепной зоны. Если до начала освоения целины численность птиц этой группы оценивалась в пределах миллиона особей, то в 1966 г. она составила уже 880 тыс., в 1972 г. — 500 тыс., в 1976 г. — 340 тыс., в 1988 г. —

300 тыс. особей [6]. Одной из причин, обусловивших регрессирующую динамику численности, является колебание уровней североказахстанских озер. Данный процесс является большей частью естественным, но в последние десятилетия он практически полностью стал зависеть от состояния водосборных участков. У половины озер области они распахана 50–87 %, еще у четверти — на 30–49 % [9]. Зачастую пахотные земли вплотную подходят к урезу воды, что приводит к дестабилизации гидрологического режима водоемов, сокращению гнездопригодных площадей для водно-болотных птиц, концентрации пернатых хищников на остальной территории.

Среди многообразия форм негативного воздействия человека на среду обитания и непосредственно животных лесостепи [4] необходимо выделить ряд наиболее значимых по результирующему влиянию, которым часто не придается значения при определении причин сокращения популяций, но которые оказывают серьезное влияние на их состояние.

Пожары. Ежегодно в Северо-Казахстанской области выгорает около $\frac{1}{3}$ площади всех полей, степей, лесов и околородных пространств. Основная причина — преднамеренное выжигание старой растительности пастухами, фермерами, рыбаками и лесниками, которое впоследствии часто превращается в неконтролируемый пал, охватывающий огромные территории. Кроме этого, часть пожаров возникает по халатности и безответственности людей.

Изучение данного вопроса на территории крупнейшего из южнолесостепных районов области — Жамбылского — показало, что, по официальным данным, с 1997 по 2015 гг. произошло 117 случаев возгорания леса на площади 502,3 га. Из них от неосторожного обращения с огнем возникло 44 пожара, от неустановленных причин — 73 возгорания (62,4 % всех случаев). С целью определения ущерба диким видам охотничьих животных, в 2015 г. на территории горельников и прилегающих к ним лугов (общей площадью 314 га) были проведены учеты, в ходе которых обнаружено шесть обгоревших кладок охотничьих птиц (четыре — тетерева и две — серой куропатки) и десять зайчат. Официально зарегистрированная площадь лесов, охваченных пожарами в этом году составила 5,3 тыс. га (9,2 % всей площади лесов). С учетом и других участков, охваченных низовыми пожарами, по разным причинам не попавших в официальную сводку, площадь достигала 16,4 тыс. га (28,4 %). Экстраполяция полученных ранее показателей на указанную площадь выявила, что только в лесных угодьях погибло 522 особи зайчат, 1672 яйца и птенца тетерева и 936 яиц и птенцов серой куропатки. Учитывая, что в рассматриваемом году по результатам зимнего учета в районе обитало 2185 зайцев-беляков, доля погибших к их числу составила 23,9 %, у тетерева — 116 % и у серой куропатки — 174,6 %.

Кроме лесов в рассматриваемом районе в 2015 г. выгорело около 37 тыс. га степей и лугов или 43,1 % от общей площади, 5,8 тыс. га надводной и околоводной растительности озер и болот — 11 %, а также почти 98 тыс. га пахотных земель — 38 %. По результатам обследования 657 га степей и лугов

обнаружено погибшими: 1 взрослый заяц-русак и двое зайчат, 1 кладка серой куропатки, 4 — утиных и 2 — куликов. Экстраполяция полученных данных на всю площадь установила, что от пожаров погибло: 56 взрослых зайцев, 112 — зайчат, 504 яйца серой куропатки, 1575 утиных яиц и 336 яиц куликов.

Оценка влияния пожаров на акватории водоемов и прилегающих к ним лугов показала, что огнем на площади 563 га были уничтожены: одна кладка серого журавля, три — серого гуся, 17 — утиных и 43 — лысухи, что в пересчете на всю площадь пожаров составило, соответственно, 20 яиц журавля, 155 яиц серого гуся, 1225 утиных яиц и 3536 яиц лысухи.

Таким образом, только за вторую половину апреля – мая 2015 г. на территории одного района из 196,2 тыс. га пригодных для обитания охотничьих животных угодий (без учета пашни) пожарами было охвачено 59,2 тыс. га или 30,2 %. В результате этого погибло 10 649 особей птиц и млекопитающих (табл. 1), что составило в среднем 18 особей на 100 га (1 км²). В лесах данный показатель достигал 19 особей, в степи — 7 и на озерах и их окрестностях — 85.

Таблица 1

Гибель животных от пожаров в Жамбылском районе (2015 г.)

Тип угодий	Погибло (особей, яиц):							
	серый гусь	утка	тетерев	куропатка	журавль	лысуха	кулик	заяц
Лес			1672	936				522
Степь		1575		504			336	56 + 112
Водоемы	155	1225			20	3536		
Всего:	155	2800	1672	1440	20	3536	336	56 + 634

Сельскохозяйственные работы. Несмотря на то, что пахотные земли являются малопригодными для обитания, часть видов все же использует их в своей жизнедеятельности, поскольку многие естественные биотопы практически уничтожены, либо вплотную примыкают к землям сельскохозяйственного землепользования. Особенно это касается территорий, прилегающих к водоемам, лесным колкам, кустарникам и болотам.

Весенние полевые работы. В зависимости от характера весны работы (сжигание прошлогодней соломы, безотвальная обработка земли, дискование, боронование, а затем сев зерновых) начинаются с 1–5 мая и продолжаются, в отдельные годы, до середины — конца июня. На это время — конец апреля, май и первая половина июня — приходится время строительства гнезд, кладки и насиживания яиц у уток, куликов, белой и серой куропаток. На этот же период у зайцев — беляка и русака — приходится помет зайчат.

Для определения масштабов влияния рассматриваемого вида деятельности в 2003, 2009, 2012 и 2015 гг. на территории шести административных районов Северо-Казахстанской и Кустанайской областей проведены исследования на площади 738 га, которые позволили установить ряд особенностей.

Прежде всего, установлено, что в весеннее время в пределах пахотных земель погибает 15 видов птиц и млекопитающих, или населяющих кладку, или недавно родившиеся зайчата. Причем в различные по природно-климатическим условиям годы видовой состав и соотношение погибших животных существенно разнится. Так, в 2003 г. 55,6 % от общего количества составляли утки и по 22,2 % приходилось на серую куропатку и два вида зайцев. Кулики в этот сезон на пахотных землях обнаружены не были. В 2015 г., наоборот, 51,7 % погибших особей пришлось на куликов, 25,8 % — на уток и 22,5 % — на зайцев. Серая куропатка среди них отсутствовала. В 2012 г. количество погибших животных более равномерно распределилось между утками, зайцами и серой куропаткой, хотя доля уток при этом оказалась в два раза больше, чем серой куропатки.

Результаты, приведенные в таблице 2, свидетельствуют о том, что в сухие годы (низкая фаза увлажнения) под сельскохозяйственную технику попадают лишь зайцы и серая куропатка. Средняя плотность погибших особей на 1 км² при этом составляет: у зайцев — 0,15, у серой куропатки — 0,13. В годы с количеством осадков в весенне-летнее время, равным среднему многолетнему значению (умеренновлажная фаза), к трем видам, отмеченным в низкую фазу, добавляются ещё восемь видов уток, при средней плотности 0,23 особи/км². При высоком увлажнении территории (влажная фаза), когда все низины на полях, колки, болота и озёра заполнены водой, отмечается гибель максимального количества видов — 15. Только в эту фазу в пределах агроценозов отмечены кулики. Причем по числу погибших они лишь в 1,7 раза уступают уткам, доля которых в этот период составляет 0,17 особи на 1 км². Доля зайцев и серой куропатки в таких условиях значительно сокращается: у первых двух видов — в два раза, а второго — в 2,2 раза.

Таблица 2

Гибель животных лесостепи Казахстана при различном увлажнении территории

Виды, группы видов	Погибло особей и кладок по фазам увлажнения (на 1 км ²)					
	сухие годы		умеренновлажные годы		влажные годы	
	особей	кладок	особей	кладок	особей	кладок
Утки (8 видов)	–	0,15	0,23	0,68	0,17	0,65
Кулики (3 вида)	–	–	–	–	0,1	0,11
Белая куропатка	–	–	–	–	–	0,05
Серая куропатка	0,13	–	0,11	–	0,05	0,05
Зайцы (2 вида)	0,15	–	0,18	–	0,09	–
Всего:	0,28	0,15	0,52	0,68	0,41	0,86

В целом прослеживается основная закономерность: количество животных, погибающих весной на полях, увеличивается по мере увлажнения территории. Если в сухие вёсны в среднем погибает 0,28 особей на 1 км² агроценозов, то в умеренновлажные — 0,52 особи, а во влажные — до 0,41 особи на учетную площадь. Но в последнюю из рассмотренных фаз происходит это лишь за счет гнездящихся в такие годы на полях куликов. Для всех других

групп и видов в фазу высокого увлажнения наблюдается сокращение числа погибших особей, что определяется сложными взаимоотношениями организмов со средой. Например, динамика гибели уток на полях весной полностью соответствует изменению суммарной численности популяции.

Расчеты показывают, что только весной на пашне в среднем по лесостепи ежегодное количество погибших уток и зайцев составляет по 3402 особи соответственно. Но если у последних из названных видов это происходит в любые по климатическим условиям годы, то у уток — лишь в умеренные и влажные. В целом наибольшее число погибших приходится на годы с умеренным увлажнением — 6019 особей и несколько меньше на влажные — 4449 особей. У зайцев, наоборот, 3926 зверьков уничтожается в сухие годы, в остальные фазы соответственно в три и 1,7 раза меньше.

Одновременно с взрослыми птицами, насиживающими кладку, в весеннее время уничтожается большое количество гнезд, что существенно влияет на успех размножения. В среднем за четыре сезона их количество составило 0,6 штук/км². Из них 82,3 % приходится на гнезда уток, 8,1 % — куликов и по 4,8 % — на белую и серую куропаток. В зависимости от условий весны меняется объем гибели кладок. В сухие и умеренновлажные годы, на полях отмечены лишь кладки уток, а их плотность не превышает 0,15 гнезда/км², в то время как в умеренновлажную фазу она в 4,5 раза больше — 0,68 гнезд/км². И лишь при высоком уровне увлажнения в агроценозах встречаются и погибают кладки других видов, в частности куликов — 0,11 гнезд/км², белой и серой куропаток — по 0,05 гнезда на ту же учетную площадь. Объемы ежегодной гибели кладок по лесостепи велики: в сухие годы в среднем 16226 особей 13 видов птиц. В умеренные и влажные годы количество погибших кладок только у уток достигает соответственно 17,8 и 17,0 тыс. штук. В такие годы, с учетом средней величины выводка в августе, популяция недосчитывается 117,5 и 112,3 тыс. птиц.

Сужение территории для размножения. Учитывая сложность изучения данного вопроса, он рассматривается в работах крайне редко, хотя к настоящему времени угодья изучаемой области, да и других аналогичных территорий Казахстана и российского приграничья, претерпели настолько существенные изменения, что стали малопригодны не только для размножения, но даже для обитания. Площади таких участков сократилась в десятки раз по сравнению с периодом до освоения целинных и залежных земель. Для иллюстрации этого положения в 2014–2016 гг. на территории южнолесостепного района — Мамлютского — изучено состояние 18 водосборных бассейнов озер как мест гнездования для речных и частично нырковых уток, куликов и других видов.

Установлено, что доля пашни, которая практически непригодна для размножения, поскольку все кладки и молодые особи в их пределах гибнут во время всех видов сельскохозяйственных работ, достигает в среднем 54,3 %. Причем, доля пашни свыше 50 % отмечена на водосборных территориях 10 озер (55,6 %). На водосборах шесть озер (33,3 %) она занимает более 70 %, а на некоторых (Старое и Каменное) — даже 90 %. Из других факторов,

ограничивающих пригодность для обитания и размножения, выделяются населенные пункты. В среднем по рассматриваемому району они занимают 11,6 % водосбора. На отдельных озерах данный показатель достигает 85 %. В совокупности два рассмотренных показателя в среднем составляют 65,9 % водосборной площади. Водосборы с долей пашни и сел свыше 50 % отмечены на 13 озерах (72,2 %), свыше 70 % — на семи озерах (38,9 %) и на водосборах двух озер антропогенные формы занимают 100 % площади. Идентичная ситуация характерна и в целом для озер области.

Кроме пашни и населенных пунктов еще 3,7 % площади водосборов занимают леса и кустарники, которые также малоприспособлены для водно-болотных птиц. Таким образом, в среднем по району 69,6 % площади водосборов не может быть использовано птицами в своей жизнедеятельности.

Уцелевшие естественные участки в окрестностях водоемов, представленные преимущественно пастбищами, составляют в среднем 30,4 % площади водосборов, но и они не в полной мере пригодны для обитания и гнездования птиц в силу неравномерного распределения растительности, влияния выпаса скота, рекреационной и иной деятельности.

В 2014–2016 гг. на восьми озерах Мамлютского и Жамбылского районов проведен анализ пригодности уцелевших естественных участков для гнездования уток и куликов. Результаты представлены в таблице 3, из которых следует, что через уцелевшие участки проходят полевые дороги, часто по всему периметру, с интенсивным движением транспорта в весенний период. На семи из восьми водоемов в весенне-летнее время присутствуют рыбаки, что означает постоянное движение на автомобилях, костры, наличие собак и другое. На 50 % осмотренных озер по берегам производится выпас коров, овец и лошадей, которые являются серьезным фактором беспокойства для гнездящихся птиц.

Таблица 3

**Антропогенное воздействие на биотопы водоемов
Мамлютского и Жамбылского районов (2014–2016 гг.)**

№	Название озера	Площадь водосбора, га	Доля сохранившейся естественной растительности, %	Наличие факторов беспокойства				Фактически пригодно для гнездования, %
				дороги	рыбаки	выпас скота	другие	
1	Д. Долгое	176	55	++	+	+	+	15–17
2	Коваль	288	57	++	++	+	+	7–8
3	Пчелино	168	43	+	+	–	+	16–18
4	Калдаман	527	45	+	–	–	+	20–21
5	Избасар	348	56	++	++	++	+	12–14
6	Сосновое	273	41	+	++	–	+	10–11
7	Узбакан	195	37	+	+	+	+	8–9
8	Варварино	251	48	+	+	–	–	17–18

Примечание: + — слабое воздействие; ++ — сильное.

С учетом всех дополнительных факторов установлено, что на рассмотренных восьми озерах из всей площади водосбора может быть использовано птицами для гнездования не более 13,1 %. Учитывая тот факт, что из указанной площади часть территории не устраивает птиц по другим параметрическим характеристикам, данная цифра еще сократится.

В пределах лесостепных ландшафтов Северо-Казахстанской области наблюдается значительная антропогенная трансформация экосистем, которая в южной лесостепи составляет не менее 50 %, а в отдельных районах колочной степени — достигает 70–90 % площади. Дальнейшая дифференциация видов агрохозяйственной деятельности, несомненно, приведет к еще большей потере зоогеографической специфики Ишимской лесостепи путем примитивизации фауны, что выльется в итоге в потерю значительной части биоразнообразия как фундамента устойчивого функционирования экосистем.

В заключение необходимо отметить: лесостепные ландшафты Северного Казахстана, характеризующиеся специфичным фаунистическим составом, подверглись масштабной трансформации за постцелинный период. Проблема сохранения зооразнообразия наиболее эффективно может быть решена только через расширение существующей или создание принципиально новой системы малых форм особо охраняемых природных территорий регионального значения, организованной на принципах фауноохранного зонирования. Определенную помощь в решении данного вопроса способно оказать вовлечение в эту сеть площади оптимизированных сел, однако они далеко не всегда территориально совпадают с ареалами расселения малочисленных охраняемых животных. Другим экологоприемлемым сценарием может стать частичная экстенсификация агросферы области, предусматривающая перевод малопродуктивной пашни в разряд пастбищных угодий и залежей, улучшая таким образом «экологичность» сельскохозяйственных геосистем лесостепной зоны.

Литература

1. Акклиматизация охотничье-промысловых зверей и птиц в СССР/ под ред. И.Д. Кириса. Киров: Волго-Вятское книжное издательство, 1973. 537 с.
2. *Афанасьев А.В.* Зоогеография Казахстана. Алма-Ата: Изд-во АН Казахской ССР, 1960. 261 с.
3. *Бубнов Г.М.* Сохранение биоразнообразия в условиях сплошной сельскохозяйственной освоенности // Экология и устойчивое развитие. 2003. № 1. С. 75–77.
4. *Вилков В.С.* Охотничьи хозяйства как фактор влияния на животный мир Северо-Казахстанской области// Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона. Омск, 2012. С. 195–198.
5. *Дробовцев В.И.* Водоплавающие птицы лесостепной зоны Северного Казахстана и пути их рационального использования: дис. ... канд. биол. наук. М., 1977. 162 с.
6. *Дробовцев В.И., Вилков В.С.* Животный мир Северо-Казахстанской области. Петропавловск: Поиск, 1992. 28 с.

7. *Есмагамбетова А.К., Белецкая Н.П., Дмитриев П.С.* Сурок-байбак как объект охраны перспективных заказников Акжанский и Аксуатский Северо-Казахстанской области // Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона. Омск, 2012. С. 214–217.

8. *Исаков Ю.А., Казанская Н.С., Панфилов Д.В.* Классификация, география и антропогенная трансформация экосистем. М.: Наука, 1980. 226 с.

9. *Пашков С.В.* Проблемы сохранения фаунистического разнообразия лесостепных ландшафтов Северо-Казахстанской области // Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона. Омск, 2010. С. 166–169.

S.V. Pashkov,

V.S. Vilkov

Anthropogenic Transformation of Biotopes of Animals in Forest-Steppe of North Kazakhstan

On the basis of long-term zoogeographical researches of biotopes of Ishim forest-steppe within Northern Kazakhstan, in the article the authors analyze their statistical data, which indicate about a restructuring of the structure of the fauna and reduction of populations size. Particular attention is paid to the anthropogenic transformation of southern-steppe landscapes of Zhambyl and Mamlyut districts. The authors give a quantitative and qualitative assessment of the impact of the fires and agrogenic transformation of habitat of some species of animals in the forest-steppe zone.

Keywords: anthropogenic transformation; biotope; the forest-steppe landscapes; North Kazakhstan region; faunistic diversity.



МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Д.Ю. Платонов

Современные тенденции в российском образовании и участие российских университетов в международной образовательной системе

В данной работе представлено состояние современного российского высшего образования, показано участие российских вузов в международных образовательных рейтингах. Затронута также географическая специфика размещения отечественных вузов. Названы актуальные проблемы современного образования и намечены пути его модернизации.

Ключевые слова: вузовское образование; международные рейтинги; университетские ассоциации; международный опыт; проблематика высшего образования; мобильность студентов.

Современное российское образование стало неотъемлемой частью международной образовательной системы, свидетельством чему является участие российских вузов в международных программах.

К сожалению, российское образование еще остается в стороне от многих международных инициатив, форумов и ассоциаций. Сегодня наше образование представлено только в одной международной ассоциации — Univer Cities, созданной по инициативе мэра и ректора университета Женевы. Целью создания данной ассоциации является сближение науки, высшего образования и города в условиях экономики знаний и глобализации, распространение университетских технологий. Ассоциативное участие в таких программах позволяет найти новые подходы к развитию и трансформации отечественного образования как на уровне федеральных, так и городских университетов.

Безусловно, основной тенденцией развития отечественного образования является ориентированность на международный рынок образовательных услуг. Это прежде всего проявляется в стремлении попасть в международные рейтинги лучших университетов мира.

На рисунке 1 можно увидеть, что российские учебные заведения к началу 2011–2012 гг. стали стабильно попадать в международные рейтинговые системы. Далее происходило планомерное увеличение числа отечественных учебных заведений в этих рейтингах, что связано с развитием российских программ по модернизации высшего образования. Однако стоит отметить, что самые резкие скачки на графиках связаны все же с изменениями в самих рейтинговых системах, а именно их расширением в плане количества рассматриваемых и публикуемых учебных заведений. Так, если в рейтинг CWUR в 2012 и 2013 гг. состоял из 100 лучших университетов, то позднее он расширился до 1000 учебных заведений. В системе WUR на 2010–2011 г. представлен рейтинг 200 лучших вузов, в последующие годы он расширен до 402 учебных заведений, а с 2015–2016 г. — до 799 и 978 позиций.

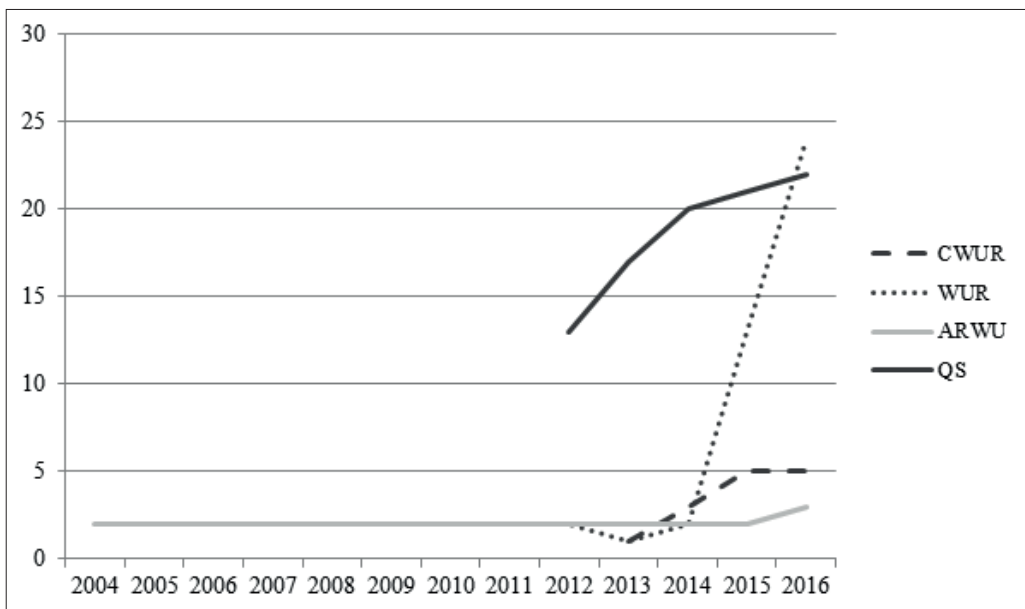


Рис. 1. График включения российских вузов в международные рейтинговые системы (составлено автором по данным: [6–9])

Подавляющее большинство российских городов, в которых располагаются университеты, попадающие в мировые рейтинговые системы, относятся к городам-миллионникам. Исключение составляют Томск, Саратов и Владивосток. Как правило, все университетские города являются и административными центрами своих субъектов Российской Федерации. Это говорит о концентрации или о развитии флагманских высших учебных заведений в местах наибольшей концентрации населения. Можно отметить богатые научные и образовательные традиции у высших учебных заведений, представленных в таблице 1. Практически все они участвуют в государственной программе поддержки крупнейших российских вузов, защищенной Министерством образования и науки России в 2012 г. — 5/100. Иными словами, это федеральные или национальные

исследовательские университеты. С учетом развития названной программы и дальнейшего планомерного подключения к ней других учебных заведений, присутствие российских образовательных учреждений в международных рейтингах должно с каждым годом увеличиваться.

Таблица 1

Национальный рейтинг высших учебных заведений России

(составлен автором по данным: [4–9])

Вуз	Город	Год основания	Число студ./ доля иностр. студ. (%)	Место вузов в рейтингах:				
				UniR	CWUR	WUR	ARWU	QS
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (МГУ)***	Москва	1755	38 150/ 10	1	77	188	87	108
Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)***	Санкт-Петербург	1724/ 1819	21 019/ 10	5	430	401– 500	301– 400	258
Новосибирский государственный университет****	Новосибирск	1958	6781/ 17	2	959	401– 500	401– 500	291
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (МГТУ)****	Москва	1830	18 357/ 5	7	–	601– 800	–	306
Московский физико-технический институт (МФТИ / Московский Физтех)*/****	Москва, Долгопрудный	1946	5886/ 13	4	218	301– 350	–	350
Московский государственный институт международных отношений (Университет МГИМО)	Москва	1944	7462/ 13	–	–	–	–	350

Вуз	Город	Год основания	Число студ./ доля иностр. студ. (%)	Место вузов в рейтингах:				
				UniR	CWUR	WUR	ARWU	QS
Томский государственный университет*/****	Томск	1878	8565/ 18	9	–	501– 600	–	377
Национальный исследовательский томский политехнический университет*/****	Томск	1896	10 833/ 23	10	–	501– 600	–	400
Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ*/****	Москва	1942	7064/ 15	2	756	401– 500	–	401– 410
Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики (НИУ ВШЭ)*/****	Москва	1992	23 521/ 5	6	–	–	–	411– 420
Санкт-Петербургский политехнический университет имени Петра Великого*/****	Санкт-Петербург	1899	15 669/ 14	13	–	601– 800	–	411– 420
Казанский (Приволжский) федеральный университет*/**	Казань	1804	29 400/ 7	11	–	401– 500	–	501– 550
Дальневосточный федеральный университет*/**	Владивосток	1899	13 863/ 15	23	–	–	–	551– 600
Национальный исследовательский Саратовский государственный университет****	Саратов	1909	11 541/ 5	30– 33	–	801+	–	551– 600
Южный федеральный университет**	Ростов-на-Дону, Таганрог	1915	19 109/ 6	17	–	801+	–	551– 600

Вуз	Город	Год основания	Число студ./ доля иностр. студ. (%)	Место вузов в рейтингах:				
				UniR	CWUR	WUR	ARWU	QS
Национальный университет науки и техники (МИСиС)*/**	Москва	1918	7440/ 20	14	–	801+	–	601– 650
Университет дружбы народов (РУДН)*	Москва	1960	20 227/ 26	8	–	801+	–	601– 650
Уральский федеральный университет**	Екатеринбург	1920	25 173/ 5	15	–	801+	–	601– 650
Нижегородский национальный исследовательский университет имени Н.И. Лобачевского**	Нижний Новгород	1916	16 987/ 6	20	–	801+	–	701+
Новосибирский государственный технический университет*	Новосибирск	1950	12 164/ 15	40	–	801+	–	701+
Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова	Москва	1903	17 503/ 6	47– 48	–	–	–	701+
Воронежский государственный университет	Воронеж	1918	14 011/ 9	27	–	801+	–	701+
Университет ИТМО*	Санкт-Петербург	1900	11 875/ 11	12	–	351– 400	–	–
Национальный исследовательский университет «МИЭТ» (МИЭТ)**	Москва, Зеленоград	1965	446/ 2	25	–	801+	–	–
Самарский государственный аэрокосмический университет**	Самара	1942	6833/ 4	21	–	801+	–	–

Вуз	Город	Год основания	Число студ./ доля иностр. студ. (%)	Место вузов в рейтингах:				
				UniR	CWUR	WUR	ARWU	QS
Сибирский федеральный университет*/**	Красноярск	1957/ 2006	26 156/ 2	18	–	801+	–	–
Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова*	Москва	1758	16 774/ 11	37	–	801+	–	–

Примечание: * — программа 5/100; ** — федеральный университет; *** — национальный образовательный комплекс; **** — национальный исследовательский университет.

Нельзя однозначно утверждать, что слабое присутствие российских университетов в международных рейтингах делает отечественное образование низкокачественным или неконкурентным. Однако можно отметить, что на международной и, в частности, европейской арене оно постепенно теряет свою конкурентоспособность и привлекательность. Эта тенденция нежелательна, так как присутствие в международных рейтинговых системах и в международных мониторингах может добавить привлекательности российскому образованию, привлечь иностранных студентов и специалистов, глубже интегрировать российское образование в международную образовательную систему.

«Неприемлемо рассматривать систему образования в отрыве от экономической, политической и общественной жизни страны. Любые изменения в обществе и государстве отражаются и на системе образования, существует и обратная связь. Поскольку высшее образование является важнейшим инструментом формирования рынка труда, развитие этого образования должно способствовать и комплексному социально-экономическому развитию государства» [3].

На рисунке 2 представлено размещение на территории России высших учебных заведений, попавших в международные рейтинговые системы.

В таблице 2 представлены отдельные параметры развития системы образования России и некоторых зарубежных стран в сопоставлении с численностью и плотностью их населения. Для получения объективной картины использовались данные из одних и тех же источников.

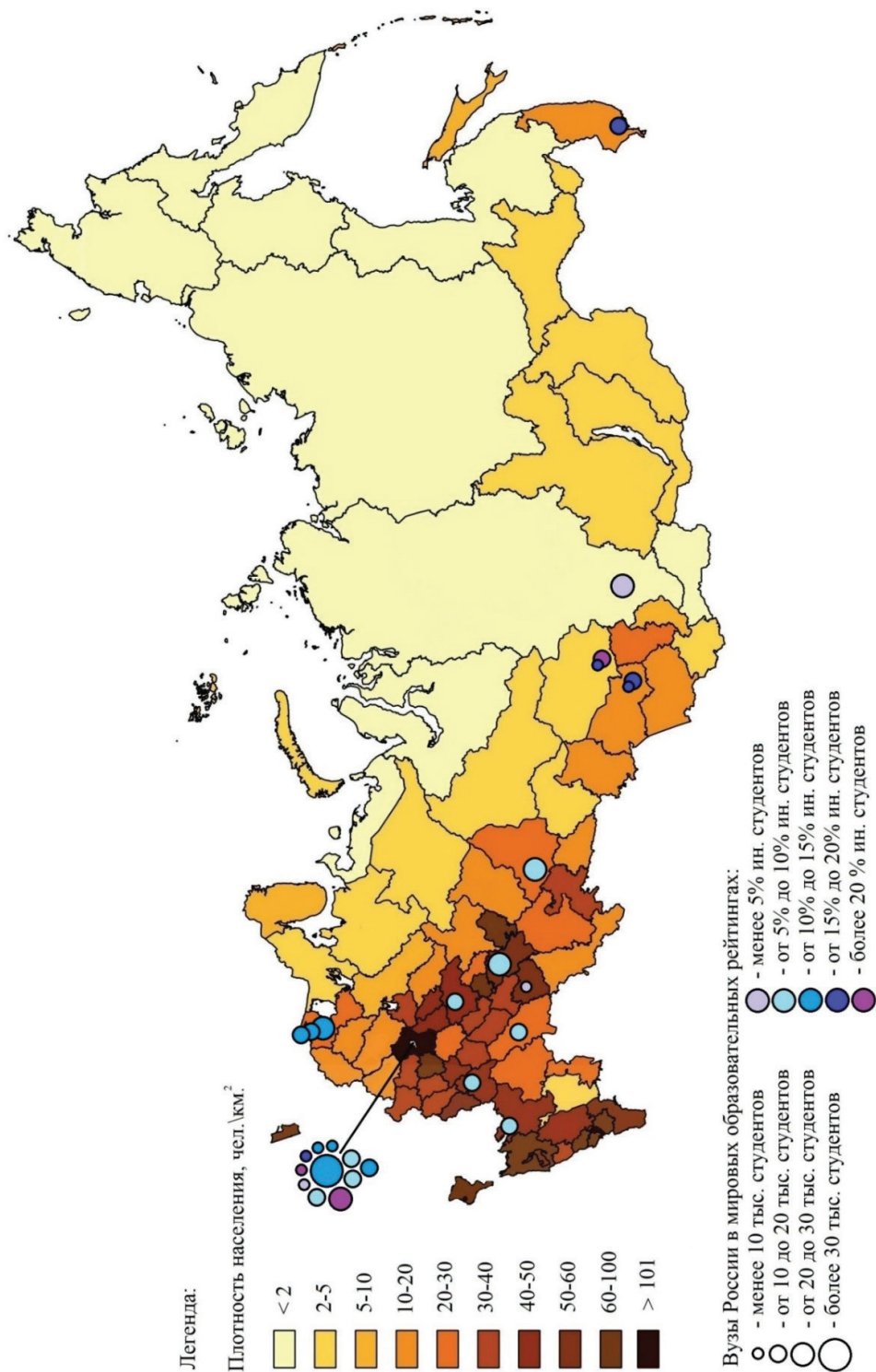


Рис. 2. Высшие учебные заведения России в международных рейтинговых системах (составлено автором по данным: [6–10])

Таблица 2

Сравнительная таблица параметров развития системы образования России и некоторых зарубежных стран в сопоставлении с численностью и плотностью их населения (составлено автором по данным: [6–10])

	Великобритания	США	Франция	Германия	Австрия	КНР	Республика Корея	Бразилия	Россия
Население (млн человек)	65,1	323,9	66,7	82,2	8,7	1380,1	50,8	205,7	146,5
Плотность населения (чел./км ²)	246	32	116	227	102	144	515	22	8
Число вузов	296	3280	572	415	76	2480	н.д.*	н.д.	965
Число ведущих вузов (CWUR, WUR, ARWU, QS)	264	663	136	178	30	229	102	72	54
Число студентов (тыс. человек)	3582	11 748	2616	2645	284	52 830	1933	5000	3070
Число иностранных студентов (тыс. человек)	428	740	239	207	58	89	117	32	174
Число студентов на 1 тыс. жителей страны	55	36	39	32	32	38	38	24	20

Примечание: * — нет данных.

Сравнивая отечественное и зарубежное образование, можно отметить, что по большинству параметров Россия отстает от ведущих университетских стран: по количеству студентов на число жителей; по доле иностранных студентов в общем числе студенческой молодежи или иной страны, а также по ее мобильности.

Наибольшая мобильность характерна для студентов Центральной Азии, что можно связать с нехваткой предложения по высшему образованию со стороны местных высших учебных заведений. Обратная ситуация просматривается в других регионах, где мобильность студентов крайне низка: в Южной и Западной Азии, в Латинской и Северной Америке.

На международном рынке образовательных услуг появляются новые страны, готовые потеснить лидеров и составить им конкуренцию. В 2012 году лидерами по привлечению иностранных студентов являлись: Соединенные Штаты (18 %), Великобритания (11 %), Франция (7 %), Австралия (6 %), Германия (5 %). Австралия и Япония, традиционные лидеры в Восточной Азии и Тихоокеанском регионе, соперничали с новыми точками притяжения

в регионе, такими как Китай, Республика Корея, Сингапур, которые привлекли около 6 % от глобальной доли иностранных студентов в 2012 г. [10].

Основная масса иностранных студентов, обучающихся в российских вузах — выходцы из стран СНГ, в том числе этнические русские. Кроме того, заметную долю составляют представители бывшей социалистической Азии (Китай, Вьетнам, Монголия), граждане Африки и Латинской Америки. В известном смысле часть этого обмена носит фиктивный характер. При том что как наши, так и иностранные студенты тяготеют к «топовым», т. е. входящим в мировую рейтинговую систему. Хотя нельзя не отметить, что студенты из Зарубежной Азии и Африки по-прежнему учатся и в региональных вузах, к чему есть исторические и географические предпосылки.

Выстроив иерархию университетов России в зависимости от значимости или многочисленности городов, российская система образования оказалась в ситуации, когда университеты в сравнительно небольших городах (Элиста, Горно-Алтайск и им подобные) выдают по завершении обучения практически неконвертируемые дипломы не только за рубежом, но и внутри страны, даже в соседних регионах. Это порождает массовую иммобильность образованного населения как одну из важнейших причин интеллектуального застоя и даже деградации.

Для гармоничного развития современного высшего образования в Российской Федерации, по всей вероятности, необходимо использовать два разных подхода к формированию вузовской системы. Один подход будет необходим для развития (усовершенствования, модернизации) высшего образования в крупных городах, центрах образования, со своей, уже сложившейся, историей. Второй подход должен быть связан с решением проблемы получения высшего образования в небольших городах и регионах со своей спецификой хозяйства, особенно в тех случаях, когда регион или город специализируется на одной отрасли хозяйства. При первом подходе необходимо стремиться к максимальной конвертируемости дипломов, что дает выпускникам определенную свободу в выборе места приложения труда. При втором — достигается максимум обеспечения нужд данного региона квалифицированными кадрами определенных специальностей.

Модернизация отечественного образования и предпосылки к ней

В течение последних 30 лет экспертами фиксируется кризис индустриальной организации общества и экономики, который проявляется в расширяющемся наборе территориальных, технологических и гуманитарных проблем. Поэтому должны появиться университеты нового типа (проблемноориентированные или инновационные) для подготовки людей и команд, способных проектировать новые виды деятельности и обеспечивать трансформацию уже существующих корпораций, отраслей и территорий в соответствии с вызовами времени [2]. Важной тенденцией является также гуманизация сферы образования, в том числе — университетского.

Ректоры ведущих университетов мира (Гарвард, Итон, Кембридж, Оксфорд, Стэнфорд и др.) недавно продекларировали, что образование развития исчерпало себя, теперь намечается тенденция в сторону консервативного образования. Значительно ранее в мировом сообществе произошло разочарование в науке (антисайентизм), что отразилось на фундаментальных исследованиях в университетах.

Для того чтобы находиться на лидирующих позициях, необходимо не догонять, а обгонять. Находить принципиально новые подходы и решения, ранее других реализовывать совершенно новые проекты — до того момента, когда они становятся мейнстримом. Все это также характерно для науки и образования, как и для любой другой области развития человеческого общества.

На сегодняшний день очень остро стоит вопрос о соответствии уровня образования и диплома о высшем образовании требованиям рынка труда. По-прежнему распространена известная фраза из уст работодателя: «Забудьте все, чему вас учили». То есть на сегодняшний день при трудоустройстве на работу потенциальный работодатель изначально сомневается в качестве подготовки приходящего к нему выпускника высшего учебного заведения. Из этого можно сделать вывод, что в высшей школе учат не так или не тому, что на сегодняшний день востребовано на рынке труда. Отчего же возникает такой дисбаланс, ведь программы в университетах пишут вроде бы исходя из требований реальной жизни? К сожалению, российское образование зачастую не успевает за быстро меняющимся миром, а потом все еще готовит многих специалистов не по тем направлениям, которые особенно остро требуются российской экономике.

Экономике, обществу, бесспорно, нужны как технические профессии всех направлений, так и гуманитарные специальности, нужны творческие во всех сферах деятельности, в том числе и появляющиеся каждые несколько лет инновационные профессии. Можно сколько угодно создавать хорошо зарекомендовавшие себя вещи, объекты, но рано или поздно даже самый надежный продукт будет морально устаревать. По известной теории циклов или технологических укладов отечественного экономиста-географа Николая Дмитриевича Кондратьева, примерно каждые 50 лет происходит смена лидирующих отраслей в хозяйстве страны и мира. Соответственно, на первый план выходят совершенно новые специальности, которые до этого были или не востребованы, или отсутствовали вовсе. Улавливать эти тенденции отечественному образованию еще предстоит учиться.

В системе отечественного образования на сегодняшнем этапе развития существует несколько общегосударственных программ по поддержке и модернизации университетского образования. Несмотря на различие в названиях программ: «5/100», «Национальные исследовательские университеты», «Опорные вузы», можно утверждать, что они все направлены на достижение одной цели — развитие высшего образования в нашей стране и его модернизация.

Достижение этой цели позволит сформировать высококвалифицированный сегмент предложения на рынке труда; повысить интеллектуализацию общества; усовершенствовать научное обеспечение хозяйственной и экономической деятельности в стране; создать конкурентоспособное университетское образование.

Участие университетов в разных программах позволяет им развиваться своим путем, строить учебную и научную работу в том ключе, который более рационален как для самого университета, так и для города и региона, в котором он расположен. Однако стоит отметить, что, к сожалению, многим высшим учебным заведениям приходится сталкиваться и с другими задачами: выживание в конкурентной среде в борьбе за привлечение абитуриентов; поиски государственного финансирования; сложность совмещения процессов образования и исследования.

Условно можно выделить три направления развития отечественного образования:

1. Инновационные технологии и тесное международное сотрудничество. К такому направлению развития тяготеют вузы, участвующие в программе 5/100.

2. Исследовательская деятельность и практикоориентированное обучение, на которое опираются вузы, получившие статус национальных исследовательских университетов.

3. Развитие образования, ориентированного на внутренний рынок, свой город и регион. К этой группе относятся опорные вузы и частично федеральные университеты.

Помимо обозначенных выше отличий в курсе развития университетов у всех них есть и схожие черты, точки соприкосновения, характерные для общего развития российского образования. К ним, бесспорно, можно отнести улучшение качества образования, модернизацию материально-технической базы, привлечение к преподавательской деятельности высококлассных российских и иностранных специалистов, обмен опытом между ведущими российскими и зарубежными университетами, в том числе путем публикаций научных статей по новейшим отраслям науки и техники.

К основным проблемам развития российского высшего образования, еще требующим своего разрешения, можно отнести следующие:

- сверхконцентрация образования в наиболее крупных городах и городских агломерациях;
- географическая замкнутость (неравномерное размещение), изоляция, иммобильность;
- проблемы управления, управленческих кадров и бюрократизация, навязываемая сверху;
- неверные целевые установки, снижающие качество образования и эффективность научных исследований;
- проблема стабильного финансирования;
- проблемы взаимодействия образовательного рынка и рынка труда.

Подводя итоги анализа, можно сказать, что в сфере высшего образования накопилось большое количество проблем, мешающих полноценному развитию этой действительно стратегической отрасли. Ряд проблем тем не менее успешно решается путем внедрения современных технологий и методик. Изучается международный опыт, осуществляются попытки применения его в России с учетом территориальных, социальных и экономических возможностей нашего государства, а главное, с учетом особенностей отечественного образования.

Литература

1. *Бабинцев В.П., Римский В.П.* Бюрократизация вуза как антиинтеллектуальный процесс // Наука. Искусство. Культура. 2014. № 4. С. 5–17.
2. *Волков А., Ливанов Д.* Ставка на новое содержание // Ведомости. № 3179. URL: http://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2012/09/03/stavka_na_novoe_soderzhanie (дата обращения: 29.02.2016).
3. *Катровский А.П.* Территориальная организация высшей школы России. Смоленск: Ойкумена, 2003. 162 с.
4. МГУ. Общая статистика университета // URL: <http://www.msu.ru/science/2010/sci-study.html> (дата обращения: 29.10.2016).
5. Национальный рейтинг университетов. Сводный рейтинг // URL: http://unirating.ru/rating_common.asp (дата обращения: 04.01.2017).
6. Academic Ranking of World Universities // The Academic Ranking of World Universities. URL: <http://www.shanghairanking.com/index.html#> (дата обращения: 22.11.2016).
7. QS World University Rankings// topuniversities // URL: <http://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/> (дата обращения: 22.11.2016).
8. The Center for World University Rankings // URL: <http://www.cwur.org/2016/> (дата обращения: 02.11.2016).
9. The Times Higher Education World University Rankings // URL: https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2017/worldranking#!/page/0/length/25/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats/ (дата обращения: 02.11.2016).
10. UNIPage. Международные студенты. // URL: https://www.unipage.net/ru/student_statistics (дата обращения: 06.01.2017).

Literatura

1. *Babincev V.P., Rimskij V.P.* Byurokratizaciya vuza kak antiintellektual'ny'j process // Nauka. Iskusstvo. Kul'tura. 2014. № 4. S. 5–17.
2. *Volkov A., Livanov D.* Stavka na novoe sodержanie // Vedomosti. № 3179. URL: http://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2012/09/03/stavka_na_novoe_soderzhanie (дата obrashheniya: 29.02.2016).
3. *Katrovskij A.P.* Territorial'naya organizaciya vy'sshej shkoly' Rossii. Smolensk: Ojkumena, 2003. 162 s.
4. МГУ. Obshhaya statistika universiteta // URL: <http://www.msu.ru/science/2010/sci-study.html> (дата obrashheniya: 29.10.2016).
5. Nacional'ny'j rejting universitetov. Svodny'j rejting // URL: http://unirating.ru/rating_common.asp (дата obrashheniya: 04.01.2017).

6. Academic Ranking of World Universities // The Academic Ranking of World Universities. URL: <http://www.shanghairanking.com/index.html#> (дата обращения: 22.11.2016).

7. QS World University Rankings// topuniversities // URL: <http://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/> (дата обращения: 22.11.2016).

8. The Center for World University Rankings // URL: <http://www.cwur.org/2016/> (дата обращения: 02.11.2016).

9. The Times Higher Education World University Rankings // URL: https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2017/worldranking#!/page/0/length/25/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats/ (дата обращения: 02.11.2016).

10. UNPage. Международные студенты. // URL: https://www.unipage.net/ru/student_statistics(дата обращения: 06.01.2017).

D.Y. Platonov

Current Trends in Russian Education, and the Participation of Russian Universities in the International Educational System

This article presents a brief overview of modern Russian higher education. It shows the participation of Russian universities in international education rankings. Geographic specificity of geographical location of national universities was also touched upon. Topical problems of modern education are named and the ways of its modernization are outlined.

Keywords: higher education; international ratings; university associations; international experience; problems of higher education; student mobility.

Д.Ю. Добротин

Предметно-компетентностный подход к контрольно-оценочной деятельности в школьном химическом образовании

В статье охарактеризованы факторы, оказавшие влияние на контрольно-оценочную деятельность в России, рассмотрены подходы к конструированию контрольных измерительных материалов по химии, а также дается обоснование целесообразности применения предметно-компетентностного подхода к контрольно-оценочной деятельности.

Ключевые слова: федеральный государственный образовательный стандарт; оценочная деятельность; государственная итоговая аттестация; основной государственный экзамен; контрольно-измерительные материалы по химии; компетентностно-ориентированные задания.

Изменения, произошедшие в российской системе образования, оказали серьезное влияние на контрольно-оценочную деятельность (КОД), являющуюся важной составляющей образовательного процесса. Наибольшее влияние в этом отношении на КОД в школе оказали три фактора:

- введение федеральных государственных образовательных стандартов обоих поколений;
- введение в штатный режим двух основных форм государственной итоговой аттестации (ГИА): ЕГЭ (единый государственный экзамен) и ОГЭ (основной государственный экзамен) [1];
- подключение общероссийской системы оценки качества образования (ОСОКО) к международным мониторинговым исследованиям.

Охарактеризуем влияние каждого из вышеуказанных факторов на КОД.

Процесс стандартизации российского образования — важный этап в его развитии. Введение Федерального компонента государственного образовательного стандарта (ФКГОС, 2004 г.) позволило определить: 1) инвариантную часть химического содержания, включаемую во все УМК по химии; 2) конкретные результаты, которые должны быть достигнуты в процессе получения школьниками химического образования. В этой связи следует заметить,

что структура и содержание ФКГОС имеют неоспоримые преимущества перед ФГОС второго поколения. Это обусловлено рядом причин: во-первых, понятная структура ФКГОС, образованная двумя компонентами — «Обязательным минимумом содержания образования» и «Требованиями к уровню подготовки выпускников», — очень четко давала представление о том, «чему учить» и «на каком уровне проверять». Во-вторых, в нем были учтены все общедидактические принципы (научность, системность, систематичность и преемственность и др.), на которых строится процесс обучения. В ФГОС-2 в большей мере уделено внимание обобщенным планируемым результатам, что затрудняет систематическое применение учителем его элементов в течение каждого учебного года.

Показательным является и то, что именно содержание ФКГОС стало основой для разработки содержания контрольных измерительных материалов (КИМ), а требования к уровню подготовки выпускников стали ориентиром для определения уровня сложности разрабатываемых заданий, входящих в КИМ по химии.

Очень важным документом, обеспечивающим единое образовательное пространство России и определяющим структуру школьного химического образования, являлась Примерная образовательная программа по химии.

Вместе с тем как в ФКГОС (2004 г.), так и в ФГОС-2 (2010 г.) сохраняются проблемы, которые существенным образом влияют на качество получаемого учащимися образования. Речь идет о серьезной перегрузке курса теоретическими элементами химических знаний и как результате — минимальном количестве элементов содержания, имеющих компетентностно-ориентированную и экспериментально-ориентированную направленность. Не вызывает сомнений, что данная ситуация во многом обусловлена сохраняющейся тенденцией к сокращению числа часов, отводимых на изучение естественнонаучных дисциплин вообще и курса химии в частности.

С другой стороны, реализация ФГОС-2, в котором в качестве планируемых результатов включены не только предметные, но и метапредметные (общеучебные) результаты, становится маловероятной, так как на формирование последних у учителя элементарно не остается времени. Более того, включив метапредметные планируемые результаты в общую часть, редкий учитель химии пожелает познакомиться с ними, посчитав, что основные цели его деятельности изложены в разделе «Предметные планируемые результаты».

Введение ЕГЭ и ОГЭ в штатный режим также внесло существенные изменения в систему школьного химического образования в целом и в контрольно-оценочную деятельность (КОД) в частности. Так, массовое применение даже в рамках текущего контроля получили задания с выбором ответа. Существенным недостатком этой формы заданий является то, что они не отражают ход рассуждений учащихся и не всегда позволяют учителю получить представление об уровне понимания материала, а следовательно, и реальной подготовки учащегося.

Одним из недостатков КИМ ЕГЭ и ОГЭ по химии называют отсутствие в них компетентностно-ориентированных заданий, т. е. заданий, предусматривающих применение знаний в практической жизни, а также направленных на проверку умений, относящихся к общеучебным, т. е. в соответствии с ФГОС-2 являющихся метапредметными планируемыми результатами. И если с первой частью данной претензии частично согласиться можно, хотя для невключения таких заданий есть серьезные аргументы, то вторая часть не выдерживает критики, так как заданий, проверяющих умение анализировать информацию, сравнивать и классифицировать объекты, устанавливать причинно-следственные связи и т. п., в каждом варианте немало [3; 5].

Проанализируем влияние третьего фактора, оказывающего влияние на КОД, т. е. *подключение общероссийской системы оценки качества образования к сравнительным международным мониторинговым исследованиям (PISA и TIMSS)*, которое произошло в конце 90-х гг. XX в. В этой связи следует заметить, что международные исследования, направленные на мониторинг состояния естественнонаучного образования в мире, построены на интегрированной содержательной основе и имеют компетентностно- или контекстно-ориентированную направленность. Прежде всего в них оцениваются общие знания в области естествознания и так называемая естественнонаучная грамотность. Не удивительно, что наши учащиеся 14–15-летнего возраста, изучающие систематические курсы естественных наук, не демонстрируют высоких показателей в этих исследованиях. А вот российские учащиеся начальной школы за последние 15 лет совершили серьезный прорыв в результатах этих исследований и поднялись на лидирующие места в мире, так как формированию общеучебных умений (достижению метапредметных планируемых результатов) на уроках в 1–4 классах стали уделять больше внимания. Какие же выводы можно сделать из приведенных данных? Очевидно, что усиление метапредметной и практико-ориентированной (компетентностной) составляющей курса в систематическом курсе химии необходимо. Но при этом также важно *сохранить системно-научный характер преподавания*, базирующийся на формировании системообразующих химических понятий, таких, например, как «вещество» и «химическая реакция» [2].

Возможно ли соединение в преподавании, а следовательно, и учет в КОД системно-предметной и компетентностной составляющих? Да, возможно. Более того, в российском школьном химическом образовании накоплен некоторый опыт реализации такого подхода, предусматривающего обучение школьников анализу сообщений в СМИ, сведений, содержащихся на упаковках продуктов питания и препаратах бытовой химии, с опорой на содержание систематического курса химии. Наибольшее освещение проблема осмысления информации с химическим содержанием представлено в работах А.А. Журина [4], Г.В. Пичугиной [6].

Активизация применения заданий, направленных на проверку вышеуказанного содержания, позволит говорить о предметно-компетентностном подходе к КОД. Под **предметно-компетентностным** мы понимаем такой подход к преподаванию и контролю образовательных достижений, при котором **системно изложенное содержание анализируется, интерпретируется и контролируется с позиций компетентностного подхода**, т. е. с позиций возможности объяснения и применения знаний в повседневной жизни и профессиональной деятельности. Таким образом, при сохранении одной из сильных сторон советского, а позднее российского образования мы усиливаем практическую, а точнее практико-ориентированную направленность курса химии. Приведем пример предметно-компетентностного задания для 11 класса.

Задание. Как известно, и в настоящее время существуют сборники с народными рецептами и практическими советами. В одном из таких сборников встретилось описание способа улучшения качества стирки: «Если после стирки темных вещей с мылом в жесткой воде на них остался седой налет, то для его устранения можно воспользоваться слабым раствором уксуса». Сформулируйте ответы на вопросы и составьте необходимые уравнения реакций.

Вопросы к заданию:

1. Что означает термин «жесткая вода» и в чем причина ее жесткости с позиций химика? (1 балл)
2. Объясните с химической точки зрения, почему после стирки мылом в жесткой воде на темных тканях образуется белый налет. (2 балла)
3. Напишите уравнения реакций, отражающих суть процессов, описанных в задании. (2 балла)

Оценка выполнения задания:

За ответ на вопрос 1 ставится 1 балл, если указано: свойство природной воды, обусловленное присутствием в ней растворенных солей кальция и магния и проявляющееся, например, в плохом намыливании.

Примеры ответов на первый вопрос:

- жесткая вода содержит ионы кальция (магния) и поэтому в ней плохо намыливается мыло;
- жесткость воды проявляется в низкой способности к намыливанию из-за образования нерастворимых солей кальция и магния.

За ответ на вопрос 2 ставится 2 балла, если указано: основой мыла являются натриевые соли высших жирных карбоновых кислот, например, стеарат натрия. В результате происходящего в ходе стирки обменного процесса образуется осадок — стеарат кальция, а при высыхании ткани он проступает в виде белого (седого) налета.

Примеры ответов на второй вопрос:

- в ходе стирки мылом образуется осадок — стеарат кальция, а при высыхании ткани он проступает в виде белого (седого) налета;
- белый налет — это нерастворимые соли высших карбоновых кислот, образующиеся при стирке мылом;

– в жесткой воде содержатся ионы кальция, которые в растворе мыла образуют нерастворимые соли, проступающие на ткани в виде налета.

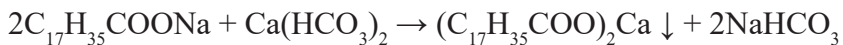
За ответ на вопрос 2 ставится 1 балл, если указано: на тканях белый налет образуется из-за образования нерастворимых солей магния и кальция (осадка).

Примеры ответов:

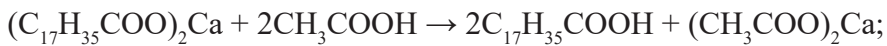
- на ткани проступают нерастворимые соли высших карбоновых кислот;
- в жесткой воде при намыливании образуется осадок.

За ответ на вопрос 3

ставится 2 балла, если в ответе приведены два уравнения реакции: образования осадка стеарата кальция:



и растворения образовавшегося осадка:



ставится 1 балл, если в ответе приведено одно уравнение реакции или в одном из двух записанных уравнений допущена ошибка.

Как видно из приведенного примера, учащимся предлагается объяснить максимально приближенную к реальным условиям ситуацию, с позиций химических знаний. Для облегчения работы учащимся может быть разрешено использование словаря, учебника, тетради или специально подготовленной учителем распечатки.

К вышесказанному можно добавить, что в настоящее время многое в содержании некоторых учебников химии, например вопросы в конце параграфов, отдельные фрагменты текста параграфов могут стать основой для разработки заданий с предметно-компетентным содержанием.

Для обучения школьников на основе предметно-компетентного подхода могут быть использованы кейс-технологии и технологии проектно-исследовательского обучения, предусматривающие решение проблемы на основе представленной информации.

Литература

1. *Добротин Д.Ю.* Государственная итоговая аттестация: мнения, предложения, вопросы // Химия в школе. 2012. №7. С. 38–41.
2. *Добротин Д.Ю.* Системный подход при формировании понятия «вещество» // Химия в школе. 2005. № 7. С. 11.
3. *Добротин Д.Ю., Каверина А.А. и др.* Основной государственный экзамен 2016. Химия: комплекс материалов для подготовки учащихся: учебное пособие. М.: Интеллект-Центр, 2016. 184 с.
4. *Журин А.А.* Интеграция медиаобразования с курсом химии средней общеобразовательной школы: автореферат дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. М., 2004. 41 с.
5. *Каверина А.А., Добротин Д.Ю. и др.* Оптимальный банк заданий для подготовки учащихся. Единый государственный экзамен 2014. Химия. От разработчиков и экспертов КИМов: учебное пособие. М.: Интеллект-Центр, 2014. 176 с.

6. Пичугина Г.В. Повторяем химию на примерах из повседневной жизни: сборник заданий для старшеклассников и абитуриентов с ответами и решениями. М.: АРКТИ, 2000. 136 с.

Literatura

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

2. Dobrotin D.Yu. Sistemny'j podxod pri formirovanii ponyatiya «veshhestvo» // *Ximiya v shkole*. 2005. № 7. S. 11.

3. Dobrotin D.Yu., Kaverina A.A. i dr. Osnovnoj gosudarstvenny'j e'kzamen 2016. *Ximiya: kompleks materialov dlya podgotovki uchashhixsya: uchebnoe posobie*. М.: Intellect-Centr, 2016. 184 s.

4. Zhurin A.A. Integraciya mediaobrazovaniya s kursom ximii srednej obshheobrazovatel'noj shkoly': avtoreferat dis. ... d-ra ped. nauk: 13.00.02. М., 2004. 41 s.

5. Kaverina A.A., Dobrotin D.Yu. i dr. Optimal'ny'j bank zadaniy dlya podgotovki uchashhixsya. Ediny'j gosudarstvenny'j e'kzamen 2014. *Ximiya. Ot razrabotchikov i e'kspertov KIMov: uchebnoe posobie*. М.: Intellect-Centr, 2014. 176 s.

6. Pichugina G.V. Povtoryaem ximiyu na primerax iz povsednevnoj zhizni: sbornik zadaniy dlya starsheklassnikov i abiturientov s otvetami i resheniyami. М.: АРКТИ, 2000. 136 s.

D.Yu. Dobrotin

The Subject-Competence Approach to Control and Evaluation Activity in School Chemical Education

The article characterizes the factors that influenced the control and evaluation activity in Russia. The approaches to the design of control measuring materials for chemistry are considered, and the rationale for the expediency of application of the subject-competence approach to control and evaluation activity is given.

Keywords: federal state educational standard; appraisal activity; state final attestation; the main state examination; control and measuring materials for chemistry; competence-oriented tasks.

А.П. Гайдукова

К вопросу о происхождении ошибок учащихся на едином государственном экзамене по химии

В статье приведен обзор типичных ошибок и затруднений, возникающих у учащихся при прохождении итоговой аттестации по химии. Проанализированы методы подготовки учащихся к итоговой аттестации, направленные на повторение, обобщение и систематизацию знаний. Обуславливается необходимость понимания причин, приводящих ученика к ошибке. Показан возможный путь возникновения ошибки. Разработана типология причин возникновения ошибок.

Ключевые слова: итоговая аттестация по химии; типичные ошибки и затруднения; причины ошибок.

Единый государственный экзамен по химии является формой государственного контроля качества подготовки учащихся по данному предмету. Ежегодно на страницах методических журналов и различных интернет-источников публикуются отчеты о проведении ЕГЭ по химии. В данных отчетах приводится подробный анализ типичных ошибок, которые возникали у выпускников в ходе выполнения экзаменационных работ. На сегодняшний день накоплена обширная база ошибок учащихся, а также богатый методический опыт по подготовке к ЕГЭ. В связи с этим появляется необходимость провести анализ причин возникновения ошибок учащихся.

Рассмотрим, к каким тематическим блокам относятся ошибки, выявленные в ходе анализа методической литературы за 10 лет проведения выпускного экзамена по химии в форме ЕГЭ [14] (табл. 1).

Таблица 1

Совокупность тематических блоков, в которых выявлены ошибки

Раздел обязательного минимума содержания основной образовательной программы	Тематический блок, в котором допущена ошибка
Вещество	<ul style="list-style-type: none"> • Язык химии. Знаки химических элементов, химические формулы [10; 15]
Химические реакции	<ul style="list-style-type: none"> • Реакции ионного обмена в водных растворах [4]; • Окислительно-восстановительные реакции [9; 17]
Неорганическая химия	<ul style="list-style-type: none"> • Химические свойства основных классов неорганических соединений [11]; • Металлы. Неметаллы [7].

Раздел обязательного минимума содержания основной образовательной программы	Тематический блок, в котором допущена ошибка
Органическая химия	<ul style="list-style-type: none">• Углеводороды. Кислородсодержащие соединения. Азотсодержащие соединения [10]
Экспериментальные основы химии	<ul style="list-style-type: none">• Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами [9; 15];• Качественные реакции на неорганические вещества и ионы, отдельные классы органических соединений [10];• Проведение химических реакций в растворе и при нагревании [16; 15]

В настоящее время учителя химии довольно активно предлагают и используют различные методы подготовки учащихся к итоговой аттестации. Данные методы направлены на обобщение и повторение теории, тренировку по заданиям различного типа, тренировку в умении составлять уравнения химических реакций, решение задач через анализ условия и т. д. [1; 2; 3; 5; 6; 8; 10; 13; 17]. Наряду с успешным применением всего разнообразия методов подготовки ученика к ЕГЭ учителям химии (как и учителям других предметов) важно понимать процесс возникновения ошибки.

Рассмотрим возможные причины затруднений, возникающих у учащихся на экзамене по химии и приводящих к ошибке, на примере расстановки коэффициентов в уравнениях химической реакции. Если ученику вовремя не удастся разобраться и устранить возникающие затруднения, дальнейшее желание изучать химию резко снижается. Это влечет за собой накопление затруднений по следующим темам курса. Химия представляется ученику очень сложной наукой, которую невозможно постичь. Такое мнение мешает учащемуся по мере своих сил прорабатывать материал и замечать свой успех в изучении предмета. Расстановка коэффициентов в уравнениях химических реакций — одна из первых тем, при изучении которых у ученика возникают затруднения. Очень часто в работах учеников мы видим, что в уравнении химической реакции они ставят коэффициенты частично или не ставят их вообще. И сколько бы учитель ни повторял алгоритм расстановки коэффициентов, эта ошибка переходит из работы в работу. В связи с этим возникает вопрос: почему учащийся не может правильно считать коэффициенты?

Первой причиной затруднений, которые приводят к появлению этой ошибки, можно считать отсутствие мотивации к обучению в целом и изучению химии в частности. Ученик просто не хочет учиться и ходит в школу только для того, чтобы получить аттестат. По этой причине ученик решает для себя, что без знания о правилах расстановки коэффициентов он может обойтись. Кроме этого, ученик часто не знает, что ему интересно, не хочет узнавать что-то новое, понимает, что сфера его интересов не касается химии. Часто ученик

заявляет: «Я гуманитарий» или «Я спортсмен, мне не нужна ваша химия». Следовательно, ученик не хочет найти время, чтобы разобраться. Как следствие — ошибка в самостоятельных/контрольных работах в расстановке коэффициентов, а значит, низкая итоговая отметка за работу.

Вторая причина ошибочной расстановки коэффициентов заключается в том, что ученик не может четко сформулировать вопрос о том, какая проблема у него возникла, не может выразить словесно, в чем заключается затруднение. Для устранения данного затруднения ученик может обращаться за помощью к учителю, одноклассникам или источникам литературы, но не делает этого. Это может объясняться конфликтным характером или проявлением завышенной или заниженной самооценки учащегося, а также неготовностью принимать советы, поступающие от одноклассников или учителя.

Аналогичным образом можно описать причины возникновения и других ошибок, например, определение окислителя/восстановителя, определение массы конечного раствора из-за того, что не учитывается удаление из раствора газообразного или нерастворимого вещества, распознавание веществ с помощью качественных реакций и т. д.

Исходя из материала, изложенного выше, можно говорить о *типологии причин, которые приводят к возникновению затруднений*. На основе проведенного анализа были выделены четыре типа причин, из-за которых возникают затруднения.

1. Мотивационные причины. Обусловлены слабой мотивацией к обучению в общем и к изучению конкретного предмета в частности. Эта группа содержит причины, которые можно выразить фразами: «Не хочу», «Мне скучно», «Зачем мне нужна эта химия?», «Я гуманитарий», «Мне не нужна химия для поступления в вуз» и т. д.

2. Личностные причины. Обусловлены эмоциональным настроением самого ученика. Основными личностными причинами того, что ученик допускает ошибку, могут быть: лень, недосып, страх неудачи, заниженная/завышенная самооценка, невнимательность, неумение преодолевать трудности.

3. Коммуникативные причины. Обусловлены тем, насколько ученик готов контактировать с учителями/одноклассниками/старшими товарищами в процессе преодоления возникающих затруднений. Эта группа причин включает в себя нежелание обращаться за помощью к одноклассникам/учителю/родителям, страх высказать свою позицию по тому или иному вопросу. Тесно связаны с личностными причинами (часто являются следствием наличия личностных причин).

4. Предметные причины. Обусловлены незнанием соответствующего блока информации, необходимых правил, отсутствием практических умений выполнять химический эксперимент. Ученик просто не знает, ЧТО он познает и КАК это делать.

Перечисленные причины приводят к возникновению затруднений [12]. Рассмотрим, какие затруднения могут привести ученика к ошибке в расстановке коэффициентов.

1. Ученик не замечает, что допустил ошибку в расстановке коэффициентов.
 2. Он не знает определения понятия «коэффициент», путает понятия «коэффициент» / «индекс».
 3. Он не определил, что не знает, что такое коэффициент; не знает, как посчитать общее число атомов.
 4. Ученик не доучил, не проработал учебный материал, не понял алгоритма подсчета коэффициентов.
 5. Он не стал искать и перечитывать материал в учебнике, не обратился за помощью к родителям, одноклассникам или учителю.
 6. Ученик не проверил правильность расстановки коэффициентов, не пересчитал коэффициенты, не доставил необходимые/не исправил неправильные.
- Таким образом, мы можем говорить о возможном пути появления тех ошибок, которые допускают ученики при итоговой аттестации. Этот путь можно представить в виде схемы (рис. 1).

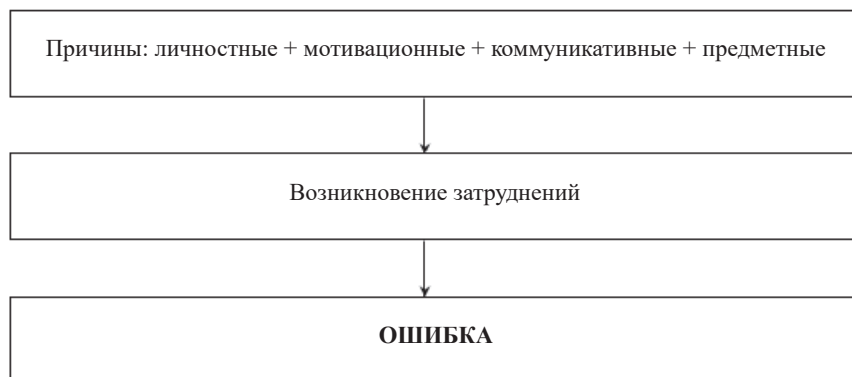


Рис. 1. Схема: возможный путь появления ошибки

Подводя итог данным размышлениям, мы можем говорить о том, что одна ошибка может быть допущена учащимся из-за целого комплекса причин, приводящих к возникновению затруднений. Отсутствие успешного опыта преодоления затруднений приводит ученика к потере мотивации изучать предмет.

Понимание учителем возможного механизма возникновения ошибки необходимо для своевременной помощи и поддержки учащихся на этапе появления затруднений при изучении предмета. Кроме этого, зная о возможных затруднениях учащихся, учитель может подобрать методы и средства обучения, позволяющие наиболее эффективно избегать те или иные затруднения.

Литература

1. Беспалов П.И., Дорофеев М.В. Экспериментальное исследование генетических связей между классами органических соединений // Химия в школе. 2013. № 1. С. 46–54.
2. Беспалов П.И., Дорофеев М.В. Экспериментальное исследование окислительно-восстановительных реакций // Химия в школе. 2012. № 1. С. 74–80.

3. ЕГЭ по химии: анализируя итоги // Химия в школе. 2005. № 6. С. 27.
4. ЕГЭ по химии: анализируя итоги // Химия в школе. 2005. № 6. С. 17–27.
5. Каверина А.А., Корощенко А.С. Единый Государственный Экзамен: содержание и результаты // Химия в школе. 2004. № 1. С. 14.
6. Каверина А.А., Снастина М.Г. ЕГЭ по химии: результаты экзамена 2011 г. и экзаменационная работа 2012 г. // Химия в школе. № 1. 2012. С. 17–23.
7. Каверина А.А., Снастина М.Г. Рекомендации по совершенствованию процесса обучения на основе анализа результатов ЕГЭ // Химия в школе. 2014. № 2. С. 28–38.
8. Корощенко А.С. О подготовке выпускников к Единому Государственному Экзамену // Химия в школе. 2004. № 7. С. 23.
9. Медведев Ю.Н. Типичные ошибки в тестовых заданиях // Химия в школе. 2006. № 1. С. 19–24.
10. Методическое письмо «Об использовании результатов ЕГЭ 2008 г. в преподавании химии в общеобразовательных учреждениях среднего (полного) общего образования // Химия в школе. 2009. № 5. С. 13–21.
11. Миренкова Е.В. О типичных ошибках на экзамене по химии // Химия в школе. 2011. № 7. С. 36–38.
12. Оржековский П.А. Условия самоорганизации учащихся в познавательной деятельности // Химия в школе. 2015. № 6. С. 6–12.
13. Поцевская Н.В., Ахрименко З.М., Ахрименко В.Е. К вопросу о дидактических материалах // Химия в школе. 2014. № 4. С. 55–57.
14. Сборник нормативных документов. Химия / сост. Э.Д. Днепров, А.Г. Аркадьев. 2-е изд., стереотип. М.: Дрофа, 2008. 112 с.
15. Титов Н.А., Гайдукова А.П. О подготовке учащихся к выполнению заданий С2 // Химия в школе. 2012. № 8. С. 40–42.
16. Титов Н.А., Оржековский П.А. О формировании осознанных знаний при подготовке к ЕГЭ // Химия в школе. 2010. № 10. С. 17–22.
17. Хабибуллина А.Б., Хамитова А.И. О методике выполнения заданий части С // Химия в школе. 2008. № 4. С. 50–53.

Literatura

1. Bespalov P.I., Dorofeev M.V. E'ksperimental'noe issledovanie geneticheskix svyazej mezhdru klassami organicheskix soedinenij // Ximiya v shkole. 2013. № 1. S. 46–54.
2. Bespalov P.I., Dorofeev M.V. E'ksperimental'noe issledovanie okislitel'no-vosstanovitel'ny'x reakcij // Ximiya v shkole. 2012. № 1. S. 74–80.
3. EGE' po ximii: analiziruya itogi // Ximiya v shkole. 2005. № 6. S. 27.
4. EGE' po ximii: analiziruya itogi // Ximiya v shkole. 2005. № 6. S. 17–27.
5. Kaverina A.A., Koroshhenko A.S. Ediny'j Gosudarstvenny'j E'kzamen: sodержanie i rezul'taty' // Ximiya v shkole. 2004. № 1. S. 14.
6. Kaverina A.A., Snastina M.G. EGE' po ximii: rezul'taty' e'kzamina 2011 g. i e'kzamenacionnaya rabota 2012 g. // Ximiya v shkole. № 1. 2012. S. 17–23.
7. Kaverina A.A., Snastina M.G. Rekomendacii po sovershenstvovaniyu processa obucheniya na osnove analiza rezul'tatov EGE' // Ximiya v shkole. 2014. № 2. S. 28–38.
8. Koroshhenko A.S. O podgotovke vy'pusknikov k Edinomu Gosudarstvennomu E'kzamenу // Ximiya v shkole. 2004. № 7. S. 23.
9. Medvedev Yu.N. Tipichny'e oshibki v testovy'x zadaniyax // Ximiya v shkole. 2006. № 1. S. 19–24.

10. Metodicheskoe pis'mo «Ob ispol'zovanii rezul'tatov EGE' 2008 g. v prepodavanii khimii v obshheobrazovatel'ny'x uchrezhdeniyax srednego (polnogo) obshhego obrazovaniya // *Ximiya v shkole*. 2009. № 5. S. 13–21.
11. *Mirenkova E.V.* O tipichny'x oshibkax na e'kzamine po khimii // *Ximiya v shkole*. 2011. № 7. S. 36–38.
12. *Orzhekovskij P.A.* Usloviya samoorganizacii uchashhixsya v poznavatel'noj deyatel'nosti // *Ximiya v shkole*. 2015. № 6. S. 6–12.
13. *Poshhevskaya N.V., Axrimenko Z.M., Axrimenko V.E.* K voprosu o didakticheskix materialax // *Ximiya v shkole*. 2014. № 4. S. 55–57.
14. Sbornik normativny'x dokumentov. *Ximiya* / sost. E'.D. Dneprov, A.G. Arkad'ev. 2-e izd., stereotip. M.: Drofa, 2008. 112 s.
15. *Titov N.A., Gajdukova A.P.* O podgotovke uchashhixsya k vy'polneniyu zadaniy C2 // *Ximiya v shkole*. 2012. № 8. S. 40–42.
16. *Titov N.A., Orzhekovskij P.A.* O formirovanii osoznanny'x znaniy pri podgotovke k EGE' // *Ximiya v shkole*. 2010. № 10. S. 17–22.
17. *Xabibullina A.B., Xamitova A.I.* O metodike vy'polneniya zadaniy chasti C // *Ximiya v shkole*. 2008. № 4. S. 50–53.

A.P. Gaidukova

On the Origin of Students' Mistakes at a Single State Examination in Chemistry

An overview of common mistakes and difficulties encountered by pupils in passing the final certification in chemistry is given in the article. The methods of preparing students for final certification aimed at repetition, generalization and systematization of knowledge are analyzed. The necessity of understanding of the causes that lead a pupil to make mistakes is presented as conditional to avoid them. The possible way of error occurrence is shown. A typology of the causes of error occurrence was developed.

Keywords: final examination in chemistry; typical mistakes and difficulties, the causes of error occurrence.

**АВТОРЫ «ВЕСТНИКА МГПУ»,
СЕРИЯ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»,
2017, № 2 (26)**

Бубнов Владимир Алексеевич — доктор технических наук, профессор кафедры информатизации образования Института математики, информатики и естественных наук МГПУ.

E-mail: vladimbubnov@yandex.ru

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

E-mail: vsvilkov@mail.ru

Воронова Татьяна Сергеевна — кандидат географических наук, доцент кафедры географии Института математики, информатики и естественных наук МГПУ.

E-mail: tatianavoronova@yandex.ru

Гайдукова Александра Павловна — учитель химии Новодарковичской школы № 63 Брянского района Брянской области; аспирантка кафедры методики обучения химии, экологии и естествознанию МИОО.

E-mail: aleksandra.gaidukova@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

Кондратьев Александр Сергеевич — доктор технических наук, профессор кафедры «Гидравлика» Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ).

E-mail: ask41@mail.ru

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

E-mail: sergp2001@mail.ru

Платонов Денис Юрьевич — аспирант кафедры географии Института математики, информатики и естественных наук МГПУ, учитель географии Пушкинского лицей № 1500.

E-mail: Platonov.d.u@gmail.com

Резанов Александр Геннадиевич — доктор биологических наук, профессор кафедры биологии, экологии и методики обучения биологии Института математики, информатики и естественных наук МГПУ.

E-mail: RezanovAG@ins.mgpu.ru

Резанов Андрей Александрович — кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, экологии и методики обучения биологии Института математики, информатики и естественных наук МГПУ.

E-mail: andreznv@mail.ru

Сторож Анна Вячеславовна — магистр педагогического образования по профилю «Экологическое образование», учитель биологии лицея № 1571.

E-mail: 777storozh@mail.ru

Швыдько Павел Петрович — инженер кафедры «Гидравлика» Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ).

E-mail: Shvydko.P@gmail.com

Шерстобитов Юрий Валерьевич — аспирант кафедры экономической географии Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург.

E-mail: sherstobitoff@mail.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

AUTHORS

**of «Vestnik of Moscow City University»
Series of «Natural Science», 2017, № 2 (26)**

Bubnov Vladimir Alekseevich — Doctor of Technical Sciences, professor of the department of Informatization of Education of the Institute of Mathematics, Computer Science and Natural Sciences of the Moscow City University.

E-mail: vladimbubnov@yandex.ru

Vilkov Vladimir Semenovich — Ph.D. (Biology), docent, head of the department of General Biology, faculty of Natural and Agricultural Sciences, Manash Kobybaev North Kazakhstan State University.

E-mail: vsvilkov@mail.ru

Voronova Tatiana Sergeevna — Ph.D. (Geography), docent of the department of Geography of the Institute of Mathematics, Computer Science and Natural Sciences of the Moscow City University.

E-mail: tatianavoronova@yandex.ru

Gaidukova Alexandra Pavlovna — teacher of chemistry at the school “Novo-Dakovichi School № 63”, Bryansk district, Bryansk Region; postgraduate student of the department of Methods of Teaching Chemistry, Ecology and Natural Sciences of Moscow Institute of Open Education (MIOE).

E-mail: aleksandra.gaidukova@yandex.ru

Dobrotin Dmitry Yurievich — Ph.D. (Pedagogy), docent, head of the department of Natural Science Disciplines and Methods of Teaching Them in the Primary School of the Institute of Education and Psychology of Education of Moscow City University.

E-mail: dobrotinu@yandex.ru

Kondratiev Alexander Sergeevich — Doctor of Technical Sciences, professor of the department of Hydraulics of Moscow State Machine-Building University (MSMBU).

E-mail: ask41@mail.ru

Pashkov Sergey Vladimirovich — Ph.D. (Geography), docent of the department of Geography and Ecology of the faculty of Natural Sciences and Sports of Manash Kobybaev North Kazakhstan State University.

E-mail: sergp2001@mail.ru

Platonov Denis Yurievich — postgraduate student of the department of Geography of the Institute of Mathematics, Computer Science and Natural Sciences of the Moscow City University (MCU), teacher of geography of «A.S. Pushkin Lyceum № 1500».

E-mail: Platonov.d.u@gmail.com

Rezanov Alexander Gennadievich — Doctor of Biology, professor of the department of Biology, Ecology and Methods of Teaching Biology at the Institute of Mathematics, Computer Science and Natural Sciences of Moscow City University.

E-mail: RezanovAG@ins.mgpu.ru

Rezanov Andrey Alexandrovich — Ph.D. (Biology), docent of the department of Biology, Ecology and Methods of Teaching Biology at the Institute of Mathematics, Computer science and Natural Sciences of Moscow City University.

E-mail: andreznv@mail.ru

Storozh Anna Vyacheslavovna — master of pedagogical education on the profile of «Ecological education», a teacher of biology of Lyceum № 1571.

E-mail: 777storozh@mail.ru

Shvydko Pavel Petrovich — an engineer of the department of Hydraulics, Moscow City Machine-Building University (MCMBU).

E-mail: Shvydko.P@gmail.com

Sherstobitov Yuri Valerievich — postgraduate student of the department of Economic Geography of A.I. Herzen Russian State Teachers' Training University, St. Petersburg.

E-mail: sherstobitoff@mail.ru

Shtele Olga Evgenievna — Ph.D. (Geography), leading expert of the Centre for Comprehensive Regional Programs of Social and Cultural Development of the Institute for Social Policy of the National Research University «Higher School of Economics».

E-mail: oshtele@hse.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.mgri.ru в разделе «Документы» издательского отдела Научно-информационного издательского центра.

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

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Вестник МГПУ

Журнал Московского городского педагогического университета

Серия «Естественные науки»

2017, № 2 (26)

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

Корректор:

К.М. Музамилова

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: 10.05.2017 г.

Формат 70 × 108 ¹/₁₆. Бумага офсетная.

Объем 7,5 усл. п.л. Тираж 1000 экз.