

Научный журнал

Основан в 2006 г.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
(Свидетельство ПИ № ФС 77-78006 от 03 марта 2020 г.)

Учредитель

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Редакционная коллегия серии:

д.э.н., доц. С.И. Яковлева (*главный редактор*),
д.г.н, доц. О.Н.Тихомиров (*зам. главного редактора*),
к.г.н., П.Н. Кравченко (*ответственный секретарь*),
д.г.н, проф. А.А.Ткаченко, д.г.н, проф. А.И. Алексеев (г. Москва),
д.г.н, проф. А.П. Катровский (г.Смоленск),
д.г.н, доц. Л.П. Богданова, д.г.н, проф. А.Ю. Александрова (г. Москва),
д.г.н, проф. Н.Е. Сердитова, д.б.н, проф. М.В. Марков (г. Москва),
д.г.н, член-корр.РАН К.Н. Дьяконов (г. Москва),
д-р физ.-мат. наук, проф. А.В. Белоцерковский,
д.г.н, проф. А.В. Евсеев (г. Москва),
д-р физ.-мат. наук, проф. С.А. Лебедев (г. Москва),
к.г.н., доцент Е.Р. Хохлова

Адрес редакции:

Россия, 170021, Тверь, ул. Прошина, д. 3, к. 2, комн. 101
Тел.: +7(4822) 77-84-17

*Все права защищены. Никакая часть этого издания не может быть
репродуцирована без письменного разрешения издателя.*

© Тверской государственный университет, 2020

VESTNIK TVGU

Series: GEOGRAPHY AND GEOECOLOGY No. 1 (29), 2020

Scientific Journal

Founded in 2006

Registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom,
Information Technologies and Mass Communications
ПИ № ФС 77-78006 from March 3, 2020.

Translated Title

HERALD OF TVER STATE UNIVERSITY. SERIES: GEOGRAPHY AND
GEOECOLOGY

Founder

FEDERAL STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER EDUCATION «TVER STATE UNIVERSITY»

Editorial Board of the Series:

D.Sc. in Economics, Assoc. prof. S.I. Yakovleva (*Editor-in-chief*),
D.Sc. in Geography, Assoc. prof. O.N. Tikhomirov (*Deputy Editor*),
PhD in Geography, Assoc. prof. P.N. Kravchenko (*Executive Secretary*),
D.Sc. in Geography, Prof. A.A. Tkachenko,
D.Sc. in Geography, Prof. A.I. Alekseev (Moscow),
D.Sc. in Geography, Prof. A.P. Katrovsky (Smolensk),
D.Sc. in Geography, Assoc. prof. L.P. Bogdanova,
D.Sc. in Geography, Prof. A.Yu. Alexandrova (Moscow),
Dr. of geography, Prof. N.E. Serditova,
D.Sc. in Biology, prof. M.V. Markov (Moscow),
D.Sc. in Geography, Corresponding Member of RAS, Prof. K.N. Dyakonov (Moscow),
D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Prof. A.V. Belotserkovsky,
D.Sc. in Geography, Prof. A.V. Evseev (Moscow),
D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, prof. S.A. Lebedev (Moscow),
PhD in Geography, Assoc. prof. E.R. Khokhlova

Editorial Office:

Russia, 170021, Tver, 3 Proshina Street, k. 2, office 101
Phone: +7(4822) 77-84-17

*All rights reserved. No part of this publication may be
reproduced without the written permission of the publisher.*

© Tver State University, 2020

Содержание

Физическая география и геоэкология

Сердитова Н.Е.

Изменение климата в Арктике: локальное и глобальное воздействие на окружающую среду. 7

Тихомиров О.А.

Эколого-геохимическая оценка биогенно-аккумулятивных аквальных комплексов водохранилищ Верхневолжья 17

Григорьева И.Л., Лапина Е.Е., Чекмарева Е.А.

Ретроспективный анализ химического состава воды малых правобережных притоков Иваньковского водохранилища в зимний период..... 30

Федорова Л.П.

Оценка состояния зообентоса Иваньковского водохранилища с целью биомониторинга водной среды 40

Муравьёва Л.В.

Изучение многолетней динамики природно-антропогенных комплексов нарушенных болот с помощью снимков Landsat..... 52

Цыганов А.А.

К истории возникновения «Водного объекта Лазурь» 61

Тихомирова Е.А.

Методы моделирования нефтенасыщенности нефтяного пласта и их реализация в среде моделирования IRAP RMS..... 69

Картография, ГИС

Лазарев О.Е., Головин П.Н., Лазарева О.С.

Разработка унифицированного макета муниципальной геоинформационной системы для рационального использования земельных ресурсов 79

Щекотилов В.Г., Шалаева М.В., Щекотилова С.Н.

Методика формирования атласов по многолистному плану дач Ветлужского уезда Костромской губернии 87

<i>Щекотилов В.Г., Лазарев О.Е., Шалаева М.В., Щекотилова С.Н.</i> Применение ГИС при подготовке обоснования для признания погибшими погребенных воинов, считавшихся пропавшими без вести	101
--	-----

Туризм: междисциплинарные исследования

<i>Яковлева С.И.</i> Современные тренды международного туризма	124
<i>Котова Е.С., Сергеева М.С., Яковлева С.И.</i> Расселение и туризм заповедных территорий.....	136

CONTENT

Physical Geography and Geoecology

Sereditova N.E.

Climate change in Arctica: local and global impact on the environment 7

Tikhomirov O.A.

Ecological and geochemical assessment of biogenic and accumulative water complexes of upper Volga reservoirs 17

Grigoryeva I.L., Lapina E.E., Chekmareva E.A.

Retrospective analysis of the water chemical composition of small rivers on the right bank Ivankovo reservoir in winter 30

Fedorova L.P.

Assessment of the zoobenthos status of the Ivankovo reservoir with the aim of biomonitoring the aquatic environment 40

Muraveva L.V.

Study of the multi-year dynamics of natural-anthropogenic complexes of disturbed bogs by using Landsat pictures 52

Tsyganov A.A.

To the history of the appearance of the «Pot of Lazur» 61

Tikhomirova E.A.

Methods of oil saturation modeling and their application in IRAP RMS 69

Cartography, GIS

Lazarev O.E., Golovin P.N., Lazareva O.S.

Development of a unified layout of the municipal geoinformation system for rational use of land resources 79

Shchekotilov V.G., Shalaeva M.V., Shchekotilova S.N.

Technique of formation of atlases according to the multi-leaf plan of the Vetluzhsky county Kostroma province 87

Shchekotilov V.G., Lazarev O.E., Shalaeva M.V., Shchekotilova S.N.

Application of GIS at to justification preparation for the recognition of dead buried warriors, reported missing 101

Tourism: interdisciplinary research

Yakovleva S.I.

Modern trends of international tourism124

Kotova E.S., Sergeeva M.S., Yakovleva S.I.

Settlements and tourism in nature conservation areas136

Физическая география и геоэкология

УДК 551.583 (98)

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-1-2020-7-16>

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В АРКТИКЕ: ЛОКАЛЬНОЕ И ГЛОБАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Н.Е. Сердитова

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

В работе сделан обзор последних научных исследований в области изменения климата в полярных районах и связанных с этими изменениями рисками. Отмечен ускоренный характер потепления в арктическом регионе и высокая чувствительность окружающей среды и инженерной инфраструктуры к происходящим изменениям. Рассмотрены возможные пути адаптации к этим изменениям, смягчение их последствий и информационно-образовательные аспекты.

Ключевые слова: Арктика, изменение климата, ускоренное потепление, адаптация, смягчение последствий, повышение информированности.

Введение

В северных широтах глобальное потепление идет темпами, более чем в два раза превышающими среднемировые. Это потепление уже сейчас оказывает заметное влияние на региональные ландшафты, инфраструктуру и экосистемы. Ожидается, что это ускоренное потепление сохранится и в дальнейшем. Целевой ориентир Парижского соглашения ограничить глобальное потепление до $+1,5^{\circ}\text{C}$, в случае Арктики будет означать ограничение до $+3^{\circ}\text{C}$. Сценарий «business-as-usual» («все как обычно»), не предполагающий никаких мер по снижению техногенных выбросов парниковых газов, прогнозирует повышение арктических температур в диапазоне от $+8^{\circ}\text{C}$ до $+12^{\circ}\text{C}$ [2, 4]. Полные последствия такого масштабного потепления трудно предсказать, однако, некоторые изменения видны уже сейчас. В этом смысле арктический регион, в силу ускоренного потепления, является чем-то вроде машины времени, демонстрирующий всему миру, какие серьезные изменения глобальное потепление принесет в будущем, если не предпринимать никаких мер. Эти изменения должны быть приняты во внимание самым внимательным образом и учитываться при разработке региональных планов территориального и стратегического развития, корректировке строительных норм и правил, техники безопасности, а, главное, донесены до сведения самого широкого круга специалистов.

Изменение арктического климата оказывает влияние далеко за пределами полярных районов. Арктика является своеобразным «холодильником» в глобальной климатической системе, огромным хранилищем льда, который, растаяв, поднял бы уровень мирового океана на 7 метров. Арктическое потепление меняет погоду в средних широтах, повышая вероятность наступления экстремальных погодных явлений.

Ускоренное потепление в Арктике и сопровождающие его такие наблюдаемые явления, как сокращение площади ледяного покрова, обвал ледяного шельфа и эрозия северных прибрежных зон, наглядно демонстрируют, что окружающая среда может быстро меняться под воздействием, казалось бы, незначительных факторов. В настоящей работе сделана попытка обзора последних научных исследований в области изменения климата в полярных районах и связанных с этими изменениями рисками, а также возможных путей адаптации к этим изменениям, смягчение их последствий и информационно-образовательных аспектов.

Почему потепление в северных районах происходит быстрее

Более интенсивное потепление Арктики по отношению к остальному миру подчеркивается практически в каждом из докладов Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК или IPCC). Например, сравнение десятилетия 2006-2015 гг. с доиндустриальным эталонным периодом (1850-1900 гг.) показывает, что за этот промежуток времени глобальные средние температуры выросли на 0,87°C, в то время как зарегистрированный подъем температуры в Арктике был в два-три раза выше [1, 15]. Климатические модели МГЭИК прогнозируют, что эта тенденция сохранится и в будущем. Глобальные техногенные выбросы углекислого газа выросли на 1,7% в 2017 г. и примерно на 2,7% в 2018 г. [16, 17], указывая на то, что Арктика продолжает находиться на траектории быстрого потепления до +10°C или выше к концу этого столетия.

С точки зрения физики, «арктическое ускорение» является результатом наложения нескольких эффектов положительных обратных связей в снежной и ледяной среде [14, с.230]. Снижение высокой отражательной способности (альбедо) снежного или ледяного покрова на суше или на море означает, что все меньшая часть солнечной энергии отражается и рассеивается обратно в атмосферу, а все большая часть поглощается и идет на нагревание и таяние, что приводит к еще большему снижению альбедо, тем самым замыкая порочный круг. Более теплый воздух также содержит большее количество водяного пара, который сам по себе является парниковым газом, что еще больше усиливает эффект потепления. Результаты расчетов с использованием последних климатических моделей показывают, что одним из наиболее важных механизмов обратной связи является перенос тепла от все более

освобождающегося ото льда Северного Ледовитого океана в атмосферу [9, с.121].

Чувствительность Арктики к потеплению

В дополнение к ускоренному потеплению, Арктика проявляет чрезвычайную чувствительность к изменению температуры. Это происходит потому, что важными элементами окружающей среды на Севере являются снег и лед. Небольшие повышения температуры в районе точки плавления могут вызвать значительные изменения. В более низких широтах сдвиг температуры грунта, скажем, с 20 до 22°C, будет иметь малозаметный эффект в краткосрочной перспективе, но сдвиг температуры на те же два градуса от -1°C до +1°C вызовет таяние льда и полностью преобразует пейзаж на суше и на море. Этот эффект наблюдается каждым летом, когда полярный регион трансформируется в состояние, разительно отличающееся от зимнего. В настоящее время эта сезонная оттепель сдерживается огромными запасами льда, содержащимися в вечной мерзлоте, многолетнем морском льду, ледниках и Гренландии. Эти глубоко замороженные хранилища-холодильники являются наследием прошлого холодного климата, и они ослабляют последствия сезонного потепления, но постепенно более теплое лето истощает это наследие и их буферная роль ослабевает.

Последствия антропогенного изменения климата в настоящее время очевидны в Арктике и северных регионах. Объем и площадь покрытия морского льда постоянно сокращаются в течение последних десятилетий. Так, по сравнению с 1980 – ми годами площадь многолетнего ледяного покрова сейчас сократилась на 60% [6, 22].

Экологические последствия сокращения морского ледяного покрова

Сокращение площади морского льда оказывает прямое воздействие на многие морские и прибрежные виды, находящиеся в зависимости ото льда пищевых цепочках [6, 18], ставя некоторые из них на грань выживания. Уменьшение площади морского льда также имеет широкие косвенные последствия, в том числе путем воздействия на температуру и количество осадков на суше [18, 20]. Условия открытой воды повышают вероятность выпадения осадков в жидкой фазе, которые могут приводить к образованию ледяной корки на снегу, препятствующей питанию животных. Например, появление открытой воды вокруг полуострова Ямал в Северо-Западной Сибири и произошедшего в результате события "дождь на снегу" привело к гибели большого количества оленей, что оказало долгосрочное воздействие на скотоводство в регионе [1, 11].

Коренные народы тысячелетиями жили в вечно холодных районах Севера. Многие из их культурных практик требуют свободного передвижения по льду рек, озер, а также морю для охоты и рыбной ловли.

Смещение ледяного покрова, в том числе, влияет на их продовольственную безопасность.

Уязвимость северной инфраструктуры

Большая часть инженерной инфраструктуры севера была построена в двадцатом веке, когда вечная мерзлота считалась соизмеримой по прочности с бетонным фундаментом для зданий и сооружений, дорог, мостов, трубопроводов, вышек связи и других объектов. Вечная мерзлота прогрелась в Арктике примерно на $+0.39^{\circ}\text{C}$ за десятилетие 2007-2016 [6, 7, 9]. Как следствие, построенная на вечной мерзлоте инфраструктура все чаще подвергается риску [13, 22, 24]. Арктические прибрежные районы особенно уязвимы из-за эрозии береговой линии, возникающей в результате таяния вечной мерзлоты и дополнительной волновой нагрузки из-за появления больших пространств открытой воды, ранее покрытых льдом [12, с.7]. Общее количество осадков в среднем растет, при этом увеличивается доля жидких осадков [4, 6]. Это может ускорить эрозию почв и создать дополнительную опасность для северной инфраструктуры из-за затопления и оседания вечной мерзлоты. Арктические почвы с высокой концентрацией льда в мелкодисперсных отложениях особенно подвержены оттаиванию и оседанию. Недавний анализ показал, что треть инфраструктуры по всему Приполярному северу находится в таких регионах высокого риска. Это включает в себя 1590 км нефтепроводов в Восточной Сибири, 1260 км газопроводов, берущих свое начало в Ямало-Ненецком автономном округе [2, 5].

Последствия изменения арктического климата за пределами региона

Влияние Арктики на погодные условия в других широтах в настоящее время является предметом интенсивных исследований и продолжающихся научных дискуссий [20, 22]. Отмечая увеличивающийся «арктический след» через повышение уровня моря, эрозию прибрежных зон, выброс парниковых газов из тающей вечной мерзлоты, и потепление системы океан-атмосфера [19, 20, 22] делается вывод о том, что уже сейчас под влиянием полярных изменений возникают экстремальные погодные явления в средних широтах. Ускоренное потепление полярного региона ослабляет температурные градиенты Север-Юг и тем самым меняет крупномасштабную циркуляцию атмосферы и колебания планетарных волн. В частности, замедляет полярное струйное течение, препятствующее проникновению полярного воздуха на юг. Ослабление блокирующей роли полярного струйного течения вызвало несколько аномально холодных зим в Евразии в Северной Америке [3, 19]. Аналогично, высвобождение летнего тепла из все более свободного ото льда Северного Ледовитого океана к северу от Аляски, возможно, способствовало засухе в

Калифорнии. Заметные изменения, происходящие в Арктике, дают ясное раннее предупреждение о том, что серьезные климатические последствия могут ожидаться на всем земном шаре.

Адаптация к изменениям

Арктика меняется так быстро, что необходимо скорейшее решение задач, связанных с потеплением климата. Например, в анализе северной инфраструктуры на вечной мерзлоте в работе [1, 13] делается вывод о том, что даже если будут существенно сокращены выбросы парниковых газов, риски останутся высокими вплоть до 2050 г. Необходима разработка мер адаптации к ожидаемым изменениям для минимизации их неблагоприятных последствий [1, 5]. Необходимо также совершенствовать методы мониторинга, в том числе, с использованием средств спутникового дистанционного зондирования для предупреждения опасных речных и морских ледовых условий. Аналогично, существует необходимость в усилении политики надзора и профилактики для водных объектов экосистемы, в том числе, для контроля запасов питьевой воды.

Региональные парки, заповедники и другие природоохранные зоны играют ключевую роль в защите северных видов и экосистем от дополнительных стрессов, возникающих в связи с ускоренным потеплением. Арктические экосистемы имеют меньшее биоразнообразие растений и животных, чем в умеренной зоне, и потеря только одного или нескольких видов может полностью разрушить пищевые цепочки. С продолжающимся потеплением многие виды растений, животных и микробов будут выведены на верхний предел их тепловых условий существования, что повысит их чувствительность к другим стрессовым факторам.

В сфере экологической безопасности необходимо обеспечить сохранение биологического разнообразия арктической флоры и фауны, в том числе путем расширения сети особо охраняемых природных территорий и акваторий, с учетом национальных интересов Российской Федерации, в условиях расширения хозяйственной деятельности и глобального изменения климата.

Смягчения последствий

Политика смягчения последствий изменения климата, ограничивающая антропогенные выбросы, может существенно изменить ситуацию в сторону снижения степени воздействия на окружающую среду. Сохранение же выбросов на прежнем уровне (сценарий «как обычно») может привести к такому климату, который не наблюдался на планете с раннего эоцена, т.е. почти 50 миллионов лет. Тенденция охлаждения климата десятков миллионов лет назад была бы «отмотана» обратно менее чем за два столетия. Представляется маловероятным, что существующие экосистемы во всем мире смогут выдержать такую

беспрецедентную скорость изменений [8, 19]. Тот же сценарий «как обычно» прогнозирует потепление в верхних слоях океана в пределах 35-50% от того, что наблюдалось 250 миллионов лет назад. Это потепление, как полагают ученые, было ответственно за потерю 96% из всех морских видов на Земле из-за кислородного истощения, с наибольшими эффектами в высоких широтах [23, с.1327].

Известно, что Гренландский ледяной щит проявлял нестабильность в течение гораздо более короткого временного масштаба потепления. Есть данные, что уровень моря поднимался на шесть метров за 1000 лет в течении последнего межледникового периода около 100 000 лет назад, и что почти полная дегляциация Южной Гренландии произошла в межледниковье около 400 000 лет назад [8, 10]. Анализ МГЭИК (2018) показывает, что необратимая потеря Гренландского ледового щита может произойти при росте температуры на 1,5-2°C, что указывает на настоятельную необходимость сокращения выбросов парниковых газов. Аналогично показано, что вероятность освобождения ото льда Северного Ледовитого океана летом при глобальном потеплении на 1,5°C существенно ниже, чем при потеплении на 2°C. В докладе также отмечено, что целевой показатель повышения глобальной температуры на 1,5°C, а не на 2°C дает большую разницу в масштабах последствий для человека, принесенных глобальным потеплением, проявляющихся в том числе, в: повышении уровня моря, смертности, связанной с тепловыми волнами, интенсивностью лесных пожаров, сокращением продовольственных запасов и экосистемных услуг и ограничением адаптационных возможностей, а также тем, что Арктика особенно уязвима к дополнительным 0,5°C глобальной температуры. Анализ рисков для арктической инженерной инфраструктуры [13, с.5147] показывает ее особую уязвимость к дополнительным 0,5°C в следующие несколько десятилетий независимо от контроля за выбросами. Сокращение масштабов потепления до целевого показателя Парижского соглашения +1,5°C существенно уменьшит ущерб инфраструктуре.

Арктические вечномерзлые почвы содержат огромные запасы углерода, который в результате полного оттаивания и разложения может более чем удвоить уровень углекислого газа в атмосфере. Во многих районах Севера углерод преобразуется в более мощный парниковый газ метан в результате микробиологических процессов в озерах, прудах и водно-болотных угодьях вечной мерзлоты [18, 21]. Модельные сравнения выбросов парниковых газов показывают, что сценарий "как обычно" мог бы превратить северные мерзлые грунты из чистого стока в чистый источник углерода после 2100 г., что указывает на важность мер по смягчению последствий для ослабления влияния обратной связи вечной мерзлоты на климат [19, 21]. Появляются также новые факторы,

которые могут ускорить таяние вечной мерзлоты и производство метана, например, теплые осадки весной [6, 21].

Образовательные и информационные аспекты

Арктика стремительно меняется и безопасность ее жителей и экосистем требует, как локальных, так и глобальных мер. Эти меры могут быть разработаны и реализованы только в случае если рядовые граждане и руководители хорошо осведомлены и понимают природу проблем, связанных с изменением климата также, как и необходимость принятия мер. Для широкого информирования и передачи знаний необходимо их постоянное обновление. Это подразумевает проведение исследований не только для определения текущего положения дел в Арктике, но и проведение фундаментальных и прикладных исследований, направленных на снижение неопределенностей в прогнозах и поиск новых решений для эффективных мер адаптации и смягчения последствий. Необходим обмен знаниями на всех уровнях, от распространения соответствующей локальной информации до передачи результатов последних научных исследований об изменениях в Арктике и их глобальных последствиях для максимально широкого круга лиц, принимающих решения [2, 5, 24].

Арктика сейчас находится в центре беспрецедентного внимания исследовательских агентств и ученых. Есть неопровержимые научные доказательства того, что наш планетарный климат быстро меняется в результате человеческой деятельности. Доклады МГЭИК четко дают понять: необходимо принятие срочных мер по сокращению выбросов парниковых газов и снижению их концентрации. Это может снизить тяжесть экологических и социально-экономических последствий изменения климата. Увеличивающаяся частота лесных пожаров, штормов и волн жары, вместе с уменьшением биоразнообразия, снижением урожайности сельскохозяйственных культур, повышением уровня моря и затоплением прибрежных районов показывают, что реальность изменения климата начала проникать в нашу жизнь.

Существуют обнадеживающие тенденции в уровне осведомленности общественности о глобальном изменении климата, но еще многое предстоит сделать в области науки, образования и просвещения. Арктические исследования играют ключевую роль в этом процессе передачи знаний. Вспоминая девиз «думай глобально, действуй локально», хотелось бы предложить научно-образовательному сообществу приступить к реализации двух направлений деятельности: 1) открыть и сделать массовыми образовательные программы об изменении климата и его влиянии на социально-экономические процессы в регионе; 2) приступить к разработке региональной климатической программы с мерами адаптации и смягчения последствий изменения климата до 2050 г.

Список литературы

1. Катцов В.М., Б. Н. Порфирьев, В. А. Говоркова, Д. О. Елисеев, С. В. Ефимов, А. А. Киселев, В. П. Мелешко, Т. В. Павлова, А. А. Пикалева, Б. А. Ревич, П. В. Спорышев, Н. Е. Терентьев, Е. И. Хлебникова, И. М. Школьник, Изменения климата Арктики: место климатической науки в планировании адаптации. (П/ред. В.М. Катцова). Климатический центр Росгидромета. 2017. 104 с.
2. Кириллина К.С., Лобанов В.А., Сердитова Н.Е. Оценка будущего климата республики Саха (Якутия) \ Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2015. № 40. С. 113-126.
3. Мелешко В.П., Катцов В.М., Мирвис В.М., Байдин А.В., Павлова Т.В., Говоркова В.А. Существует ли связь между сокращением морского ледяного покрова в Арктике и ростом повторяемости аномально холодных зим в Евразии? Синтез современных исследований. Метеорология и гидрология. 2018. №11. С. 49-67.
4. Спорышев П.В., Катцов В.М., Гулев С.К. Изменения приземной температуры в Арктике: достоверность модельного воспроизведения и вероятностный прогноз на близкую перспективу. Доклады Академии Наук (Геофизика), 479. 2018. № 5. С. 569–573.
5. Хлебникова Е.И., Катцов В.М., Пикалева А.А., Школьник И.М. Оценка изменения климатических воздействий на экономическое развитие территории российской Арктики в XXI веке. Метеорология и гидрология. 2018. № 6. С. 5-19.
6. Bintanja, R., and O. Andry. 2017. Towards a Rain-Dominated Arctic. Nature Climate Change 7: 263–267.
7. Biskaborn, B.K., S.L. Smith, J. Noetzli, H. Matthes, G. Vieira, D.A. Streletskiy, P. Schoeneich, et al. 2019. Permafrost is Warming at a Global Scale. Nature Communications 10 (1): 264.
8. Burke, K.D., J.W. Williams, M.A. Chandler, A.M. Haywood, D.J. Lunt, and B.L. Otto-Bliesner. 2018. Pliocene and Eocene Provide Best Analogs for Near-Future Climates. Proceedings of the National Academy of Sciences 115 (52): 13288–13293.
9. Dai, A., D. Luo, M. Song, and J. Liu. 2019. Arctic Amplification is Caused by Sea-Ice Loss under Increasing CO₂. Nature Communications 10 (1): 121.
10. Fischer, H., K.J. Meissner, A.C. Mix, N.J. Abram, J. Austermann, V. Brovkin, E. Capron, et al. 2018. Palaeoclimate Constraints on the Impact of 2 °C Anthropogenic Warming and Beyond. Nature Geoscience 11: 474–485.
11. Forbes, B.C., T. Kumpula, N. Meschtyb, R. Laptander, M. Macias-Fauria, P. Zetterberg, M. Verdonen, et al. 2016. Sea Ice, Rain-on-snow and

- Tundra Reindeer Nomadism in Arctic Russia. *Biology Letters* 12 (11): 20160466.
12. Fritz, M., J.E. Vonk, and H. Lantuit. 2017. Collapsing Arctic Coastlines. *Nature Climate Change* 7: 6–7.
 13. Hjort, J., O. Karjalainen, J. Aalto, S. Westermann, V.E. Romanovsky, F.E. Nelson, B. Etzelmüller, and M. Luoto. 2018. Degrading Permafrost Puts Arctic Infrastructure at Risk by Mid-Century. *Nature Communications* 9 (1): 5147.
 14. Holland, M.M., and C.M. Bitz. 2003. Polar Amplification of Climate Change in Coupled Models. *Climate Dynamics* 21 (3–4): 221–232.
 15. IPCC. 2018. Special Report on Global Warming of 1.5°C (SR15). Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change, World Meteorological Organization. <https://www.ipcc.ch/sr15/>.
 16. Le Quéré, C., R.M. Andrew, P. Friedlingstein, S. Sitch, J. Hauck, J. Pongratz, P.A. Pickers, et al. 2018. Global Carbon Budget 2018. *Earth System Science Data* 10:2141–2194.
 17. Le Quéré, C., J.I. Korsbakken, C. Wilson, J. Tosun, R. Andrew, R.J. Andres, J.G. Canadell, et al. 2019. Drivers of Declining CO₂ Emissions in 18 Developed Economies. *Nature Climate Change* 9: 213–217.
 18. Macias-Fauria, M., and E. Post. 2018. Effects of Sea Ice on Arctic Biota: An Emerging Crisis Discipline. *Biology Letters* 14 (3): 20170702.
 19. McGuire, A.D., D.M. Lawrence, C. Koven, J.S. Clein, E. Burke, G. Chen, E. Jafarov, et al. 2018. Dependence of the Evolution of Carbon Dynamics in the Northern Permafrost Region on the Trajectory of Climate Change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115 (15): 3882–3887.
 20. Moon, T.A., I. Overeem, M. Druckenmiller, M. Holland, H. Huntington, G. Kling, and A.L. Lovecraft. 2019. The Expanding Footprint of Rapid Arctic Change. *Earth's Future*. <https://doi.org/10.1029/2018EF001088>.
 21. Neumann, R.B., C.J. Moorberg, J.D. Lundquist, J.C. Turner, M.P. Waldrop, J.W. McFarland, E.S. Euskirchen, C.W. Edgar, and M.R. Turetsky. 2019. Warming Effects of Spring Rainfall Increase Methane Emissions from Thawing Permafrost. *Geophysical Research Letters* 46 (3): 1393–1401.
 22. Overland, J., E. Dunlea, J.E. Box, R. Corell, M. Forsius, V. Kattsov, M.S. Olsen, et al. 2018. The Urgency of Arctic Change. *Polar Science*. <https://doi.org/10.1016/j.polar.2018.11.008>. (дата обращения: 20.02.2020).
 23. Penn, J.L., C. Deutsch, J.L. Payne, and E.A. Sperling. 2018. Temperature-Dependent Hypoxia Explains Biogeography and Severity of End-Permian Marine Mass Extinction. *Science* 362 (6419): eaat1327.
 24. Tsurkan, M., Serditova, N., Vorotnikov, A. The sustainability of ecologically-friendly construction projects in the Arctic territory of the Russian Federation //(2019) IOP Conference Series: Earth and

- Environmental Science, 317 (1), [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85071933504&doi=10.1088%2f1755-1315%2f317%2f1%2f012014&partnerID=40&md5=5897f37097e38f253dc1e2f4e0879fef>. (дата обращения: 25.02.2020) DOI: 10.1088/1755-1315/317/1/012014
25. Vincent, W.F., T.V. Callaghan, D. Dahl-Jensen, M. Johansson, K.M. Kovacs, C. Michel, T. Prowse, J.D. Reist, and M. Sharp. 2011. Ecological Implications of Changes in the Arctic Cryosphere. *Ambio* 40 (1): 87–99.
26. Vincent, W.F., M. Lemay, and M. Allard. 2017. Arctic Permafrost Landscapes in Transition: Towards an Integrated Earth System Approach. *Arctic Science* 3 (2): 39–64.

CLIMATE CHANGE IN ARCTICA: LOCAL AND GLOBAL IMPACT ON THE ENVIRONMENT

N.E. Serditova

Tver State University, Tver

Results of recent research on climate change in polar regions and the risks associated are reviewed. The accelerated nature of warming in the Arctic region and the high sensitivity of the environment and engineering infrastructure to the changes are noted. Possible ways of adaptation to these changes, mitigation of their consequences, and informational and educational aspects are considered.

Keywords: *Arctica, climate change, amplified warming, adaptation, mitigation, awareness raising.*

Об авторе:

СЕРДИТОВА Наталья Евгеньевна - доктор географических наук, профессор, проректор по учебно-воспитательной работе, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», Тверская область, г. Тверь, ул. Желябова, д.33, 170100, Serditova.ne@tversu.ru.

УДК 577.4 + 581.524

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-1-2020-17-29>

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БИОГЕННО-АККУМУЛЯТИВНЫХ АКВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ВОДОХРАНИЛИЩ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

О.А.Тихомиров

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

В статье приводится эколого-геохимическая характеристика биогенно-аккумулятивных аквальных комплексов, рассматриваются вопросы накопления органических веществ и тяжелых металлов в аквальных комплексах верхневолжских водохранилищ. Приводится эколого-геохимическая оценка состояния аквальных комплексов разной степени зарастания.

Ключевые слова: *аквальный комплекс, биогенная аккумуляция, эколого-геохимическая оценка, водохранилища.*

Исследования водохранилищ позволили выделить аквальные комплексы со значительным уровнем биологической активности, участием в круговороте органического вещества высшей водной растительности, зообентоса и других гидробионтов, с активным накоплением органических соединений в воде и донных отложениях. Изучение биогенно-аккумулятивных комплексов представляет собой научный и практический интерес как объектов, оказывающих существенное воздействие на процессы эвтрофикации и в целом на экологическое состояние водохранилищ. С этих позиций представляется весьма важным проведение комплексной оценки эколого-геохимического состояния биогенно-аккумулятивных аквальных комплексов. Задачей настоящей работы является эколого-геохимическая характеристика биогенно-аккумулятивных аквакомплексов водохранилищ Верхневолжья. В основу работы положены материалы многолетних наблюдений автора, а также данные полученные в совместных экспедиционных маршрутах с сотрудниками Конаковской НИС Института водных проблем РАН и Института биологии внутренних вод РАН [3, 10, 11, 12].

Полевые исследования [10, 11, 12] позволили установить высокую степень зарастания защищенных литоральных аквальных комплексов водохранилищ Верхневолжья. Густые заросли макрофитов образовали особые фитофильные аквакомплексы, отличающиеся по свойствам природных компонентов и режиму от незарастающей литорали и глубоководных пелофильных комплексов. Разнообразная водная растительность и зообентос способствовали формированию органических и органо-минеральных донных отложений разной степени разложения. В

некоторых случаях в условиях относительно слабой гидродинамической активности затопленные почвы заливов сохранили морфологическое строение. В результате макрофитные отложения нередко залегают на поверхности гумусового или нижележащих почвенных горизонтов. Лишь литоральные, лишенные макрофитов устьевые участки заливов, подстилаются эродированными почвами.

В ходе исследований проводилось опробование и химический анализ образцов природных компонентов: водной растительности, поверхностных вод и донных отложений по общепринятым методикам.

Геохимическая оценка обеспечивалась на основе сравнения полученных данных с кларками и фоновыми показателями химических элементов в природных средах. В качестве естественного фона содержания химических элементов в донных отложениях использовались данные ряда авторов [1,2,7]. Уровень загрязнения донных отложений и затопленных почв определялся по величине суммарного показателя концентрации (СПЗ).

В пределах Верхневолжского, Ивановского, Угличского и Рыбинского водохранилищ широко представлены аккумулятивные аквальные комплексы лимнического типа с фитофильными, пелофильными и почвенным биоценозами. Верхние части заливов заняты литоральными фитокомплексами различной степени зарастания, средние глубоководные части – педокомплексами. В устьях заливов формируются открытые литоральные комплексы на размываемых мелководьях с бедными псаммофильными биоценозами, имеющими разреженную растительность. Крупные заливы водохранилищ могут включать довольно глубоководные (до 5 - 7 м) участки с профундальными пелофильными аквакомплексами. В защищенных от волнобоя заливах формируются сплавины [10,11].

В пределах литорали верхневолжских водохранилищ довольно ясно выделяются биогенно-аккумулятивные аквальные комплексы сплавин, сильного, умеренного и слабого зарастания.

Аквальные комплексы сильного зарастания воздушно-водной растительностью и сплавин располагаются на глубинах до 1,0 – 1,5 м от НПУ. Биомасса растений в этих комплексах составляет 400 – 1200 г/м² в сухом весе. Проективное покрытие дна колеблется от 60 до 100 %. К сплавидам и воздушно-водным растениям часто примыкает пояс сильного зарастания телорезом аллоэвидным, затягивающим пространство воды на глубинах 0,4 – 1,3 м. Заросли телореза очень плотные, создают практически полное затенение грунта и имеют значительную фитомассу, обычно превышающую 500 г/м². К аквакомплексам умеренного зарастания нами относятся участки заливов с фитомассой от 100 до 400 г/м². Акватория с фитомассой менее 100 г/м² представляет собой комплексы слабого зарастания [10,11].

Следует отметить важную роль макрофитов как источника грунтообразующего материала и в формировании химических свойств затопленных почв различных аквакомплексов водохранилищ.

Активная седиментационная деятельность привела к накоплению на поверхности дна биогенно-аккумулятивных горизонтов, представленных отложениями макрофитов и илов (в фитоаквакумplexах и пелоаквакумplexах). Эти отложения обогащены органическим веществом, гумусом, азотом, подвижными формами фосфора и калия. Наиболее богаты питательными элементами макрофитные отложения литоральных фитоаккумулятивных и или пелоаккумулятивных комплексов.

В условиях сильного зарастания защищенной литорали дно во многих случаях покрыто значительным (до 15 - 30 см) слоем крупных перегнивающих растительных остатков и детритом. Здесь на глубинах до 0,7 м формируется сообщество зообентосных фитофилов. В мае бентос по составу сильно обеднен и состоит из видов, хорошо переносящих осушение дна. По данным Ф.Д. Мордухай-Болтовского [9] и др., зообентос представлен главным образом хирономидами, олигохетами и моллюсками. При этом преобладают хирономиды (*Endochironomus* gr. *dispar*, *Glyptotendipes gripekoveni*, *Chironomus plumosus*). Кроме них, в бентосе отмечены олигохеты (*Lumbrikus variegates*) и единичные моллюски (*Bithynia*). В небольшом количестве встречаются и мелкие *Naididae*. К концу лета биомасса зообентоса возрастает в среднем до 7,5 г/м² и может к середине сентября достигать 24 – 28 г/м². Основную часть ее дает мотыль, фитофильные хирономиды, личинки насекомых. В условиях умеренного зарастания на глубинах 0,7 - 1,0 м бентос несколько разнообразнее. Появляется примесь тубифицид (главным образом *Peloscoclex ferox* и *Potamothenix hammoniensis*), из моллюсков становится многочисленной *Bithynia*. В более разреженных зарослях фитофилов меньше, чем в условиях сильного зарастания. Общая биомасса зообентоса понижается и составляет в среднем 6,6 г/м². Максимальная по величине биомасса отмечена в августе (19,6 г/м²) [9].

В аквальных комплексах слабого зарастания погруженной растительностью дно выстлано илисто-песчаными грунтами и небольшим количеством растительных остатков. Здесь в донных отложениях обитают несколько видов двусторчатых моллюсков (сфеериды), из брюхоногих — битиния, а также пиявки и ряд форм хирономид. Их средняя биомасса за весь период наблюдений – 7,65 г/м², максимальная достигала 65 г/м². К осени отмечается существенное уменьшение биомассы (иногда до 1 - 2 г/м²) [9].

В условиях открытой литорали водохранилищ в результате размывающего воздействия ветровых волн на дно зарастание макрофитами ограничено, здесь активно смываются отложения детрита и растительные остатки, во многих местах обнажаются песчаные грунты. В формирующихся псаммокомплексах на глубине 0,5 м зообентос состоит преимущественно из хирономид и некоторых брюхоногих моллюсков со средней биомассой около 1,15 г/м². Для сравнения можно отметить, что в Рыбинском водохранилище открытых литоральных комплексах биомасса бентоса обычно не превышает 0,1–0,3 г/м². В условиях педокомплексов в затопленных почвах, где

значительно содержание органических веществ, встречается примесь мелких олигохет, средняя биомасса биоты составляет – 2,3 г/м² [9].

В пелагиально-профундальных аквакомплексах с глубинами от 5 до 16 м на затопленных участках русла, поймы и террас сложился биоценоз мотыля – неевского лимнодрила, которого нет в прибрежной зоне, мелких форм пелофильных хирономид (*Chironomus plumosus*, *Isochaetides newaensis*), тубифицид (*Limnodrilus hoffmeisteri*) и мелких моллюсков. Здесь на серых илах биомасса составляет в среднем 11,0 г/м². При этом биомасса хирономид достигает 59 – 66%, в то время как биомасса олигохет (тубифицид) – 31 - 41% от общей биомассы [9].

Таким образом, распределение биомассы зообентоса в защищенных и незащищенных литоральных аквакомплексах имеет закономерный характер, определенный условиями зарастания, глубиной и водным режимом. В целом с уменьшением степени зарастания биомасса бентоса снижается. Особенно резко эта закономерность прослеживается в условиях слабозарастающих открытых псаммокомплексов, как в водохранилищах сезонного (Иваньковское), так и многолетнего регулирования стока (Рыбинское водохранилища).

Высшая водная растительность является важным средообразующим фактором. Седиментация и заиление в густых зарослях в 2 - 5 раз интенсивнее, чем на не заросших участках [6]. Растения поглощают из воды и грунта минеральные вещества, связывают азот, фосфор, кальций, магний и другие элементы и возвращают их в воду по окончании вегетации.

В пределах литорали прослеживаются различия в характере накопления в водных растениях органических веществ и минеральных элементов. По исследованиям И.В.Довбни [5], в растительности Иваньковского водохранилища накапливается до 1 г/м² N и P, до 2 г/м² Na, до 8 г/м² K и менее 1 г/м² – Mg. К периоду цветения в воздушно-водной растительности содержится N, P, K, Na, Ca и Mg соответственно – 58, 62, 58, 72, 54 и 56% от максимального их количества в фитомассе. В сплавинках это накопление идет медленнее: N, P, K, Na, Ca, Mg – 32, 31, 30, 23, 28 и 25%.

Отбор проб воды в биогенно-аккумулятивных аквакомплексах сплавин, сильного, умеренного и слабого зарастания заливов Иваньковского водохранилища в летние периоды свидетельствует о выраженной дифференциации гидрохимических свойств водных масс различных аквакомплексов. Поверхностные воды открытых плесов (фитопланктонные пелокомплексы) характеризуются щелочной реакцией. Сильное зарастание заливов сопровождается подкислением среды и снижением показателя pH (в воде сплавин pH = 6,3 – 8,4, сильного зарастания pH = 6,8 – 8,8). В условиях умеренного и слабого зарастания пелокомплексов pH увеличивается до 7,0 – 9,1. В соответствии со степенью зарастания изменяется содержание кислорода и биогенных элементов в воде фитокомплексов. Снижение интенсивности фотосинтеза, усиление поглощения кислорода растениями в

темноте обуславливает ухудшение газового режима литоральных аквакомплексов сильного зарастания и сплавин – возникает дефицит кислорода, накапливается углекислота. Это ослабляет процесс минерализации органического вещества, и оно начинает накапливаться в литоральной зоне водохранилищ в большом количестве [11].

Наибольшее содержание соединений азота отмечается в биогенно-аккумулятивных комплексах заливов, находящихся под влиянием антропогенного воздействия. В местах сброса теплых отработанных вод в заливы водные массы имели повышенные концентрации соединений азота (в Мошковичском заливе – NH_4 - 0,55 мг/л, NO_3 – 1,25 - 1,37 мг/л, NO_2 – 0,04 - 0,43 мг/л; в заливе сбросного канала пос. Редкино и р. Дойбице – NH_4 – 2,6 - 5,4 мг/л, NO_3 – 1,8 - 6,56 мг/л, O_2 – 0,02 - 0,37 мг/л). Концентрации NO_3 и NO_2 в воде в большинстве случаев значительно выше ПДК (для NO_3 – 0,39 мг/л, для NO_2 – 0,02 мг/л). В условиях сильного зарастания и сплавин превышение по аммонийному азоту может составлять 1,1 - 3,0 ПДК. Так, в Мошковичском заливе, р. Дойбице, заливе сбросного канала пос. Редкино концентрации в воде NO_2 составляли 1 - 2 ПДК, а NO_3 - 6,13 ПДК [12].

Выраженная дифференциация водной массы прослеживается по большинству анализируемых элементов и веществ. При этом особенно сильно отличаются воды сплавин и сильного зарастания. Наиболее высоким содержанием органического вещества и острым дефицитом кислорода характеризуются литоральные фитокомплексы сильного зарастания и сплавин. Это связано с тем, что гниение растительных остатков в застойных водах не только подкисляет среду, но и усиливает растворимость и подвижность элементов, в том числе и металлов, увеличивает их десорбцию из макрофитных отложений и илов. Этот процесс способствует развитию интенсивного заболачивания заливов. Как следствие, наблюдается накопление молодого торфа в виде грубых макрофитных отложений, снижение качества воды и дальнейшее уменьшение продуктивности водоема. Эти процессы могут усиливаться в ряде заливов водохранилищ за счет антропогенной эвтрофикации, связанной в первую очередь со сбросом теплых и загрязненных сточных вод.

Анализ физико-химических показателей и строения затопленных почв показал, что наибольшему изменению подверглись почвы открытых литоральных аквакомплексов до глубины 1,8 – 4,0 м в Ивановском, Угличском и Верхневолжском водохранилищах. В Рыбинском водохранилище эта глубина достигает 5 - 6 м. В условиях высокой гидродинамической активности взаимодействие водной массы и дна привело к формированию минеральных эродированных почв различного механического состава (в условиях псаммокомплексов).

Верхние части заливов, занятые сплавидами и комплексами сильного зарастания, характеризуются преобладанием процесса биогенной аккумуляции и часто подстилаются затопленными почвами, сохранившими

гумусовые горизонты. За период существования водохранилищ на поверхности горизонта A_1 накопился слой грубого макрофитного торфа, достигающий в отдельных случаях 10 см. В условиях литоральных комплексов умеренного и слабого зарастания перегнойный горизонт перекрыт слоем (1 - 5 см) темно-серого органо-минерального ила.

Лабораторные анализы показали довольно высокое содержание гумуса и соединений азота в затопленных почвах педокомплексов Иваньковского водохранилища. Так, в иловых и макрофитных отложениях величина гумуса составляет 4 – 6,8%, общего азота – 0,2 – 1,5%, подвижного фосфора и калия – соответственно 6,5 – 45,0 и 3,5 – 11 мг на 100 г образца, что в большинстве случаев выше, чем в подстилающих гумусовых горизонтах и почвах берега.

Донные отложения верховьев заливов содержат 1 – 2 % азота и до 40 – 75% органического вещества, что существенно больше, чем в глубоководных пелокомплексах, где в серых илах накапливается 0,2 – 1,9% азота и до 5 – 14% органического вещества. Перегнойные горизонты почв содержат 3 – 8% гумуса и 0,09–0,8% общего азота. Дно незарастающей литорали сложено эродированными песчаными почвами, переходящими с глубиной в илистые пески, а затем в песчаные илы. Эта группа отложений характеризуется низкими показателями органического вещества (0,2 – 5,0%), гумуса (0,1 – 1,7%), азота (0,1 – 0,48%), подвижного фосфора (3,4 – 5,1 мг) и калия (5,0 – 10,0 мг на 100 г образца). Значительные площади дна Иваньковского водохранилища покрыты заболоченными и болотными почвами, служащими источником для образования торфяных илов. Затопленный торф и торфянистые илы, формирующиеся на различных глубинах, имеют однотипный состав и характеризуются повышенным содержанием органического вещества (65 – 85%) и азота (1,0 – 1,5%) [10,11,12].

Анализ экспедиционных данных свидетельствует об определенной связи некоторых свойств затопленных почв и степени и характера зарастания водохранилища высшей водной растительностью. Поверхностные горизонты почв аквакомплексов сильного зарастания характеризуются кислой реакцией, что можно объяснить подкисляющим (ацидифицирующим) воздействием процессов разложения органического вещества в условиях дефицита кислорода. В комплексах умеренного и слабого зарастания pH солевой вытяжки образцов возрастает до 4,95 – 5,15, что значительно выше, чем в почвах незарастающих акваторий (5,2 – 6,4). Концентрация подвижных форм фосфора нарастает в направлении от сплавин к слабозарастающим участкам заливов, находящимся в условиях слабой гидродинамической активности. В глубоководных русловых участках р. Шоши поверхностные слои ила содержали в этот период 4,5 – 9,7 мг P_2O_5 на 100 г образца.

Содержание тяжелых металлов в золе водных растений аквальных комплексов различно, что связано как с условиями накопления (гидродинамической активностью, химическим составом донных отложений почв и сточных вод), так и с особенностями биологической аккумуляции химических элементов разными видами растений.

В периоды стабильного летнего стояния уровня воды и низкой гидродинамической активности водообмен в заливах замедляется, что создает условия к удерживанию тяжелых металлов водной растительностью и в дальнейшем их накоплению в донных отложениях и воде определяя миграцию этих элементов и создавая внутренний круговорот металлов и их сезонную динамику в защищенных аквальных комплексах.

Проведенные анализы позволили получить ряды средних показателей содержания металлов в растениях и донных отложениях биогенно-аккумулятивных аквальных комплексов верхневолжских водохранилищ. Анализ показал, что в водных растениях наиболее значительно накапливаются Mn и Zn. Осредненные показатели для различных видов растений колеблются соответственно в пределах: 23 – 56 мкг/г (для Mn) и 14 – 34 мкг/г (для Zn). При этом их максимальные абсолютные величины концентраций в условиях умеренного и слабого зарастания в 2 – 2,5 раза выше. В группу со средним накоплением от 3 до 6 мкг/г входят Ni, Pb, Co, в группу с показателями от 2 до 4 мкг/г следует отнести Cu и Cr. Наименее активно аккумулируется Cd (0,13 – 0,16 мкг/г).

В растениях зоны слабого зарастания тяжелые металлы аккумулируются в среднем в 1,5 – 2 раза активнее, чем в условиях сильного зарастания, что, видимо, связано с особенностями видового состава. Наиболее сильным поглотителем химических элементов являются телорез алоэвидный и некоторые виды рдестов. Это объясняет максимум суммарного показателя накопления металлов в условиях умеренного зарастания (110,7 мкг/г) [1, 11].

Минимальное накопление металлов отмечено в растительности открытых мелководий плесовых участков водохранилищ.

Наиболее значительные концентрации тяжелых металлов установлены в растениях заливов приплотинной части водохранилищ. Противоположная картина характерна для растительности открытых урочищ. Здесь содержание металлов в растениях нижних плесов несколько меньше (в 1,1 - 1,2 раза), чем на открытых мелководьях верховий водохранилищ. В растениях открытых плесовых мелководий содержится минимальное количество металлов (примерно в 1,5 раза меньше, чем в растениях открытых прибрежных комплексов).

Наиболее высокие показатели накопления тяжелых металлов в водной растительности аквальных комплексов в защищенных участках наблюдаются в местах сброса промышленных и коммунальных сточных вод в районе населенных пунктов. Так в заливах Иваньковского водохранилища

(Городнинский, Мошковичский, Видогощинский, Федоровский и др.) максимальные уровни содержания Mn составили 42 – 84 мкг/г, Zn – 29 – 46 мкг/г, Ni – 4,8 – 7,9 мкг/г, Cr – 5,0 – 5,9 мкг/г (что в 1,5–2 раза выше средних концентраций по водохранилищу) и Pb – 4,5 – 5,2 мкг/г, Co – 3,9 – 5,2 мкг/г, Cd – 0,15 – 0,17 мкг/г (в 1,2 – 1,5 раза выше средних концентраций по водохранилищу).

Наиболее экологически чистыми являются растения верхней части водохранилища в условиях речного ландшафта, а также участков озерно-речного ландшафта (открытые и защищенные урочища в районе заливов Бабня и Борцино, заостровного мелководья Юрятино и др.), не находящихся под воздействием антропогенного фактора.

В условиях водохранилища многолетнего регулирования накопление тяжелых металлов в водных растениях открытой литорали количественно совпадает по всем элементам с данными, полученными по Ивановскому водохранилищу.

По данным Т.Ф. Микряковой [8], в 5 км ниже г. Череповца среднее содержание Zn в растениях в 22 раза превышает среднее содержание этого элемента в Моложском плесе, Cu – в 4,6 раза, Ni – в 4,2 раза, Pb – в 2 раза, Co – в 3,7 раза, Cd – в 1,9 раза. В подверженных влиянию сточных вод металлургического предприятия растениях залива р. Кошты отмечено высокое содержание Zn и Cu по сравнению с Моложским плесом. Одни и те же виды (рдест гребенчатый) имели концентрацию Zn в 14 раз больше (до 332 мкг/г), чем за пределами зоны загрязнения. На расстоянии 20 км от Череповца содержание тяжелых металлов уменьшилось, однако оно осталось существенно выше, чем в растениях незагрязненных мест. Выяснилось, что наиболее устойчива к воздействию токсических веществ ряска малая, в которой содержание Zn достигало 915 мкг/г [8].

Исследования показали [10,11,12], что в пределах биогенно-аккумулятивных комплексов сплавин, сильного, умеренного и слабого зарастания прослеживается накопление органического вещества, соединений азота, фосфора и металлов.

Комплекс донных осадков защищенной литорали характеризуется преобладанием макрофитных отложений, затопленных почв и органоминеральных илов, сложенных преимущественно тонкодисперсными частицами. Тонкодисперсные фракции отложений обладают высокой аккумулярующей способностью по отношению к тяжелым металлам. Содержание частиц размером менее 0,01 мм коррелирует с содержанием металлов в донных осадках. Наиболее высокие коэффициенты корреляции отмечены для Fe, Mn, Ni, Pb, Cr ($K = 0,6 - 0,75 \pm 0,02$), для Cu, Zn, Cd связь менее значительна ($K = 0,5 - 0,58 \pm 0,03$) [4], что возможно связано с их частичным выносом из водоема вместе с водорослями. Выясняется, что многие металлы аккумулируются в фито- и зоопланктоне, фито- и

зообентосе, а затем частично выводятся из круговорота вещества вместе с ихтиофауной, потребляющей детрит. Так, Cd, Zn, Cu могут накапливаться в условиях развития сине-зеленых водорослей в количествах соответственно 53, 65 и 120 мг/л [2,4].

Наиболее значительное накопление металлов выявлено в пелагиально-профундальных аквакомплексах (в 2,5–20 раз выше фона по разным элементам). При этом наиболее существенно аккумулируются Zn, Ni и Cu.

В отложениях зоны зарастания Иваньковского водохранилища накапливаются кадмий, цинк, молибден, ванадий и др. в концентрациях, соответствующих их среднему содержанию в грунтовом комплексе водохранилища.

Активна аккумуляция металлов в заливах и в заостровных участках озерно-речного типа. При этом практически все элементы в заливах накапливаются в большей мере, чем в более проточных заостровных комплексах. Отложения заливов приплотинного озерного плеса в 1,5 раза больше накапливают металлов, чем в среднем в водоеме.

Среди биогенных комплексов максимальная аккумуляция наблюдается в донных отложениях и затопленных почвах в условиях умеренного и слабого зарастания. Эти аквакомплексы выделяются по накоплению свинца (больше в 1,5 раза), меди (в 1,4 раза), хрома (в 1,1–2 раза), марганца (в 2 раза) по сравнению со сплавами и зоной сильного зарастания. Такое отличие вероятно связано с более активным выходом металлов из органических остатков отмирающей биоты в условиях разреженной растительности и воды обогащенной кислородом. В результате быстрого разложения «мягкой растительности» в водной среде с преобладающей окислительной обстановкой поглощенные гидробионтами металлы переходят в состав макрофитного органо-минерального ила.

Выявлены максимумы концентраций большинства тяжелых металлов в пределах водохранилищ. В условиях Иваньковского водохранилища наиболее значительное накопление металлов отмечено в биогенных комплексах Волжского плеса. Менее выражен этот процесс на Иваньковском и Шошинском плесах, где отмечены максимумы для трех и четырех химических элементов.

Наиболее экологически чистыми являются литоральные открытые аквакомплексы. В них донные отложения содержат минимальное количество тяжелых металлов, соответствующее фоновым показателям или даже менее фоновых (соотношение C_x к C_f изменяется от 0,2 до 1,0). В защищенных участках по заливам отмечено умеренное накопление металлов. В среднем для отложений приплотинного Омутнинского залива превышение над геохимическим фоном составляет от 2 до 8 раз. В аквакомплексах сильного зарастания содержание металлов в донных отложениях превышает фон в 2–7 раз. В условиях умеренного и слабого зарастания – в 1,5–14 раз.

Наиболее значительное накопление тяжелых металлов наблюдается в заливах, находящихся под влиянием сточных вод предприятий и населенных пунктов (например, в Ивановском водохранилище: Городнинский залив, Мошковичский залив, в Рыбинском водохранилище - зал. Кошта в районе Череповца и др.). В этих заливах донные отложения и затопленные почвы аккумулируют больше, чем в среднем по водохранилищу кадмия, цинка, кобальта и хрома (в 1,05–1,3 раза), никеля и ванадия (в 1,6–1,7 раза), марганца (в 2,2 раза) [8].

Донные отложения аквакомплексов водохранилищ имеют различное происхождение и по-разному концентрируют химические элементы. Тяжелые металлы обладают, как известно, куммулятивной способностью и совместным действием на живые организмы. С этой точки зрения вызывают интерес суммарные показатели загрязнения грунтового комплекса. Количественная оценка состояния затопленных почво-грунтов в геохимии традиционно проводится на основе интегральной характеристики, которой является суммарный показатель СПЗ, определяемый как сумма превышений концентраций тяжелых металлов над природным фоном. По значениям СПЗ выделяют пять уровней загрязнения: 1 – менее 8 (отсутствует), 2 – 8 - 16 (низкий), 3 – 16 - 32 (средний), 4 – 32 - 48 (высокий), 5 – 48 - 64 (очень высокий). Нами проведены расчеты, позволяющие оценить загрязнение донных отложений Ивановского водохранилища по 10 изучаемым элементам.

Проведенные исследования позволили установить участки техногенного накопления тяжелых металлов в аквакомплексах заливов Ивановского водохранилища. Высокий уровень загрязнения донных отложений ($\Sigma_{10} = 33,0$) выявлен в заливах Волжского плеса, находящихся под антропогенным воздействием, в Ивановском плесе отмечен средний уровень загрязнения ($\Sigma_{10} = 26,4$) и в Шошинском плесе - низкий уровень загрязнения ($\Sigma_{10} = 14,5$). Та же тенденция сохраняется при оценке загрязнения аквакомплексов разной степени зарастания. Так среди сплавин более загрязнены комплексы Ивановского и Волжского плесов ($\Sigma_{10} = 17,7$ – $18,5$). Наименьший уровень загрязнения по показателю СПЗ установлен для донных отложений сплавинных комплексов Шошинского плеса ($\Sigma_{10} = 10,6$).

Высокий уровень загрязнения по суммарному показателю отмечен в аквакомплексах пелагиали ($\Sigma_{10} = 18,3$ – 35 мг/кг). Наименьшее загрязнение установлено в почво-грунтах открытых мелководий, здесь оно низкое или практически отсутствует. Наиболее опасные техногенные аномалии приурочены к участкам пелагиали и защищенной литорали. Именно здесь могут возникнуть наиболее сложные экологические ситуации.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить высокую степень зарастания защищенных литоральных аквакомплексов водохранилищ. Густые заросли макрофитов образовали особые фитофильные комплексы, отличающиеся по свойствам природных компонентов и режиму от незарастающей литорали и глубоководных пелагиальных комплексов.

Активная седиментационная деятельность привела к накоплению на поверхности затопленных почв аккумулятивных горизонтов, представленных отложениями макрофитов и илов (в фитоаквакомплексах и пелоаквакомплексах). Эти отложения обогащены органическим веществом, гумусом, азотом, подвижными формами фосфора и калия.

Исследования показали, что в биогенно-аккумулятивных аквакомплексах литоральной зоны по заливам и за островами концентрация металлов в растениях по большинству элементов выше, чем в среднем по водохранилищу и существенно выше по сравнению с эрозионными участками. При этом наиболее активно аккумулируются Mn и Zn, слабее Cu, Co, Ni, Cr, Pb, в еще меньшей степени - Cd.

Прослеживается закономерность в аккумуляции металлов в водной растительности, формирующейся в условиях различной степени защищенности, гидродинамической активности и положения на акватории. Так, водные растения открытых участков накапливают существенно меньше металлов, чем в защищенных урочищах. При этом в открытых плесовых аквакомплексах в растениях содержится минимальная концентрация металлов (в 1,5 раза меньше, чем в растениях открытых прибрежных комплексов).

Суммарные показатели загрязнения донных отложений, рассчитанные для Иваньковского водохранилища, в среднем составляют $\Sigma_{10} = 18,01$. Донные отложения Иваньковского и Волжского плесов относятся преимущественно к уровню среднезагрязненных, а донные осадки Шошинского плеса к уровню слабозагрязненных. Наиболее высокие СПЗ отмечены в заливах, находящихся под активным антропогенным прессом и в пелагиально-профундальных аквакомплексах долинных террас.

В сплавинах и аквакомплексах разной степени зарастания преобладает слабое загрязнение грунтов. Минимальный уровень загрязнения отмечен в эродированных почвах открытых мелководных аквакомплексов.

Анализ данных показывает существенные различия загрязнения донных отложений аквальных комплексов по плесам. Наиболее опасные техногенные зоны загрязнения располагаются в пелагиальных террасных аквакомплексах долинного типа и в условиях биогенно-аккумулятивных комплексов Иваньковского плеса. Близкие величины СПЗ характерны для донных отложений Волжского плеса. Минимальное загрязнение металлами по комплексному показателю наблюдается в условиях открытых мелководий Шошинского плеса.

Аквальные комплексы защищенных мелководий играют барьерную роль в накоплении тяжелых металлов как за счет донных отложений, так и водной растительности. При этом фитокомплексы усиливают этот процесс. Следовательно, биогенно-аккумулятивные аквальные комплексы защищают водохранилища от внешнего загрязняющего воздействия и усиливают самоочищение воды. Как показывают наблюдения, интенсивность этого процесса особенно выражена в условиях умеренного зарастания водоема. В то же время следует отметить, что накопление и удерживание металлов (прежде всего, Zn, Ni, Co и Cr) в растительности и донных отложениях аквальных комплексов заливов может способствовать формированию источников вторичного загрязнения водохранилища.

Полученные данные возможно использовать при расчете участия химических элементов в круговороте органо-минерального вещества в биогенно-аккумулятивных аквальных комплексах равнинных водохранилищ.

Список литературы

1. Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Катунин Д.Н. Тяжелые металлы в донных отложениях верхней и нижней Волги // Водные ресурсы. 2002. Т. 29. № 5. С. 587-595.
2. Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Кочарян А.Г. Тяжелые металлы в донных отложениях и высшей водной растительности Ивановского водохранилища // Водные ресурсы. 2001. Т. 28. № 4. С. 441 – 447.
3. Григорьева И.Л. Анализ характеристик водохранилищ различного генезиса: автореф. на соиск. ученой степ. канд. геогр. наук: 11.00.07 - Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. М., 1996. 24 с.
4. Добровольский В.В Основы биогеохимии. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 400 с.
5. Довбня И.В. Продукция высшей растительности волжских водохранилищ // Тр. Ин-та биологии внутр. вод АН СССР. 1983. Вып. 48(51). С. 71-84.
6. Корелякова И. Л. Растительность Кременчугского водохранилища. Киев: Научная мысль, 1977. 198 с.
7. Левченко Л.П. Геолого-экологические исследования и картографирование территории Тверской области в масштабе 1:500000 // Эколого-медицинские аспекты состояния здоровья и среды обитания населения Тверской области и г. Твери. Тверь. 1999. С. 13 - 15.
8. Микрякова Т.Ф. Накопление тяжелых металлов макрофитами в условиях загрязнения водной среды // Водные ресурсы. 2002. Т. 29. №2. С.253 - 255.

9. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Исследование мелководной прибрежной зоны водохранилищ верхней Волги // Тр. ИБВВ РАН. Вып. 33. 1976. С. 3-13.
10. Тихомиров О.А. Динамика аквальных комплексов равнинных водохранилищ. Тверь, 2008. 308 с.
11. Тихомирова Л.К., Тихомиров О.А., Кирпичникова Н.В., Федорова Л.П. Современное состояние аквальных комплексов заливов Иваньковского водохранилища // Экологические аспекты изучения природной среды. Тверь, 1997. С. 16–32.
12. Тихомиров О.А., Тихомирова Л.К., Кирпичникова Н.В. Эколого-геохимическая оценка загрязнения донных отложений аквальных комплексов Иваньковского водохранилища // Региональные геоэкологические исследования. Тверь, 2005. С. 3-20

ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF BIOGENIC AND ACCUMULATIVE WATER COMPLEXES OF UPPER VOLGA RESERVOIRS

O.A. Tikhomirov

Tver State University, Tver

The article presents the ecological and geochemical characteristics of biogenic accumulative aquatic complexes, discusses the accumulation of organic substances and heavy metals in the aquatic complexes of the upper Volga reservoirs. An ecological and geochemical.

Keywords: *aquatic complex, nutrient accumulation, ecological-geochemical evaluation of the reservoir.*

Об авторе:

ТИХОМИРОВ Олег Алексеевич – доктор географических наук, профессор МНЭПУ, заведующий кафедрой физической географии и экологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет». 170021 Тверь, ул. Прошина, д. 3, корп. 2; tikhomirovoa@mail.ru.

УДК 556.551:551.579

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-1-2020-30-39>

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ МАЛЫХ ПРАВОБЕРЕЖНЫХ ПРИТОКОВ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД*

И.Л. Григорьева, Е.Е. Лапина, Е.А. Чекмарева

Иваньковская НИС – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт водных проблем Российской академии наук, г. Конаково, Тверская область

Выполнен анализ изменения химического состава воды малых правобережных притоков Иваньковского водохранилища (рр. Дойбица, Донховка, Сучок) в зимнюю межень за многолетний период. Установлено увеличение минерализации, общей жесткости, концентрации ионов магния в воде всех водотоков как следствие увеличения притока подземных вод. Выявлено, что возрастание концентраций хлоридов в воде малых рек связано с поверхностным смывом с водосбора во время оттепелей. Увеличение температуры воздуха в зимний период и участвовавшие оттепели приводят к увеличению доли болотных вод в питании некоторых рек (р. Дойбица).

Ключевые слова: Иваньковское водохранилище, малые притоки, ретроспективный анализ, зимний период, гидроклиматические условия, химический состав воды.

Иваньковское водохранилище – водоем комплексного назначения, первая ступень Волжско-Камского каскада водохранилищ, создано в 1937 г. в результате сооружения плотины у с. Иваньково (в настоящее время г. Дубна). Полный объем водохранилища при НПУ составляет 1.12 км³, площадь водного зеркала 327 км², средняя глубина – 3.4 м, площадь мелководий – около 48% от площади водного зеркала. При НПУ подпор от плотины водохранилища простирается до г. Тверь.

Основную роль в питании и формировании химического состава воды водохранилища играют реки Волга, Тверца, Шоша и Лама, объем стока которых составляет соответственно 59, 24 и 11% от общего притока в водоем [7, с. 25]. В Иваньковское водохранилище на участке от Твери до Дубны впадает также ряд малых притоков. Это правобережные: Дойбица, Донховка, Сучок, Инюха, Торопка, Полозовка и левобережные: Орша и Созь (рис.). Гидролого-морфометрические

* Исследование выполнено в рамках поддержанного РФФИ и Правительством Тверской области научного проекта № 18-45-690001.

характеристики основных правобережных притоков Иваньковского водохранилища представлены в табл. 1.

Малой рекой обычно считают водоток, расположенный в одной географической зоне и имеющий длину не более 100 км и площадь бассейна в пределах 1000 – 2000 км² [2, 11]. Малые реки имеют постоянный сток в течение всего года или кратковременно прерывающийся сток вследствие истощения запасов дренируемых ими подземных вод [2, 14].



Р и с. Карта–схема Иваньковского водохранилища с малыми притоками.
Створы наблюдений: 1 – р. Донховка, створ Селихово; 2 – р. Сучок, створ Вахромеево; 3 – р. Дойбица, створ Кочедыково

Т а б л и ц а 1

Гидролого-морфометрические характеристики некоторых правобережных притоков Иваньковского водохранилища, по [7, 16]

Название водотока	Длина, км	Площадь бассейна, км ²	Средний годовой расход, м ³ /с	Ширина, м	Глубина, м	Хозяйственное использование*
р. Дойбица	24	192	1.25	0.5-100	–	В, С, Сх, лР, Р.
р. Донховка	25	158	1.03	5-400	0.5-2.5	В, С, Сх, лР, Р.
р. Сучок	17	58.3	0.38	3-60	0.5-6	В, С, лР, Р.

Примечание - *В-водоснабжение; С-судоходство; лР-любительское рыболовство; Сх-сельское хозяйство; Р-рекреация

Доля малых притоков в поверхностном притоке в Иваньковское водохранилище составляет всего около 3–4%, но роль их в

формировании качества воды водохранилища и его эвтрофировании существенна, особенно на приустьевых участках [6, 7].

По условиям питания и режиму эти реки относятся к восточно-европейскому типу, для которых характерно высокое половодье, низкие зимняя и летняя межень и повышенный сток осенью. Питание рек состоит из снегового (более 50%), грунтового (30–35%) и смешанного (15–20%). В зимний период питание рек осуществляется исключительно грунтовыми водами, в тёплые зимы – частично водами верхних почвенных горизонтов [6, 7].

Состояние малых рек в значительной степени зависит от природных особенностей речных бассейнов, характера и масштабов хозяйственного использования природных ресурсов территории [1, 11].

Известно, что малые реки являются индикаторами изменения экологического состояния территорий [1, 11], поскольку их гидрохимический режим формируется, в значительной степени, под влиянием антропогенной нагрузки, увеличение которой приводит к ухудшению качества воды в малых водотоках в более значительной степени, чем в крупных.

Очевидно, что малые реки будут также интенсивней реагировать на изменение гидроклиматической ситуации в регионе, чем крупные. Нами ранее были выявлены тенденции увеличения среднемесячных и среднегодовых температур воздуха и суммы осадков за многолетний период по метеостанции Тверь [13, с. 12]. Наблюдается повышение температуры воздуха в последние 30 лет в сравнении с периодом с 1944 по 1974 гг.: в январе на 0.6°C , в феврале на 0.67°C , в марте на 0.77°C , в апреле на 0.43°C , в мае на 0.28°C , июне на 0.15°C , июле на 0.37°C , августе на 0.17°C , сентябре на 0.14°C , октябре на 0.17°C , ноябре на 0.12°C , декабре на 0.06°C [13, с. 12]. Таким образом, более значительное повышение температуры воздуха отмечается в период с января по март.

Изменение климатических условий несет за собой снижение длительности зимнего периода, увеличение количества оттепелей и их интенсивности, уменьшение глубины промерзания почвенного слоя [10, с. 46]. Следовательно, возрастает величина инфильтрационного питания, на зеркало грунтовых вод поступают прошедшие через почву и зону аэрации талые воды, в результате изменяется минерализация подземных вод, которые в основном питают малые реки в зимний период. В местах линейных и локальных источников загрязнения (автотрассы, магистральные и железные дороги, урбанизированные территории) с дневной поверхности с талыми водами в реки будут неизбежно поступать такие компоненты противогололедных реагентов как хлориды и натрий [8, 9].

Отбор проб воды в малых реках, а также в колодцах и родниках на их водосборе проведен авторами в зимние периоды 2018 и 2019 гг. из

поверхностного горизонта согласно ГОСТ 31612012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [5, с. 1–22].

Анализ проб осуществлялся в аккредитованной химической лаборатории ИвНИС ИВП РАН (аттестат аккредитации RA.RU.21АН96 от 28.10.2016) по аттестованным методикам. В пробах воды определяли физико-химические показатели (рН, электропроводимость, мутность, взвешенные вещества), макрокомпонентный состав (HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ и K^+), биогенные элементы ($\text{Fe}_{\text{общ.}}$, Si, соединения азота и фосфора), показатели содержания органических соединений (БПК₅, перманганатная окисляемость (ПО), цветность), содержание кислорода, нефтепродукты. Методы исследования: титриметрический, йодометрический, гравиметрический, потенциометрический (рНметр–ионометр «Экотест 2000И»), фотометрический (спектрофотометр В–1100), ИК спектрофотометрия (концентраномер КН–2м ИШВЖ.010).

Для ретроспективного анализа были выбраны створы наблюдений, расположенные вне зоны подпора от водохранилища, по которым имеются данные наблюдений за многолетний период: р. Дойбица – Кочедыково, р. Сучок – Вахромеево, р. Донховка – Селихово. Одновременно отобрали пробы воды из колодцев в дд. Кочедыково и Вахромеево и из родника в с. Селихово, расположенных практически близ уреза. Сравнивались только те химические показатели, которые определялись во все три периода наблюдений.

Истоки рек Дойбица, Донховка и Сучок представляют собой болотные массивы Тверской и Московской областей [7, 12]. На формирование гидрохимического режима устьевых участков малых рек оказывает значительное влияние Ивановское водохранилище.

В борта и русло Волги и ее малых притоков разгружаются все водоносные горизонты (ВГ) зоны активного водообмена – грунтовые и напорные. Грунтовые воды береговой зоны делятся на безнапорные – первые от поверхности ВГ, и субнапорные, в которых по пространственному положению выделяются межморенные и подморенные воды. Безнапорные воды приурочены к современным болотному (hIV) и аллювиальному (aIV) ВГ; верхнечетвертичному аллювиальному (aIII) и надмосковскому флювиогляциальному (fIms) ВГ. По химическому составу грунтовые воды ранее относились к $\text{HCO}_3\text{--Ca}$ типу, а в последние годы к $\text{CO}_3\text{--Ca--Mg}$ типу с минерализацией 200–500 мг/дм³ [3, 10].

Антропогенное воздействие на формирование качества воды малых притоков Ивановского водохранилища заключается, прежде всего, в поверхностном смыве загрязнителей с селитебных, промышленных и сельскохозяйственных территорий, а также в попадании в водотоки сточных и ливневых вод разной степени очистки. В зимний период во время оттепелей на участках, где отсутствует

ледяной покров, в малые реки попадают хлориды и натрий – компоненты противогололедных реагентов. Зонирование водосборных территорий правобережных притоков Иваньковского водохранилища по виду антропогенной нагрузки представлено в табл. 2.

Из таблицы видно, что в истоках малые реки находятся в естественном состоянии, а в среднем и нижнем течении расположены селитебные, промышленные и рекреационные зоны. Сельскохозяйственные земли имеются только в среднем течении р. Донховки. По сравнению с 80–90-ми годами прошлого столетия на водосборах рассматриваемых притоков значительно уменьшилась площадь земель сельскохозяйственного назначения и увеличилась площадь рекреационных зон.

Малые реки обладают небольшой способностью пополнения водных ресурсов. Эти водотоки очень чувствительны к различным видам воздействия, которые приводят к их загрязнению, засорению и истощению [6, 7, 15].

Т а б л и ц а 2

Зонирование водосборной территории притоков Иваньковского водохранилища [15]

№ п/п	Название водотока	Селитебные зоны	Промышленные зоны	Сельскохозяйственные зоны	Рекреационные зоны	Крупные антропогенные объекты
1	Дойбица	2. 3	2	–	3	Трасса М10, ООО «AGC Flat Glass» (стекольный завод), селитебная застройка, туристско-рекреационная зона
2	Донховка	2. 3	2	2	3	Свиноводческий комплекс «Селихово», селитебная застройка, лодочная станция
3	Сучок	2. 3	–	–	3	Селитебная застройка, туристско-рекреационная зона

Примечание: Участки реки: 1 – исток, 2 – среднее течение, 3 – устье.

Наши предыдущие исследования показали, что вода малых правобережных притоков Иваньковского водохранилища относится к гидрокарбонатному кальциево–магниевому типу. Региональная особенность притоков Иваньковского водохранилища заключается в

высоком содержании в воде железа и марганца, а также больших значениях цветности и перманганатной окисляемости [4, 7].

Химический состав воды и межгодовая динамика показателей качества воды малых правобережных притоков (Дойбица, Донховка, Сучок) Ивановского водохранилища ранее были изучены в 1979–1980 и 1996–1999 гг. [6, 7]. Современное состояние качества воды этих же малых рек и грунтовых вод на их водосборе исследовалось авторами в зимний период 2018–2019 гг. Результаты химического анализа проб воды представлены в табл. 3 и 4.

Т а б л и ц а 3

Химический состав грунтовых вод на водосборе малых правобережных притоков (1 – зима 1998–1999 гг., 2 – зима 2018–2019 гг.)

Ингредиент, единицы измерения	д. Кочедыково		д. Вахромеево		с. Селихово	
	1	2	1	2	1	2
pH, ед pH	6.9	7.9	7.2	7.3	6.9	7.4
ПО, мгО/дм ³	1.2	0.5	5.1	6.0	2.4	1.2
Цветность, град. Pt-Co шкалы	25	5	60	10	20	7
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	244.1	250.2	500.4	463.8	414.9	451.5
Общая жесткость, мг- экв/дм ³	5.8	5.7	6.4	8.2	10.0	9.2
Кальций, мг/дм ³	80.2	62.5	120.2	118.0	132.3	128.3
Магний, мг/дм ³	21.9	31.3	4.9	27.7	41.3	34.0
Аммонийный азот, мгN/дм ³	0.38	0.02	0.74	0.33	0.34	0.02
Нитритный азот, мгN/дм ³	0.003	0.003	0.020	0.002	0.010	0.005
Нитратный азот, мгN/дм ³	14.1	14.6	0.47	0.05	9.08	4.2
Фосфаты, мг/дм ³	0.051	0.045	0.002	0.001	0.027	0.076
Хлориды, мг/дм ³	24.0	13.5	13.9	16.2	69.5	39.7
Сульфаты, мг/дм ³	79.0	39.6	30.0	8.5	129	54.7
Минерализация, мг/дм ³	449	327	669	635	787	709

Ретроспективный анализ показателей химического состава малых притоков (табл. 4) показал, что во всех трех реках наблюдается увеличение общей жесткости воды, концентрации магния и величины минерализации. Макрокомпонентный состав воды малых рек зимой, практически полностью, зависит от химического состава подземных вод, поэтому увеличение концентраций главных ионов и минерализации воды подземных вод приводит к увеличению концентраций и в воде водотоков. На химический состав воды малых рек в последние годы влияет не только увеличение притока подземных вод, но и смыв загрязняющих веществ с поверхности водосбора во время оттепелей.

В воде р. Дойбицы за многолетний период отмечается увеличение цветности, перманганатной окисляемости и ионов аммония, что,

очевидно связано с притоком высоко цветных вод с водосбора в период оттепелей.

Снижение величин цветности и ПО в воде рр. Сучок и Донховки зависит от уменьшения этих показателей в подземных водах за счет разбавления талыми водами (см. табл. 3), поскольку приток болотных вод в период оттепелей менее значителен, чем для р. Дойбицы.

Т а б л и ц а 4

Химический состав воды малых правобережных притоков
Иваньковского водохранилища в зимний период (1 – 1979–1980 гг.,
2 – 1996–1999 гг., 3 – 2018 г., 4 – 2019 г.)

	р. Дойбица, д. Кочедыково			р. Сучок, д. Вахромеево			р. Донховка, с. Селихово		
	1	2	3	1	2	4	1	2	4
рН, ед рН	6.9	7.0	7.1	7.5	7.1	7.7	6.9	7.2	7.75
ПО, мгО/дм ³	10	19.5	22.8	13.4	22.8	10.7	4.5	18.8	7.4
Цветность, град. Рт-Со шкалы	20	100	130	45	150	70	25	150	45
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	269.3	293.8	280.7	214.2	140.8	250.2	214.2	244.8	335.6
Общ. жесткость, мг-экв/дм ³	4.6	6	5.1	3.7	3.0	4.8	3.6	5.3	7.00
Кальций, мг/дм ³	64	70	33.7	51	38	60.9	56	68	88.2
Магний, мг/дм ³	15.6	30	42	13.8	13.2	21.4	9.6	22.8	32.1
Ионы аммония, мг/дм ³	0.32	1.02	1.3	0.75	0.77	0.62	1.06	0.77	0.60
Нитриты, мг/дм ³	0.033	0.026	0.022	0.013	0.036	0.005	0.063	0.043	0.02
Нитраты, мг/дм ³	1.15	2.92	3.6	1.59	3.36	0.79	1.19	10.8	2.0
Фосфаты, мгР/дм ³	0.091	0.068	0.050	0.14	0.034	0.050	0.033	0.032	0.36
Хлориды, мг/дм ³	10	19	14.7	9.5	9.5	19.1	12.2	15.6	21.2
Сульфаты, мг/дм ³	18.6	53	30.0	24	25	20.9	41	53	32.4
Калий и натрий, мг/дм ³	14	14	12.3	13	–	8.2	17	13	2.9
Минерализация, мг/дм ³	392	480	423	326	–	384	350	417	523

Высокие концентрации сульфатов в воде малых притоков отмечались в середине 90-х годов прошлого столетия, в настоящее время наблюдается снижение концентраций сульфатов во всех исследованных водотоках и повышение концентраций хлоридов (до 21 мг/дм³), которые поступают в малые реки в результате смыва противогололедных реагентов во время оттепелей. Наблюдается снижение концентраций калия, по сравнению с 80–90 гг. прошлого столетия, что, скорее всего, связано с уменьшением количества удобрений, вносимых на поля.

Содержание в воде изучаемых рек соединений азота и фосфора нестабильно. Так концентрации азота аммония и нитратов увеличиваются в периоды потепления (в р. Дойбице у д. Кочедыково они составили 1.3 и 3.6 мг/дм³ соответственно), максимальные значения этих соединений отмечены в период 1996–1999 гг. (до 11 мг/дм³), когда сельскохозяйственное использование территории водосбора реки было максимальным.

Фосфаты фиксируются в воде всех водотоков в концентрациях менее 0.1 мг/дм³ практически во все годы наблюдений. Только концентрация в воде р. Сучок у д. Вахромеево в 1979–1980 гг. составила 1.4 мг/дм³, а зимой 2019 г. отмечена максимальная концентрация в 0.36 мг/дм³ (р. Донховка/с.Селихово). Высокие концентрации фосфатов являются следствием поступления их с хозяйственно-бытовыми стоками от частных домов, расположенных по берегам р. Донховки.

Выводы.

Исследование зимнего гидрохимического режима малых рек позволяет выявить, прежде всего, влияние гидроклиматических изменений на качество воды.

В зимний период на малых реках наблюдается как устойчивый ледовый покров, когда реки переходят на питание подземными водами с высокой минерализацией и жесткостью и низкой цветностью воды, так и периоды с отсутствием ледяного покрова. Это связано с участвовавшими оттепелями, близостью населенных пунктов, автомобильных дорог, наличием мостовых конструкций и мест сброса сточных и ливневых вод.

Повышение зимних температур воздуха в регионе вызывает оттепели и приводит к поступлению вод повышенной цветности с водосбора и увеличению цветности воды, что было отмечено в р. Дойбице.

Снижение концентраций сульфатов, натрия и калия в воде всех исследуемых водотоков в последние годы по сравнению с 80–90-ми годами прошлого столетия, очевидно, связано с уменьшением антропогенного пресса на реки на изучаемых участках.

Увеличение концентраций нитратов в воде р. Дойбицы и их снижение в воде двух других притоков обусловлено увеличением антропогенной нагрузки на эту реку.

Выявлено, что возрастание концентраций хлоридов, которые являются компонентом противогололедных реагентов, в воде малых рек связано с поверхностным смывом с водосбора во время оттепелей.

Список литературы

1. Алексеевский Н.И., Гриневский С.О., Ефремов П.В., Заславская М.Б., Григорьева И.Л. Малые реки и экологическое состояние территорий // Водные ресурсы. 2003. Т. 30. №5. С. 586–595.

2. Алтунина Г.С. Экология водного хозяйства (краткая энциклопедия). М.: АО ПО «Совинтервод», 1994. 226 с.
3. Ахметьева Н.П., Лапина Е.Е., Лола М.В. Экологическое состояние природных вод водосбора Иваньковского водохранилища и пути по сокращению их загрязнения. М.: Издательство ЛКИ, 2008. 240 с.
4. Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Чекмарева Е.А. Трансформация качества воды Иваньковского водохранилища и его малых притоков за многолетний период под воздействием природных и антропогенных факторов // Вопросы географии. Сб. 145 «Гидрологические изменения». С. 337–346.
5. ГОСТ 3161–2012 «Вода. Общие требования к отбору проб», М.: Стандартиформ, 2013. 32 с.
6. Григорьева И.Л., Ланцова И.В. Современное экологическое состояние малых притоков Иваньковского водохранилища // Гидротехническое строительство. 1999. №7. С.14–20.
7. Григорьева И.Л., Ланцова И.В., Тулякова Г.В. Геоэкология Иваньковского водохранилища и его водосбора. Конаково: Дом «Булат», 2000. 248 с.
8. Джамалов Р.Г., Фролова Н.Л., Кричевец Г.Н., Сафронова Т.И., Киреева М.Б., Игонина М.И. Формирование современных ресурсов поверхностных и подземных вод Европейской части России // Водные ресурсы. 2012. Т. 39. № 6. С. 571–589.
9. Ковалевский В.С. Влияние изменений гидрогеологических условий на окружающую среду. М.: Наука, 1994. 138 с.
10. Лапина Е.Е., Чекмарева Е.А. Оценка современного состояния подземных вод в береговой зоне Иваньковского водохранилища и его притоков в зимний период // Вестник ТвГУ. Серия «География и Геоэкология». 2018. №3. С. 45–60.
11. Малые реки волжского бассейна. Под редакцией Н.И. Алексеевского. М.: издательство МГУ, 1998. 234 с.
12. Мирзоев Е.С., Мирзоев А.Е. Конаковский район. Краеведческий справочник. Тверь: Современник, 1995. 330 с.
13. Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Кузовлев В.В., Лапина Е.Е., Лапина Л.Э., Чекмарева Е.А. Предварительные результаты исследования закономерностей и факторов формирования зимнего гидрохимического режима поверхностных и подземных вод Тверской области // Сборник Трудов региональных научных проектов Тверской области 2018 г. в сфере фундаментальных исследований под. ред. В.М. Самсонова и С.В. Жукова. Тверь: Издательство ТГУ, 2018. С. 10–16.
14. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 308 с.

15. Чекмарева Е.А. Современное экологическое состояние малых притоков Иваньковского водохранилища // Материалы I Всероссийского конгресса молодых ученых-географов «Геопоиск–2016». Тверь: Издательство ТГУ, 2016. С. 933–939.
16. Государственный Водный реестр РФ [Электронный ресурс]. (Дата обращения: 10.01.2020).

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF THE WATER CHEMICAL COMPOSITION OF SMALL RIVERS ON THE RIGHT BANK IVANKOVO RESERVOIR IN WINTER

I.L. Grigoryeva, E.E. Lapina, E.A. Chekmareva

The Ivankovskaya Research Station - branch of the Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences, Konakovo town, Tver region

The authors of the article analyzed changes in the chemical composition of water in small tributaries of the right bank of Ivankovo reservoir (Doibica, Donxovka, and Suchok rivers) in winter over many years. It was established that the mineralization, water hardness, magnesium in the water of all small rivers increased. This is an increase in groundwater inflow. Concentrations of chlorides in the water of small rivers increase. This is due to flushing from the catchment surface during thaws. In the winter the air temperature increased is observed frequent thaws. Such changes lead to a flow of water from bogs in some rivers (p. Doybica).

Keywords: *Ivankovo Reservoir, small tributaries, retrospective analysis, winter, hydro-climatic conditions, chemical composition of water.*

Об авторах:

ГРИГОРЬЕВА Ирина Леонидовна – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, Иваньковская НИС – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт водных проблем РАН (171251, г. Конаково, Тверская область, ул. Белавинская, д. 61–А, e-mail: Irina_Grigorieva@list.ru).

ЛАПИНА Елена Егоровна – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Иваньковская НИС – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт водных проблем РАН (171251, г. Конаково, Тверская область, ул. Белавинская, д. 61–А, e-mail: striker_elena@rambler.ru).

ЧЕКМАРЕВА Екатерина Александровна – младший научный сотрудник, Иваньковская НИС – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт водных проблем РАН (171251, г. Конаково, Тверская область, ул. Белавинская, д. 61–А, e-mail: e_al_cheva@iwp.ru).

УДК 574.587

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-1-2020-40-51>

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗООБЕНТОСА ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С ЦЕЛЬЮ БИОМОНИТОРИНГА ВОДНОЙ СРЕДЫ*

Л.П. Федорова

Иваньковская НИС – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт водных проблем Российской академии наук, г. Конаково, Тверская область

В статье обобщены материалы двухлетнего исследования сообщества зообентоса в Иваньковском водохранилище. Дана оценка степени загрязнения придонного слоя воды

Ключевые слова: зообентос, биотопы, численность, биомасса, биомониторинг, индекс Гуднайта-Уитли.

В мониторинговых исследованиях водных объектов важное место занимает изучение зообентоса как долгоживущего, ведущего малоподвижный образ жизни и наиболее четко отражающего степень хронического загрязнения водного сообщества. При этом основными структурно-функциональными характеристиками развития зообентоса являются таксономический состав, соотношение отдельных групп сообщества, биопродуктивность, динамика численности и биомассы.

Цель работы – дать характеристику современного состояния сообщества донных беспозвоночных Иваньковского водохранилища, а также выяснить реакцию отдельной систематической группы зообентоса (Oligochaeta) на загрязнение придонного слоя воды. Исследование основано на использовании материалов натурных наблюдений, проведенных в полевой сезон 2018–2019 гг., и литературных данных.

Бентофауна Иваньковского водохранилища изучена достаточно хорошо [1 – 5, 8 – 10, 14, 15, 17, 19]. Ее исследования начались до заполнения водохранилища. По данным этих авторов, до зарегулирования р. Волги дно русла было покрыто песчаными грунтами, характеризующимися бедной фауной, состоящей из немногих видов личинок хирономид и моллюсков. Но уже к концу первого года существования водохранилища на затопленных территориях сформировался временный биоценоз с преобладанием *Chironomus plumosus*, характерный для первых лет существования крупных волжских водохранилищ.

* Работа выполнена в рамках темы № 0147-2019-0002 (№ государственной регистрации АААА-А18-118022090104-8) Государственного задания ИВП РАН.

К середине 1950-х годов прошлого столетия в результате интенсивного заиления дна в водохранилище уже существовал пелофильный биоценоз. Основу этого биоценоза составляли виды личинок хирономид преимущественно pp. *Chironomus*, *Cryptochironomus*, *Glyptotendipes*, из олигохет преобладали тубифициды (р. *Limnodrilus*), из моллюсков – сферииды (р. *Sphaerium*), вивипариды (р. *Viviparus*) и униониды (pp. *Anodonta* и *Unio*), в Нижневолжском плесе отмечена *Dreissena polymorpha*.

В сравнении с первыми годами существования водохранилища, в середине 50-х годов доля личинок хирономид в общей биомассе донных организмов значительно уменьшилась (с 76 до 36-54 %), при этом возросла роль олигохет и моллюсков, биомасса которых увеличилась в 2 и 3 раза соответственно. В указанный период почти половину (47.3%) биомассы бентоса Иваньковского водохранилища составляли моллюски, причем от других водохранилищ Волжского каскада Иваньковское водохранилище отличалось обилием сфериид, роль которых в дальнейшем снизилась и к концу 60-х годов составляла 2.5 – 1.7% общей биомассы бентоса.

На 32-й год существования Иваньковского водохранилища, в составе донной фауны обнаружено уже более 40 видов животных. Прослеживалась приуроченность организмов к определенным биотопам. На илистых грунтах, занимающих к тому моменту около 40% площади дна, окончательно сформировался тубифицидно-хирономидный комплекс, биомасса которого в среднем достигала 9 - 21 г/м². Песчано-илистые биотопы заросших мелководий характеризовались большим видовым разнообразием донных организмов (более 20 видов), здесь встречались в основном представители фитофильной фауны: личинки хирономид – *Cricotopus* gr. *silvestris*, *Glyptotendipes* *glaucus*, *Endochironomus* *albipennis*, *Corynoneura* sp., мелкие олигохеты сем. *Naididae*, пиявки pp. *Helobdella* и *Herpobdella*, а также представители отр. *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Coleoptera*, *Odonata*. Биомассу донных организмов зарослевой зоны определяли моллюски класса гастропод, особенно планорбииды (*Planorbis planorbis*, *P. vortex*), крупные *Limnaea stagnalis* и *Viviparus viviparus*.

Открытые прибрежные зоны с песчаными грунтами были менее продуктивными и характеризовались наличием мелких олигохет сем. *Naididae* и личинок хирономид, преимущественно *Cladotanytarsus tancus*. Биомасса здесь не превышала 1.2 – 2.3 г/м² ввиду бедных органикой грунтов, их обнажения и промерзания при зимней сработке уровня воды в водохранилище.

Результаты многочисленных исследований, проведенных на Иваньковском водохранилище, показали, что вплоть до конца предыдущего столетия наблюдались значительные колебания в развитии

основных групп зообентоса: в 1980-х годах ведущая роль принадлежала моллюскам, а к 2000 г. – личинкам хирономид.

Наличие *Dreissena polymorpha*, единственного каспийского элемента фауны, отмечалось в первых исследованиях Иваньковского водохранилища только в районе сброса теплых вод Конаковской ГРЭС. По данным НИР Верхне-Волжского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ», в настоящее время этот моллюск встречается во всех плесах водохранилища [8, 14, 15, 19].

Новое столетие также характеризуется интенсивным развитием моллюсков (сем. *Viviparidae*, *Valvatidae*, *Pisidiidae*, *Unionidae*, *Dreissenidae*) с доминированием представителей сем. *Pisidiidae*.

Отбор проб зообентоса в 2018–2019 гг. осуществлялся в сезонном аспекте – весной в мае, когда начинается интенсивное развитие донных беспозвоночных, летом в июле, во время предполагаемого пика в развитии гидробионтов и осенью, когда происходит замедление всех биологических процессов. Такая схема отбора проб необходима для выяснения видового разнообразия, количественного развития гидробионтов, их изменений под воздействием внешних факторов среды.

Сбор материала и его камеральная обработка осуществлялась по общепринятым методикам [6, 7].

Пробы отбирались на 6 разрезах, охватывающих как русловую, так и мелководную (до 3 м) зоны во всех плесах водохранилища.

Бентос отбирался дночерпателем Петерсена с площадью захвата $\frac{1}{40}$ м², по 2-3 выемки грунта на каждой станции с дальнейшим промыванием через газ № 23. Все пробы фиксировались в 4%-ом формалине.

В лабораторных условиях организмы отделяли от грунта, просчитывали и взвешивали на торсионных весах с точностью до 0,001г отдельно по основным группам. Для определения таксономического состава идентификацию организмов проводили до вида (личинки сем. *Chironomidae*).

Общие численность и биомасса организмов для всего водоема рассчитывались как средневзвешенные величины с учетом площади биотопов. Крупные моллюски учитывались при расчетах средних показателей развития бентоса, так как они активно участвуют в продукционных процессах экосистемы водохранилища.

Определение видов проводили с использованием микроскопа бинокуляра и определителей [11, 12].

Анализ собранного материала показал, что основу бентофауны Иваньковского водохранилища, как и в предыдущие годы наблюдений, составляли олигохеты, личинки хирономид и моллюски. К

немногочисленной группе «прочие» отнесены личинки гелеид, поденок, хаборусов, ручейников, а также пиявки, гаммариды, нематоды.

Более подробно рассматривалась группа личинок хирономид (Chironomidae), как важная составляющая зообентоса (основа рациона бентосоядных рыб). В вегетационные периоды 2018-2019 гг. количество видов данной группы достигало 23, из них 20 видов подсемейства *Chironominae*, 1 вид подсемейства *Tanypodinae*, 2 вида – *Orthoclaadiinae*. Высокая встречаемость в группе личинок хирономид отмечена у *Cladotanytarsus mancus*, *Procladius ferrugineus*, *Chironomus plumosus*, видов pp. *Cryptochironomus*, *Polypedilum*, *Limnochironomus*.

Малощетинковые черви (Oligochaeta) были представлены в основном семействами *Tubificidae* и *Lumbriculidae*. Среди моллюсков отмечены представители родов *Sphaerium*, *Viviparus*, *Anodonta*, *Unio*, а также *Dreissena polymorpha*.

Для иловых биотопов русловой зоны водохранилища характерно незначительное число видов донных организмов, здесь господствуют выносливые к дефициту кислорода и другим неблагоприятным воздействиям малощетинковые черви и личинки комаров. Песчаные и песчано-илистые биотопы прибрежной зоны водоема отличаются большим видовым разнообразием, особенно в группе хирономид, массовым развитием моллюсков, а также пиявок, личинок ручейников, поденок, гелеид и пр. (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Характеристика основных зон развития зообентоса
Иваньковского водохранилища (май–октябрь 2018–2019 гг.)

Показатели	Профундаль		Литораль	
Глубина, м	9.0–17.0		2.5–3.0	
Грунты	серый ил		песок, ракушечник	
Плеса	Верхневолжский Средневолжский Нижневолжский Шошинский		правая левая в каждом плесе	
Температура придонного слоя воды, °С	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
	13.1–16.9 (май)	11.2–14.9 (май)	16.8–18.3 (май)	16.6–20.6 (май)
	21.2–22.2 (август)	18.1–19.1 (июль)	21.6–23.8 (август)	20.2–23.3 (июль)
	9.1–10.5 (октябрь)	7.4–8.7 (октябрь)	9.3–11.2 (октябрь)	7.5–8.9 (октябрь)
Выделенные биоценозы	пелофильный		псаммофильный	
Число видов животных	12		36	

Продуктивность донного сообщества различных биотопов зависит не от видового разнообразия беспозвоночных, а от обилия животных на единицу площади и их размеров. За время наблюдений в глубоководных зонах всех плесов водохранилища на иловых грунтах биомассу бентоса, приблизительно в равной степени, составляли олигохеты и личинки хирономид при этом олигохеты имели численное преимущество, хирономиды превосходили в размерах. На песчаных и слабозаиленных грунтах прибрежной зоны моллюски составляли основу биомассы, среднесезонные показатели которой достигали 115.0 – 215.0 г/м², в то время как биомасса более многочисленной и многообразной группы личинок хирономид, представители которой имели небольшие размеры, не превышала 2 г/м².

В среднем по водохранилищу продуктивность донного сообщества определяли моллюски прибрежной зоны, доля которых в общей биомассе бентоса за время наблюдения достигала 92 – 95 % (табл. 2, 3).

Благодаря продолжительному жизненному циклу многих донных животных, их сообщества надёжно характеризуют изменения водной среды за длительные периоды времени, что позволяет использовать их в качестве биоиндикаторов загрязнения придонного слоя воды и грунта.

Многие авторы для целей биоиндикации предпочитают использовать олигохет, поскольку они дают вполне объективную информацию о состоянии окружающей среды за длительный период до начала наблюдений, что весьма важно [13, 16, 18, 20].

Наибольшее применение в мировой практике биоиндикации нашел олигохетный индекс (ОИ) Гуднайт-Уитли [7, 21], равный отношению численности олигохет к численности всего бентоса в процентах и применяемый только для определения загрязнения водоема органическими веществами. По величине этого индекса выделяют шесть классов чистоты воды.

Расчет ОИ производился для каждого плеса и всего водохранилища с использованием средневзвешенной величины численности донных организмов за весь вегетационный период (рис. 1 и 2).

Необходимо отметить, что приведены усредненные показатели уровня загрязнения по плесам водохранилища (табл. 4), значения ОИ глубоководной и мелководной зон сильно отличаются. Определяющая роль в развитии олигохет принадлежит иловым биотопам глубоководной русловой зоны.

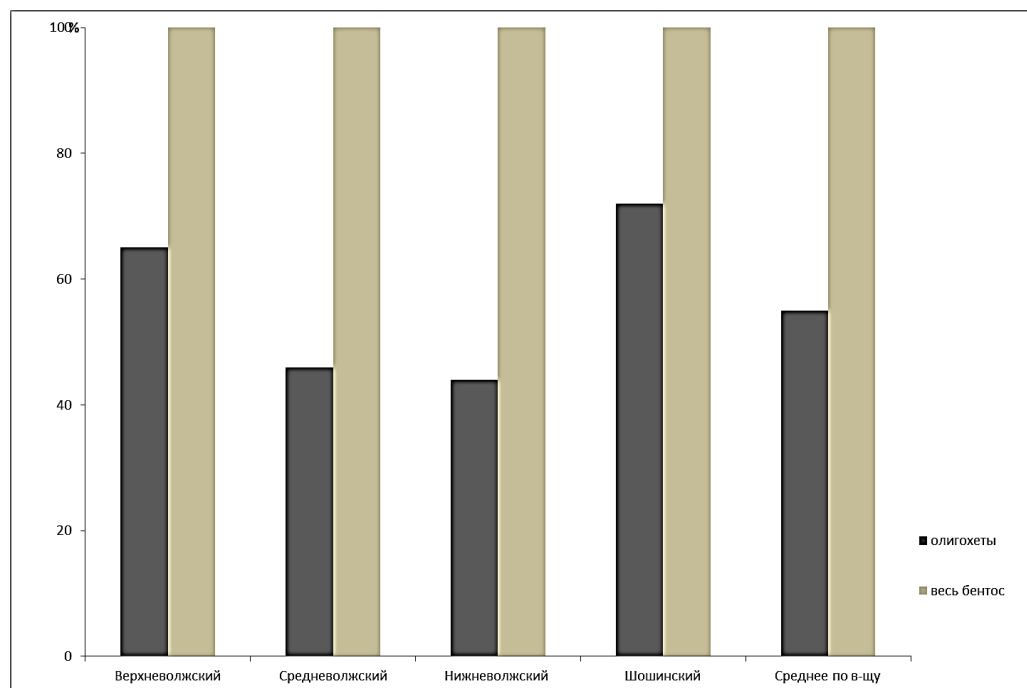
Т а б л и ц а 2

Средневегетационные численность и биомасса зообентоса ($\frac{\text{экз./м}^2}{\text{г/м}^2}$) Иваньковского водохранилища в 2018 г.

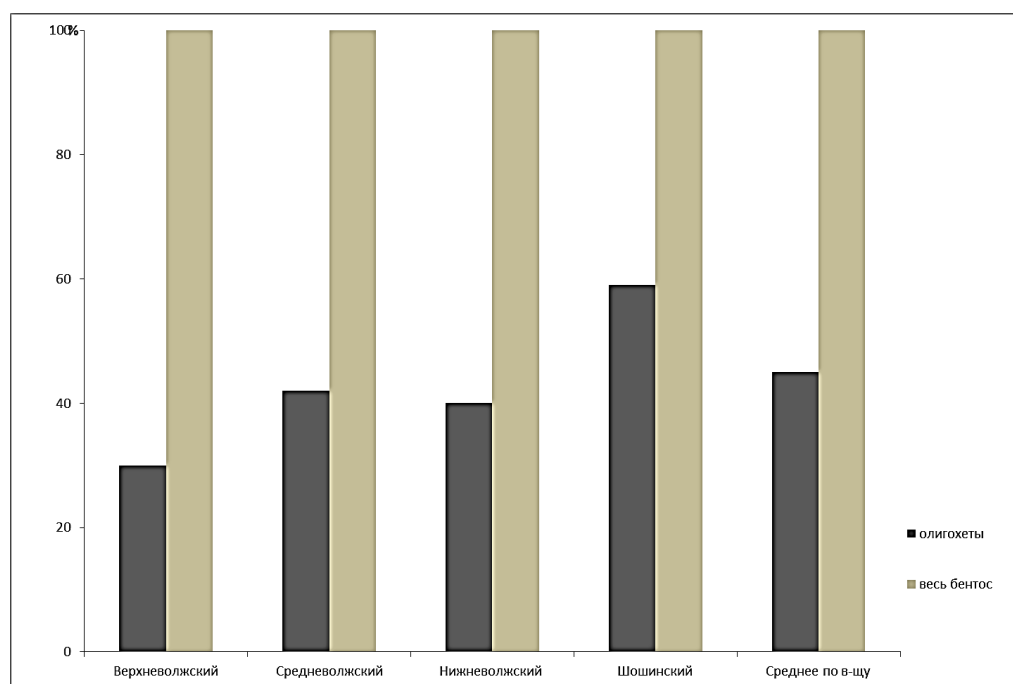
Группа организмов	Плес												Среднее по водохранили щу
	Верхневолжский			Средневолжский			Нижневолжский			Шошинский			
	русло	прибрежье	среднее	русло	прибрежье	среднее	русло	прибрежье	среднее	русло	прибрежье	среднее	
Мягкий бентос	<u>4187</u> 7.71	<u>703</u> 0.74	<u>1864</u> 3.07	<u>2440</u> 5.75	<u>1282</u> 1.27	<u>1668</u> 2.76	<u>6910</u> 20.9	<u>4230</u> 2.00	<u>5303</u> 9.54	<u>15440</u> 30.6	<u>2127</u> 1.32	<u>6530</u> 11.1	<u>3635</u> 6.28
Моллюски	<u>53</u> 0.25	<u>443</u> 265	<u>313</u> 177	<u>7</u> 0.03	<u>164</u> 112	<u>112</u> 74.9	<u>23</u> 0.08	<u>331</u> 75.8	<u>208</u> 45.5	<u>93</u> 0.37	<u>87</u> 5.49	<u>89</u> 3.80	<u>172</u> 71.7
Всего	<u>4240</u> 7,96	<u>1146</u> 266	<u>2177</u> 180	<u>2447</u> 5.78	<u>1446</u> 113	<u>1780</u> 77.7	<u>6933</u> 21.0	<u>4561</u> 77.8	<u>5511</u> 55.0	<u>15533</u> 31.0	<u>2214</u> 6.81	<u>6652</u> 14.9	<u>3807</u> 78.0

Средневегетационные численность и биомасса зообентоса ($\frac{\text{экз.}/\text{м}^2}{\text{г}/\text{м}^2}$) Иваньковского водохранилища в 2019 г.

Группа организмов	Плес												Среднее по водохрани лищу
	Верхневолжский			Средневолжский			Нижневолжский			Шошинский			
	русло	прибрежье	среднее	русло	прибрежье	среднее	русло	прибрежье	среднее	русло	прибрежье	среднее	
Мягкий бентос	<u>2700</u> 5.61	<u>2440</u> 3.29	<u>2527</u> 4.05	<u>3020</u> 13.0	<u>2305</u> 2.17	<u>3109</u> 5.79	<u>5245</u> 18.4	<u>4257</u> 1.05	<u>4652</u> 8.31	<u>11010</u> 19.1	<u>2060</u> 2.96	<u>6509</u> 8.35	<u>4061</u> 6.97
Моллюски	<u>40</u> 0.17	<u>740</u> 545	<u>507</u> 363	<u>5</u> 0.03	<u>275</u> 229	<u>185</u> 152	<u>175</u> 154	<u>117</u> 0.37	<u>140</u> 61.6	<u>20</u> 15.5	<u>130</u> 84.6	<u>93</u> 61.7	<u>213</u> 147
Всего	<u>2740</u> 5.78	<u>3180</u> 548	<u>3034</u> 367	<u>3025</u> 13.0	<u>2580</u> 231	<u>3294</u> 158	<u>5420</u> 172	<u>4374</u> 1.42	<u>4792</u> 69.9	<u>11030</u> 34.6	<u>2190</u> 87.6	<u>6602</u> 70.1	<u>4274</u> 154



Р и с. 1. Значение ОИ (%) по плесам Иваньковского водохранилища в 2018 г.



Р и с. 2. Значение ОИ (%) по плесам Иваньковского водохранилища в 2019 г.

Т а б л и ц а 4

Степень загрязнения плесов Иваньковского водохранилища по олигохетному индексу (ОИ) Гуднайт–Уитли

Плесы	2018 г.			2019 г.		
	Значение ОИ, %	Степень загрязнения воды	Класс качества воды	Значение ОИ, %	Степень загрязнения воды	Класс качества воды
Верхневолжский	65	загрязненная	IV	30	чистая	II
Средневолжский	46	умеренно загрязненная	III	42	умеренно загрязненная	III
Нижневолжский	44	умеренно загрязненная	III	40	умеренно загрязненная	III
Шошинский	72	грязная	V	59	загрязненная	IV
Среднее по водохранилищу	55	загрязненная	IV	45	умеренно загрязненная	III

Проведенные в 2018–2019 гг. исследования состояния сообщества зообентоса Иваньковского водохранилища позволяют отметить следующее:

- приуроченность донных организмов к различным биотопам определяет их видовое разнообразие и продуктивность сообщества бентоса в целом;
- интенсивное развитие моллюсков в прибрежной зоне водохранилища;
- сезонные колебания показателей обилия зообентоса связаны как с жизненным циклом насекомых (вылет имаго), так и с выеданием донных организмов бентосоядными рыбами, являющимися доминирующей группой в составе ихтиофауны Иваньковского водохранилища;
- рассчитан олигохетный индекс Гуднайт-Уитли с целью определения степени загрязнения придонного слоя воды и грунта по плесам Иваньковского водохранилища;
- подтверждено мнение многих исследователей о том, что олигохетный индекс имеет отрицательную корреляцию с видовым разнообразием донных организмов;
- улучшение качества воды в Верхневолжском и Шошинском плесах в 2019 г., по сравнению с 2018 г., может зависеть от изменения таких показателей, как увеличение проточности в период сброса воды,

влияющей на качество грунта, содержание кислорода в придонном слое воды;

- вода Иваньковского водохранилища в среднем по водоему на данный момент отнесена к категории «умеренно загрязненная»;
- для более объективной характеристики уровня загрязнения воды в водохранилище, необходимо отдельно оценивать глубоководную и мелководную зоны водоема с учетом обмена водных масс между ними;
- для более достоверной оценки качества воды и грунта, наряду с индексом Гуднайта-Уитли, необходимо использовать дополнительно такие методы биоиндикации, как хирономидный индекс Балуткиной, индекс видового разнообразия Шеннона, средняя сапробность, рассчитываемая как средневзвешенная сапробность трех первых доминирующих по численности видов бентосных организмов.

Список литературы

1. Волга и ее жизнь // Ред. Н.В. Буторин, Ф.Д. Мордухай-Болтовской. Л.: Наука, 1978. 348 с.
2. Гурова Л.А., Величко А.Н., Кудинов М.Ю. Кормовая база рыб Иваньковского и Угличского водохранилищ в 1976-1978 гг. // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. № 145. 1980. С. 17–32.
3. Дьяченко И.П. Фауна зарослей прибрежной зоны Иваньковского и Угличского водохранилищ // Изв. ГосНИОРХ. Т. 67. 1968. С. 289–298.
4. Иваньковское водохранилище и его жизнь. Под ред. Н.В. Буторина // Труды ИБВВ АН СССР. Вып. 34(37). Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1978. 304 с.
5. Максимова Г.Д. О влиянии повышенной температуры воды на развитие некоторых личинок рода *Chironomus* // Влияние тепловых электростанций на гидрологию и биологию водоемов. Борок, 1974. С. 98-100.
6. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л., 1971. С. 96 – 108.
7. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. Вып. 2. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 277 с.
8. Митропольский В.И. К распространению сфериид в Иваньковском водохранилище и его притоках // Гидробиологический журнал. Т. 9. № 6. 1973. С. 96–99.
9. Митропольский В.И. Зообентос Иваньковского водохранилища в районе сброса подогретых вод Конаковской ГРЭС // Информ. бюл. «Биол. внутр. вод». 1974. № 24. С. 19–23.
10. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Особенности процесса первоначального формирования бентоса в волжских водохранилищах // Труды

- Всесоюзн. совещ. по биол. основам рыбохоз. освоения водохранилищ. М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1961. С. 123–133.
11. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 511 с.
 12. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб: Наука. Т.6. 2004. 527 с.
 13. Пареле Э.А., Астапенюк Е.Б. Тубифициды (Oligochaeta: Tubificidae) – индикаторы качества водоема // Изв. АН ЛатвССР. 1975. № 9. С. 44–49.
 14. Поддубная Т.Л. Донная фауна Иваньковского водохранилища в районе сброса теплых вод Конаковской ГРЭС // Биология и продуктивность пресноводных организмов. Л.:Наука, 1971. С. 96–108.
 15. Поддубная Т.Л. Состояние донной фауны Иваньковского водохранилища на 32-й год его существования // Флора, фауна и микроорганизмы Волги. Рыбинск, 1974. С. 143–154.
 16. Попченко В.И., Рязанов А.Г. Методические указания по исследованию зообентоса для определения состояния фоновых пресноводных экосистем. М., 1987. 25 с.
 17. Себенцов Б.М., Биск Д.И., Мейснер Е.В. Режим и рыба Иваньковского водохранилища в первые 2 года его существования // Тр. Воронежского отд. ВНИИПРХ, 1940. Т. 3. Вып. 2. 1940. С. 9–95.
 18. Слепухина Т.И. Сравнение различных методов оценки качества вод с помощью олигохет. // Биология пресноводных организмов Северо-Запада СССР. Таллин, 1983. С. 51–56.
 19. Фенюк В.Ф. Донная фауна Иваньковского и Угличского водохранилищ // Тр. ин-та биол. водохр. АН СССР. Вып. 1 (4). 1959. С. 139–160.
 20. Финогенова Н.П. Значение олигохет как индикаторов загрязненных вод // Гидробиологические основы самоочищения вод. Л. 1976. С. 51–60.
 21. Goodnight C.J., Whitley L.S. Oligochaetes as indicators of pollution // Proc. 15th Int. Waste Conf. Purdue Univ. Eth. Ser., vol. 106, 1961. P. 139–142.

**ASSESSMENT OF THE ZOOBENTHOS STATUS OF THE
IVANKOVO RESERVOIR WITH THE AIM OF BIOMONITORING
THE AQUATIC ENVIRONMENT**

L.P. Fedorova

The Ivankovskaya Research Station – branch of the Institute of Water Problems of
the Russian Academy of Sciences, Konakovo town, Tver region

The article summarizes the materials of a two-year study of the zoobenthos community.

Keywords *zoobenthos, habitats, abundance, biomass, biomonitoring, index Goodnight-Whitley.*

Об авторе:

ФЕДОРОВА Людмила Парамоновна – ведущий инженер, Ивановская НИС – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт водных проблем РАН (171251, г. Конаково, Тверская область, ул. Белавинская, д. 61-А), e-mail: ludmila-54f@mail.ru.

УДК 502.51(285.3)

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-1-2020-52-60>

ИЗУЧЕНИЕ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ НАРУШЕННЫХ БОЛОТ С ПОМОЩЬЮ СНИМКОВ LANDSAT

Л.В. Муравьева

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

С помощью вегетационных индексов NDVI и SWVI установлено, что наиболее активно процессы зарастания и обводнения на выработанных участках фрезерных полей протекают первые 10-15 лет после окончания торфоразработок. Крупные лесные массивы не развиваются вследствие периодических пожаров. Преобладают вейниковые и тростниковые сообщества с фрагментами мелких березняков. На затопленных участках развиваются тростниковые, осоковые сообщества и осоково-пушицево-сфагновые сплавины.

Ключевые слова: вегетационные индексы, зарастание, обводнение, Landsat.

Верховые болота являются одними из наиболее устойчивых природных комплексов лесной зоны. Значительное антропогенное воздействие - осушение и добыча торфа, приводят к нарушению первичных компонентов - литогенной основы и водного режима. В результате формируются нестабильные, подверженные пожарам природно-антропогенные комплексы [2]. Как показали исследования на нарушенных участках болот [1-6], через несколько лет после окончания торфоразработок начинаются восстановительные процессы. Снимки Landsat позволяют проследить изменение состояния нарушенных участков болот за длительный период. Задачей исследования стало выявление с их помощью пространственных и временных закономерностей развития природно-антропогенных комплексов.

Объект исследования – болото Оршинский Мох, расположено в 30 км к северо-востоку от г. Твери. Болото образовалось в пределах волнистой озерно-ледниковой равнины, не имеющей выраженного уклона, с остаточным озером в центральной части. Площадь болота – 67,7 тыс. га. Торфяная залежь представлена на большей части верховым торфом, средней мощностью 2,5 - 3,6 м. Наиболее высокие участки болота заняты грядово-мочажинными и грядово-озерковыми комплексами, по периферии и вокруг озер – сосновыми кустарничково-сфагновыми, пушицево-сфагновыми и сфагновыми растительными сообществами. Осушение болота и добыча торфа начались в 1950-х гг. В северо-западной части добыча велась вначале способом гидроторфа, в

дальнейшем – фрезерным. В юго-западной части с конца 1950-х гг. применялся фрезерный способ. Наибольший размах торфоразработки приобрели в 1970-1990 гг. В небольшом объеме они продолжают до настоящего времени.

Для изучения восстановительных процессов были использованы снимки Landsat за период с 1976 по 2019 гг., а также материалы экспедиционных исследований, проведенных автором на нарушенных участках болота в 2007-2018 гг. Снимки Landsat отбирались по признакам: летний сезон, отсутствие облаков, временной интервал между снимками 10-15 лет. Для выявления последствий пожаров 2010 г. были взяты снимки мая 2010 г. (до развития пожаров) и мая 2011 г. (после пожаров). Время съемки – с 10-45 до 11-40 час. по московскому времени. В табл. приведены снимки Landsat, использованные для анализа.

Т а б л и ц а

Снимки Landsat, используемые в работе

№	Дата съемки	Спутник, датчик
1	10.09.1976	Landsat 2 MSS
2	18.08.1985	Landsat 5 TM
3	10.07.1994	Landsat 5 TM
4	29.07.1995	Landsat 5 TM
5	01.06.2009	Landsat 5 TM
6	19.05.2010	Landsat 5 TM
7	22.05.2011	Landsat 5 TM
8	13.06.2019	Landsat 8 OLI

Все снимки прошли этап радиометрической и атмосферной коррекции. Вычисления были выполнены в свободно распространяемом программном обеспечении QGIS 3.4.3. Для анализа были вычислены два вегетационных индекса NDVI и SWVI. Индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный относительный индекс растительности, показывает количество фотосинтетически активной биомассы, рассчитывается по формуле:

$$NDVI = \frac{R_{nir} - R_{red}}{R_{nir} + R_{red}},$$

где R_{nir} – значение отражения в ближнем инфракрасном диапазоне и R_{red} – отражение в красной области спектра.

Индекс SWVI (Shot Wave Vegetation Index) - коротковолновый вегетационный индекс, чувствителен к содержанию влаги в поверхностном слое, в т.ч. в листьях, рассчитывается по формуле:

$$SWVI = \frac{R_{nir} - R_{sswir}}{R_{nir} + R_{sswir}},$$

где R_{nir} – значение отражения в ближнем инфракрасном диапазоне, R_{sswir} – значение отражения в среднем инфракрасном диапазоне.

Для изучения изменения состояния природно-антропогенных комплексов применялись разностные вегетационные индексы:

$$Dndvi = NDVI_{pre} - NDVI_{post};$$

$$Dswvi = SWVI_{pre} - SWVI_{post},$$

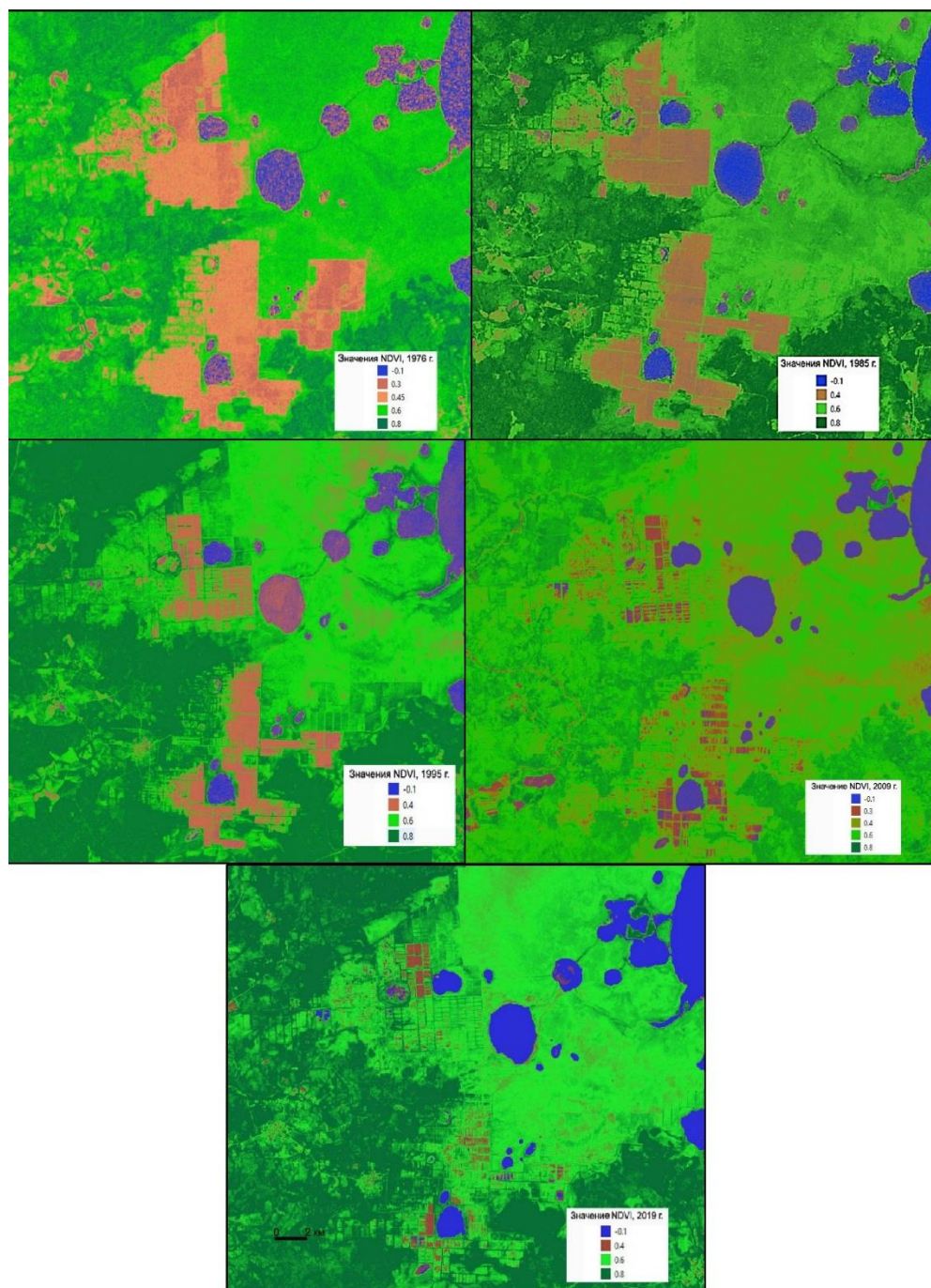
где $NDVI_{pre}$ и $SWVI_{pre}$ – значения вегетационных индексов в предыдущий период, $NDVI_{post}$ и $SWVI_{post}$ – значения в последующий период.

При интерпретации полученных результатов мы исходили из того, что небольшие (в пределах $\pm 0,1$) различия связаны с погодными условиями, этапом вегетации растительных сообществ, поэтому такие различия игнорировались.

Полевые исследования и анализ космоснимков показали, что основными процессами, изменяющими состояние природно-антропогенных комплексов, являются: зарастание травянистой и древесно-кустарниковой растительностью, обводнение и зарастание переувлажненных участков влаголюбивой растительностью, образование сплавин.

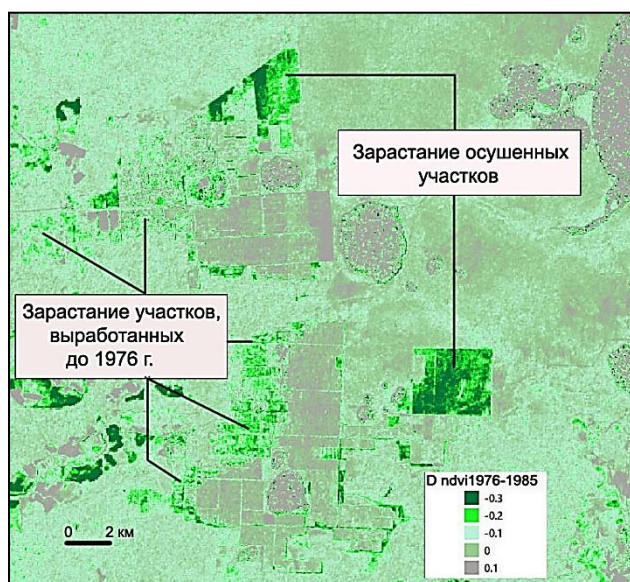
Наиболее общее представление о зарастании, выражающемся в увеличении фотосинтезирующей биомассы, дает вегетационный индекс NDVI. Открытая поверхность торфяной залежи имеет значение NDVI - 0,2-0,45. Повышение значения этого индекса более 0,4-0,45 означает зарастание. С 1976 г. до настоящего времени зарастание привело к покрытию растительностью значительной площади отработанных фрезерных полей, а площадь, не покрытая растительностью, существенно сократилась (рис. 1).

В условиях относительно хорошего дренажа, существовавшего в первые годы после завершения торфоразработок, на участках, выбывших из оборота, развились травянистые с ивняками и лесные сообщества (в основном – березняки травяные). Сомкнутость растительного покрова повышалась по мере увеличения времени, прошедшего после завершения добычи. Быстрее зарастали участки, прилегающие к суходолам, медленнее – удаленные, примыкающие к ненарушенным частям болота. Вероятной причиной являлось наличие семенного материала.



Р и с. 1. Вегетационный индекс NDVI в 1976, 1985, 1995, 2009, 2019 гг.

В первую очередь зарастали участки, на которых к 1976 г. добыча торфа прекратилась – карьеры гидроторфа на северо-западном участке и фрезерные поля – на юго-западном. Интенсивно зарастали осушенные, подготовленные к добыче участки, на которых добыча так и не началась, а также полосы вдоль дорог и крупных осушительных каналов (рис. 2).



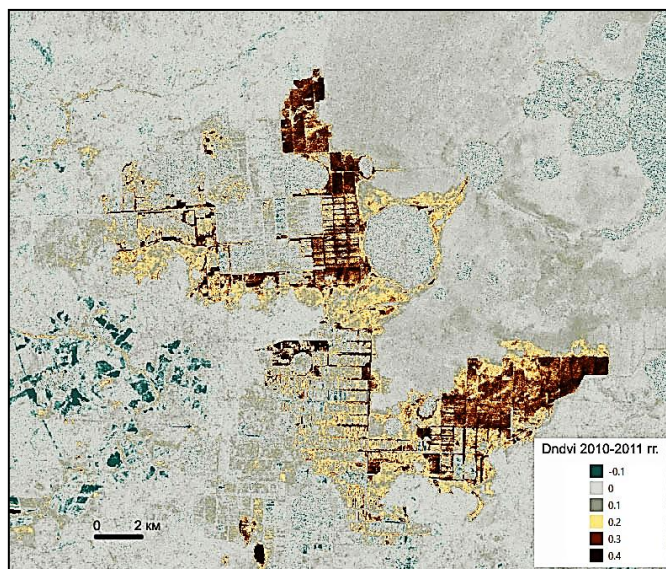
Р и с. 2. Разностный индекс Dndvi 1976 – 1985 гг.
(показывает увеличение биомассы)

В 1985-1995 гг. эта тенденция сохранилась. С середины 1990-х гг. добыча торфа сократилась, поэтому резко увеличились площади заброшенных, не используемых фрезерных полей, на которых шло активное развитие древесной растительности (березняков). Формированию крупных лесных массивов препятствовали пожары.

Анализируя космоснимки, мы выявили пожары в 1999, 2002, 2010 гг. Влияние пожаров на процесс зарастания рассмотрим на примере пожаров 2010 г. Разностные вегетационные индексы NDVI и SWVI, рассчитанные на период 2010-2011 гг. показали, что пожары распространялись, прежде всего, на осушенных, не разрабатывавшихся или не полностью выработанных участках торфяных полей, осушенных окраинах болота, а также вдоль дорог и каналов. Переувлажненные к этому времени участки, выработанные ранее других, не горели (рис. 3).

Особенно сильным было падение индекса NDVI после пожаров на осушенных площадях, где уже успели к этому времени вырасти березовые леса 25-30-летнего возраста, однако на большей части территории пожары уничтожили мелкие березняки, выросшие после пожаров 1999 и 2002 гг. В послепожарный период с 2011 до 2019 гг. на

выгоревших участках происходил прирост биомассы, к 2019 г. восстановился березовый подрост 8-9 летнего возраста. На участках, не затронутых пожарами, продолжалось развитие древостоя, и индекс NDVI увеличился с 0,5-0,6 в 2009 г. до 0,7-0,8 в 2019 г. Площадь таких участков невелика.



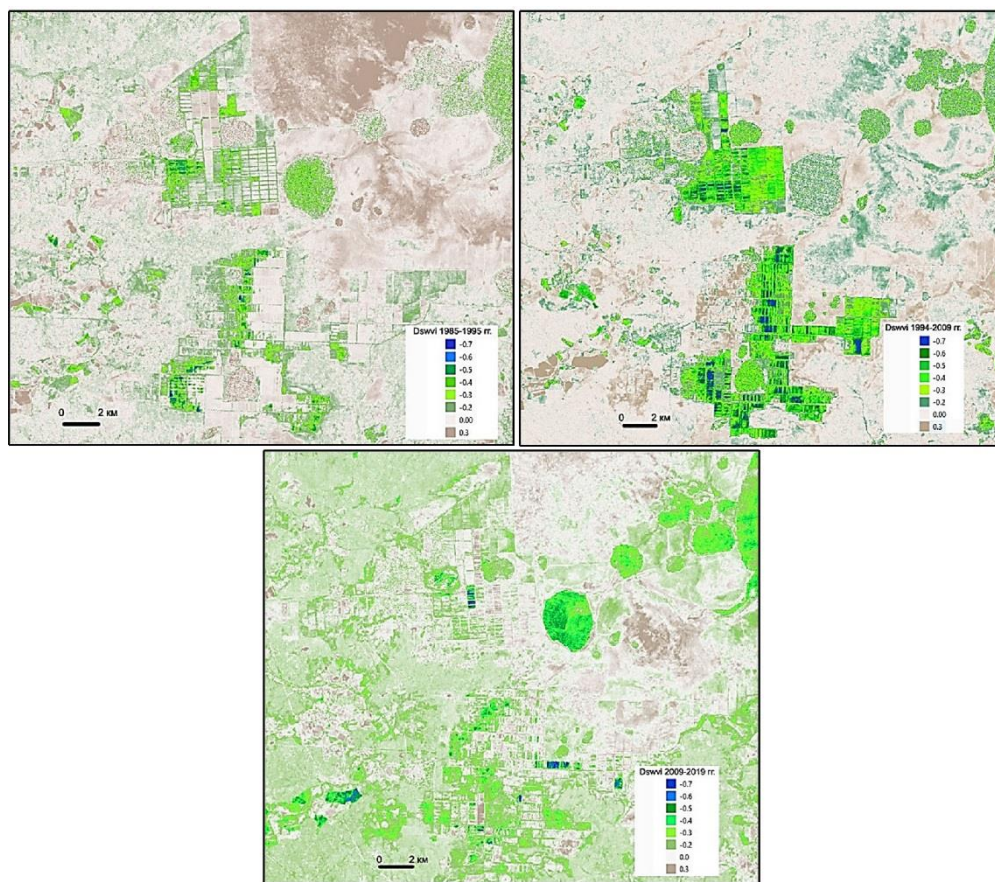
Р и с. 3. Разностный индекс Dndvi 2010-2011 гг.
(выгоревшие участки)

Периодические пожары препятствовали формированию крупных развитых лесных массивов, которые могли бы изменить водный баланс территории за счет повышенной эвапотранспирации. В результате пожары стали косвенным фактором, способствовавшим повышению увлажненности территории.

Второй процесс, наблюдающийся на выработанных фрезерных полях, — их обводнение, заключается в повышении увлажненности верхних торфяных горизонтов, выходе грунтовых вод на поверхность, образовании мелких водоемов. Обводнение сопровождается зарастанием влаголюбивой растительностью.

Для оценки обводнения были использованы разностные индексы Dswvi для промежутков времени 1985-1995 гг., 1994-2009 гг. и 2009-2019 гг. Интерпретация разностного индекса Dswvi была основана на сравнении изменения индексов SWVI и NDVI. Если оба индекса показывали рост, это означало увеличение биомассы и связанной с ней влаги, содержащейся в листьях. Когда индекс SWVI увеличивался, а NDVI снижался, т.е. происходило увеличение содержания влаги в поверхностном слое без увеличения биомассы — отмечалось

подтопление. Гарантированно, подтопление определялось при изменении индекса Dswvi на 0,6-0,7 (подтопленные участки показаны синим цветом на рис. 4).



Р и с. 4. Разностный индекс Dswvi 1985-1995 гг., 1994-2009 гг., 2009-2019 гг.

С 1985 по 1995 гг. повышение содержания влаги произошло по краю старых фрезерных полей на западе и к югу от оз. Оршинского. С 1994 по 2009 гг. процесс охватил большую часть выбывших из использования фрезерных полей. В последние 10 лет с 2009 по 2019 гг. площадь обводненных участков увеличилась незначительно, в т.ч. за счет искусственного обводнения путем подпруживания осушительных каналов. Оценка изменения состояния природно-антропогенных комплексов, полученная с помощью вегетационных индексов, подтверждается данными полевых наблюдений – их зарастания, подтопления и затопления, образования сплавин.

С 1994 г. на подтопленных и затопленных участках развиваются тростниковые, осоково-пушицевые сообщества, по краям затопленных полей – тростниковые, камышовые, рогозовые, осоковые и др. Особенно интенсивно этот процесс идет в период 2009-2019 гг. Ранее обводненные участки активно зарастают, на значительных площадях идет формирование осоково-пушицево-сфагновых сплавин.

Выводы. С помощью вегетационных индексов NDVI и SWVI установлено, что наиболее активно процессы зарастания и обводнения на выработанных участках фрезерных полей протекали первые 10-15 лет после окончания торфоразработок. В течение первых лет происходило формирование растительного покрова на относительно хорошо дренируемых участках, развивались травянистые с ивняками и лесные сообщества (в основном – березняки травяные). Сомкнутость растительного покрова постепенно увеличивалась. Быстрее зарастали участки, прилегающие к суходолам, медленнее – удаленные, примыкающие к ненарушенным частям болота. Вероятной причиной являлось наличие семенного материала. Зарастание прерывалось пожарами 1999, 2002, 2010 гг. Пожары захватывали наиболее сухие участки осушенных и не полностью выработанных фрезерных полей, при этом обводненные участки оставались не затронутыми. Послепожарные сукцессии приводили к восстановлению сгоревших растительных сообществ – в течение 8-10 лет восстанавливались березовый подрост и травянистые сообщества. Пожары препятствовали развитию крупных лесных массивов, тем самым создавая предпосылки для усиления увлажнения.

Обводнение выработанных фрезерных полей протекало параллельно с зарастанием. Особенно широко процесс развивался в период 1994-2009 гг. после резкого сокращения добычи торфа. В это время значительно увеличились площади затопленных и переувлажненных выработанных фрезерных полей. В дальнейшем, особенно в период 2009-2019 гг., происходило их зарастание – формировались тростниковые, осоковые, пушицевые сообщества, на поверхности разжиженного торфа образовывались пушицево-сфагновые сплавины.

В результате зарастания и обводнения на большей части нарушенного болота сформировались на дренированных участках вейниковые луга с ивняками и березняки травяные, на слабо дренированных – тростниковые сообщества с фрагментами мелких березняков. Значительную площадь заняли затопленные с открытой водой или заросшие тростниковыми, камышовыми, осоковыми сообществами и осоково- и пушицево-сфагновыми сплавины участки.

Список литературы

1. Абрамова Л.И. Формирование растительности на выработанных торфяниках (фрезерных полях) // Вестн. МГУ. Сер. Биология, почвоведение. 1968. Вып. 6. С. 75-82.
2. Муравьева Л.В. Освоение, антропогенные изменения и современное состояние болотных геосистем Тверской области. Автореф. дисс....канд. геогр. наук. М.: МПГУ, 2011.
3. Муравьева Л.В. Изменение экологического состояния болотных геосистем при добыче торфа // Вестник Тверского гос. ун-та. Сер. География и геоэкология. 2012. № 1. С. 84-89.
4. Панов В.В. Болотообразовательный процесс и торфяные ресурсы. Восстановление торфяных болот. Томск, 2007.
5. Панов В.В., Веселов Н.В. Принципы классификации выработанных торфяников // Изв. АН. Сер. География. 2002. № 6. С. 86–95. 111.
6. Резников А.И., Исаченко Г.А., Степочкина О.Е., Сколзубова М.В. Динамика ландшафтов после добычи торфа фрезерным способом // Изв. РГО. Т. 136. Вып. 3. 2004. С. 49–62.

STUDY OF THE MULTI-YEAR DYNAMICS OF NATURAL-ANTHROPOGENIC COMPLEXES OF DISTURBED BOGS BY USING LANDSAT PICTURES

L.V. Muraveva

Tver State University, Tver

Using the vegetation indices NDVI and SWVI, it was established that the most active processes of overgrowing and flooding in the developed sections of the milling fields occur the first 10-15 years after the end of peat mining. Large forests do not develop due to periodic fires. Small reed and reed communities with plots of small birch forests prevail. In the flooded areas, reed and sedge communities and sedge-pushets-sphagnum quagmire develop.

Keywords *vegetation indices, overgrowing, flooding, Landsat..*

Об авторе:

МУРАВЬЕВА Любовь Валерьевна – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и экологии ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170021 Тверь, ул. Прошина, д. 3, корп. 2; e-mail: lmuraviova@mail.ru.

УДК 628/1(470.331)

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-1-2020-7-61-68>

К ИСТОРИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ «ВОДНОГО ОБЪЕКТА ЛАЗУРЬ»

А.А. Цыганов

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

«Водный объект «Лазурь» (недостроенный канал) на территории парка «Победы» в г. Твери протягивается от р. Тьмаки до устья руч. Перемерки, впадающего в р. Волгу, в районе затона Тверского речного порта. Проект не был реализован в связи с Отечественной войной 1812 г. Уже позднее в начале XX в., почти в самом устье образовавшегося объекта была проложена Волжская ветка Николаевской железной дороги. Так возникла система прудов – «водный объект «Лазурь».

Ключевые слова: гидрология, водный объект, историческая география, состояние бассейна, загрязнение поверхностных вод..

Река Лазурь – правый приток р. Волги, впадающий в неё в районе затона (гавани Тверского речного порта), имела исток в заболоченной низине (притеррасном понижении) современной первой надпойменной террасы р. Волги на высоте 127,4 м абсолютной отметки (БС), в месте пересечения ул. Орджоникидзе и набережной р. Лазурь. Длина реки была 10,4 км, ширина русла в устье 10–15 м. В начале XX в. в среднем и нижнем течении была двухсторонняя пойма шириной до 20–25 м [9–11].

В настоящее время верховья р. Лазурь до впадения в неё Хлебниковского ручья изменены антропогенной деятельностью [10]. Большая часть долины засыпана, проложены коммуникации, дороги, значительную территорию занимают гаражный кооператив, золоотвалы. Поперёк долины проложена железнодорожная ветка на ТЭЦ-4, на тальвеге долины созданы две бензозаправочные станции.

На протяжении 3 км верховье бывшей речной долины представляет собой сменяющие друг друга участки, занятые кустарниками, низинными болотами, заболоченными лугами, частными огородами. В бывшем русле р. Лаури поверхностного стока не наблюдается, везде кучи мусора, особенно много строительных отходов.

Историческая справка. Обиходное выражение «речка Лазурь» относится к системе водоёмов (прудов), возникших в ложбине, имеющим сток в р. Тьмаку в районе современного торгового центра «Олимп» в г. Твери [10]. Первое письменное упоминание о «речке Лазурь» относится к писцовой книге 1685 г., где река «словёт болото», т. е. ложбина представляла собой заболоченную низину притеррасного понижения [4]. Видимо это место было заболоченным и раньше, и называлась «речка

Лазурь». На плане Твери первой четверти XVIII в. водоток, проходящий по ложбине, расположенной по юго-восточной границе посада центральной части Твери между Большой Московской улицей и Козьмодемьянской церковью, пересекая посад в устье и впадающий в Тьмаку с правой стороны, в месте крутого поворота с востока на запад, по направлению к кремлю, не поименован.

По мнению ряда историков, пруды возникли на месте строительства канала от Тьмаки до Волги в устье руч. Перемерки [2]. В тексте дневника М.Я. и У.Я. Блиновых [1] приводятся сведения: «1812-го начали канаву от Тьмаки по Лазури копать июня 1-го дня...Копали поляки и российские, всего на работе не менее 600 человек». Канал между Тьмакой и Волгой, по замыслу Георга Ольденбургского, должен был обезопасить город от наводнений и служить местом для содержания барок в зимнее время. Проект не был реализован в связи с Отечественной войной 1812 г. По мнению Е.Г. Милюгиной и М.В. Строганова [5] «Река Лазурь – правый приток Тьмаки, исток исторически находился на высоте 130 м в болоте (сейчас здесь проходит дорога от Московского шоссе до очистных сооружений), устье – на излучине Тьмаки. В настоящее время река превращена в цепь прудов». Это мнение неверно, так как в этом случае Лазурь текла бы против течения Волги на северо-запад и должна впадать в Тьмаку. Но Лазурь правый приток Волги. Это подтверждает И.А. Дмитриев [7]: «Не доезжая верст 3 до Твери, заметьте признаки богатого моста, через разливистую речку, построенного на трёх сводах из дикого камня». Путешественник следует из Москвы в Петербург и пересекает речку Лазурь. В этом же месте Е.Г. Милюгина и М.В. Строганов [1] [8]: «Очевидно, мост через р. Лазурь на Московском шоссе, существует ныне в перестроенном виде. Лазурь – это протока, которая соединяла Тьмаку с Волгой (по нашему мнению, недостроенный канал) через бывший руч. Большие Перемерки, считающийся сейчас частью Лазури».

При строительстве Волжской ж/д ветки вблизи начала Скорбященской ул. (ул. Андрея Дементьева) через Лазурь вместо моста была устроена дамба, но под ней не была проложена труба. В результате «водный объект Лазурь» разделился на две части: Старая (Малая) Лазурь от Тьмаки до дамбы стала притоком Тьмаки. А река Лазурь продолжала течь на юг, следуя общему уклону долины р. Волги. Строительство Тверского проспекта перекрыло устье Малой Лазури от ул. Трёхсвятской до Тьмаки, сток нарушился, и Малая Лазурь превратилась в бессточный пруд. В Новой (Большой) части Лазури течение в Волгу существует, но русло заросло и замусорено. Водная поверхность р. Лазури видна только перед дамбой бывшего очистного сооружения у моста на Московском шоссе, затем водоток впадает в затон Речного порта.

Из низинного болота (на месте старичных озёр), находящегося в притеррасном понижении верхней поймы Волги сток был в обе стороны в Тьмаку и в Волгу. В первом случае речь идёт о русле недостроенного канала, внешне похожего на природный овраг, во втором, это собственно река Лазурь. Позволим себе процитировать Н.П. Боголюбова [2]: «Несколько далее вверх по Тьмаке, между этой рекой и шоссе, ведущим из города до Тверской станции Николаевской железной дороги, в урочище Лазурь, есть природный овраг того же имени. В летнее время он обсыхает совершенно, но весною затопляется водою». Тут же в книге помещена иллюстрация – «Овраг Лазурь в Твери» (гравюра, 1861г.). На гравюре овраг обращен в сторону Тьмаки, но р. Лазурь текла в обратном направлении и впадала в Волгу в современном затоне Тверского речного порта.

В «Материалах...» [4] на плане г. Тверь (1905г.) в масштабе в 1 дюйме 100 сажений видна железнодорожная насыпь (Волжская ветка), возведённая от Николаевской железной дороги к Коняевской мельнице (мелькомбинат), которая перегородила недостроенный канал Георга. Насыпь существует и поныне и отделяет 1-й пруд водной системы. На этом плане, созданном по материалам съёмки 1901–1902 гг., показан сток из водоёма с названием «пруд Лазурь» на юго-восток в бассейн р. Лазурь. Отметка уровня, образовавшегося водохранилища составляла 127,4 м БС, максимальная глубина водоёма составляла 3,5 м. Частично можно согласиться с мнением М.Ф. Савиной [6]: «...р. Лазурь до прокладки Московского шоссе текла в Волгу, после чего воды Лазури были повернуты в Тьмаку, а с постройкой искусственных дамб при проведении Николаевской железной дороги и подъездного пути к Коняевской мельнице прекратилась и связь Лазури с Тьмакой».

В действительности Московское шоссе прошло параллельно р. Лазурь вдоль её левого берега на расстоянии 200–300 м и пересекло реку в устье у гавани речного порта (затона). Река Лазурь брала своё начало из возникшего за плотиной полотна железной дороги водоёма длиной около 5 км и площадью акватории не менее 10 га, с максимальной глубиной 4,5 м, что позволило в этом случае осуществлять переброску стока из бассейна оврага в бассейн реки Лазурь. Это видно на топографической карте г. Твери 1924 г.

Питание «водного объекта Лазурь» формировалось в основном за счёт стока с водосборной площади ложбины. Возникшее водохранилище сбрасывало излишки воды по водосточной трубе через водораздел Тьмаки – Волги в бассейн р. Лазурь.

Строительство Тверского проспекта привело к ликвидации поверхностного стока из пруда 1. В последние годы водосливы в р. Тьмаку восстановлены, переполнение водоёма не наблюдается, его уровень значительно ниже остальной части «водного объекта Лазурь».

Общие сведения о «водном объекте Лазурь». Уровень воды по сезонам подвержен небольшим изменениям, его колебания не превышают 0,3–0,5 м. Повышение уровня наблюдается весной, оно вызвано таянием снега на водосборной территории. Заполнение водоёма, состоящего из прудов 2 и 3, приводит к возникновению течения из пруда 3 в пруд 4, что наблюдается последние десять лет круглый год.

Т а б л и ц а

Морфометрическая характеристика водоёмов «Лазурь»

Учас ток	Площадь		Уро- вень	Длина		Ширина		Глубина		Объём воды
	зер- кала	водо- сбора		бе- рега	водо- ёма	макс.	ср.	макс	ср.	
	га			м						
Бассейн стока «Водного объекта Лазурь» в р. Тьмаку										
Устье лога		4,0	124,2							
Пруд 1	0,32	8,2	125,2	800	260	26	12	1,5	1,0	3,2
Пруд 2	6,36	20,0	126,4	1320	620	144	102	-	1,0	63,6
Пруд 3	1,40	8,0	126,4	460	210	74	30	-	1,0	14,0
Пруд 4	1,0	9,9	126,4	1040	484	38	21	2,5	1,0	10,0
Всего 2-4	8,76	37,9	126,4	2820	1314	144	67	2,5	1,0	87,6
Пруд 5	0,15	12,0	126,8	320	146	16	10	-	1,0	1,5
Пруд 6	0,02		126,8	60	30	10	6	-	1,0	0,2
Пруд 7	0,04		127,1	144	46	38	9	-	1,0	0,4
Пруд 8	0,16		127,3	240	120	28	13	-	1,0	1,6
Всего 1-8	9,13	53,9		4384		144		2,5	1,0	91,3
Бассейн стока р. Лазурь в р. Волгу										
Пруд 9	4,24	21,2	127,1	2700	926	64	46		1,0	42,4
Итого	13,37	75,1								133,7

Продолжительность ледостава в среднем составляет 150 дн. и может меняться по годам от 100 до 180 дн. Переход температур воды через 0,2° весной происходит в среднем 18 марта, осенью – 20 октября. В летнее время мелководные водоёмы сильно прогреваются.

Акватория прудов обильно поросла высшей водной растительностью. Дно покрыто органогенными илами мощностью до 0,5–1,0 м, подстилаемыми флювиогляциальными песками. Система водоёмов занимает притеррасное понижение первой надпойменной террасы р. Волги.

Местоположение «водного объекта Лазурь» в центре г. Твери определяет гидрологические особенности по сравнению с мелководными водоёмами в окрестностях г. Твери (озёра Старковское, Квакшинское и

др.). Пруды водной системы позднее замерзают и раньше вскрываются, иногда всю зиму остаются полыньи. Значительная часть водосборной площади имеет твёрдое покрытие, поверхностный приток существенно перекрывает подземную составляющую водного баланса. Значительные участки водоохраной зоны захламлены и стали местом не-санкционированных свалок. Основным источником загрязнения «водного объекта Лазурь» являются талые, ливневые и помывочные сточные воды, поступающие с предприятий и селитебных территорий Московского района. Все поверхностные стоки сбрасываются без очистки.

Первый пруд «водного объекта Лазурь» протягивается на 260 м от ул. Трёхсвятской до насыпи в конце ул. Андрея Дементьева (плотина – Коняевская ветка) с максимальной шириной 26 м и площадью 0,32 га (табл.).

Второй пруд вытянут на 620 м – от дамбы до моста, соединяющего Волоколамский проспект и Смоленский переулок, максимальная ширина – 144 м, средняя – 102 м, площадь – 6,36 га. Третий пруд – от автомоста до пешеходного перехода в конце ул. Терещенко, длиной – 210 м, максимальной шириной – 74 м, средней – 30 м, площадью – 1,40 га. Четвёртый – от пешеходного моста простирается на 360 м почти до пересечения с улицей «15 лет Октября», максимальная ширина – 38 м, средняя – 21 м.

Пруды 5-й, 6-й, 7-й и 8-й вытягиваются от ул. «15 лет Октября» до ул. Орджоникидзе на 340 м, в период половодья с прудами 2, 3, 4 образуют единый водоём.

Общая площадь акватории «водного объекта Лазурь» 9,13 га. Водосборная площадь 53,9 га (без акваторий). Поверхностный сток из первого пруда посредством водосливных труб при переполнении, сбрасывается в р. Тьмаку (площадь водосбора 8,2 га), из остальных водоёмов (2–8) расход воды производится через трубу насыпи полотна дороги по ул. Орджоникидзе в пруд 9. Из пруда 9 площадью 4,24 га, протянувшегося от насыпи ул. Орджоникидзе до насыпи у автозаправки (Московское шоссе, 27) на 926 м, сток осуществляется в бассейн «водного объекта», через систему ливневой канализации непосредственно в р. Волгу. Отметка уровня воды в пруду 9 в межень 127,1 м свидетельствует о существовании уклона местности в бассейн р. Лазурь. Водораздел между «водным объектом Лазурь» (бассейн р. Тьмаки) и долиной р. Лазурь (бассейн р. Волги) с отметкой около 127,4 м находится в месте современной проезжей части ул. Орджоникидзе. Сток из пруда 9 осуществляется, через водосливную трубу в бассейн р. Лазурь и далее в Волгу.

Источники загрязнения «водного объекта Лазурь». «Водный объект Лазурь» и его водосборный бассейн целиком лежат на

урбанизированной территории в Московском районе г. Тверь. Застройка захватила не только пятидесятиметровую водоохранную зону (ВЗ) и прибрежную защитную полосу (ПЗП), но подходит к самому урезу водоёма. Она занимает береговую полосу (БП), которая должна быть не менее 5 м, что нарушает водное законодательство. На южном берегу 2-го пруда имеется небольшой участок, где в пределах водоохранной зоны находится парк «Победы». Большая часть БП и ПЗП «водного объекта Лазурь» одета в асфальт и бетон. Значительные участки защитных полос захламливаются и стали местом санкционированных и несанкционированных свалок. Участок побережья пруда 2 в районе университета ПВО полностью занят строительным мусором, северный берег 1-го пруда засыпан грунтом. Южный берег частично озеленён и представляет собой участок внутреннего двора жилых зданий.

Основным источником загрязнения «водного объекта Лазурь» являются талые, ливневые и помывочные сточные воды, поступающие с предприятий и селитебных территорий Московского района. Все поверхностные стоки сбрасываются без очистки.

Существующая система ливневой канализации (по левому берегу) охватывает участки: 1) от ул. Склизкова – по проспекту Чайковского – по ул. Ерофеева – по проезду Швейников – через парк «Победы» – выпуск у 2-го пруда; 2) от ул. Склизкова – по Волоколамскому проспекту – выпуск у 2-го пруда (автомост); 3) от проспекта Победы – по ул. Терещенко – выпуск у пешеходного моста (3-й пруд); 4) от площади Терешковой по ул. Орджоникидзе – выпуск на набережной Лазури у пруда 8. По правому берегу стоки идут от университета ПВО, зданий промышленного колледжа, троллейбусного парка, предприятия «Тверис», автозаправочного комплекса «Ратмир». Существующие выпуски расположены по ул. «15 лет Октября» и предприятия «Тверис». Поверхностные стоки в систему городской ливневой канализации или по собственным сетям в «водный объект Лазурь» также сбрасывают ПК «Металлист» (ул. 2-я Лукина, 7), ТПО «Художественных изделий и игрушек» (ул. 2-я Лукина, 9), Энергоремонт (ул. 15 лет Октября, 7), швейная фабрика (проспект Победы, 14^а), ПОГАТ-1, база № 1 (проспект Победы, 7), ПТК «КАМаз» объединения «Тверьавтотранс», ЖБИ «Текстильспецпромстрой» (ул. Орджоникидзе, 21), АТП ПСО «Тверьгражданстрой», «Стеклоремонт» (набережная Лазури, 11), Тверской «Водоканал». Возможно, вместе с ливневыми стоками в коллектор попадают производственные и хозяйственно-бытовые сточные воды. Общее поступление сточных вод, попадающих в «водный объект Лазурь», оценивается нами в 702 тыс. м³/год, при существующем объёме водной массы в меженный период в 91,3 тыс. м³.

Проведённое исследование позволило установить, что система прудов под общим названием «водный объект Лазурь» возникла в

ложбине, на месте строительства канала в 1812 г. от р. Тьмаки через бассейн Лазурь к устью руч. Перемерки в районе затона Тверского речного порта. В начале XX в. строительство железнодорожного полотна Коняевской ветки привело к возникновению водохранилища с современными отметками уровня 125,3 м БС. В настоящее время в летнюю межень «водный объект» представляет собой систему из 9 прудов. «Водный объект Лазурь» вытянут в заболоченной ложбине с запада на восток от устья Тьмаки в районе торгового комплекса «Олимп» до ул. Орджоникидзе на 2,5 км.

Список литературы

1. Блинова М.Я., Блинова У.Я. Купеческие записки / Тверь в записках путешественников. Вып. 2: Записки XVIII-XIX веков / сост. Е.Г. Милютина, М.В. Строганов. – Тверь: ТО «Книжный клуб». 2013. С. 40–55.
2. Боголюбов Н.П. «Волга от Твери до Астрахани» / Общество «Самолёт». СПб.: тип. Гогенфельда и К, 1862, цитируется по «Тверь в записках путешественников». Вып. 3: Водные пути Верхней Волги. Вторая половина XIX – начало XX века / сост. Е.Г. Милютина, М.В. Строганов. Тверь: ТО «Книжный клуб». 2014. 415 с.
3. Волконская М.Н. Дневная записка для собственной памяти: дневник путешествия из Москвы в Петербург лета 1810 г. / подгот. текст. и коммент. Т. Никифоровой // Наше наследие. 2008. № 87-88. С. 43–44, цитируется по «Тверь в записках путешественников». Выпуск 2: Записки XVIII-XIX веков / сост. Е.Г. Милютина, М.В. Строганов. Тверь: ТО «Книжный клуб». 2013. С. 73–103.
4. Материалы для оценки недвижимых имуществ Тверской губернии. Вып. 4: Оценка городов. Тверь, 1905. 120 с.
5. Путеводитель от Москвы до Санкт-Петербурга / Тверь в записках путешественников. Вып. 2: Записки XVIII-XIX веков / сост. Е.Г. Милютина, М.В. Строганов. Тверь: ТО «Книжный клуб». 2013. 39 с.
6. Савина М.Ф. Геологическое строение территории г. Калинина и его ближайших окрестностей. Калинин: Учён. зап. КГПИ, 1938. Вып. 1/8. С. 12=18.
7. Дмитриев И.А. Путешествие из Москвы в Санкт-Петербург / Тверь в записках путешественников. Вып. 2: Записки XVIII-XIX веков / сост. Е.Г. Милютина, М.В. Строганов. Тверь: ТО «Книжный клуб». 2013. С. 147–167.
8. Тверь в записках путешественников. Вып. 2: Записки XVIII-XIX веков / сост. Е.Г. Милютина, М.В. Строганов. Тверь: ТО «Книжный клуб». 2013. С. 5–21.

9. Цыганов А.А., Кузнецова С.Н., Самков М.Н. История возникновения водоёма «Лазурь» / Отечественные путешественники: прошлое и настоящее. мат. II межд. научно-практ. конф. Орёл 24–25 ноября 2005 г. Орёл: ОГУ, 2005. С. 67–71.
10. Цыганов А.А. Географические очерки г. Твери. Монография. Тверь: ТвГУ, 2015. 82 с. <http://rid.tversu.ru>
11. Цыганов А.А. Очерки по физической географии Твери: Монография. 2-е изд. доп. и перераб. Тверь: ТвГУ, 2018. 233 с. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_35319352_47257058.pdf

TO THE HISTORY OF THE APPEARANCE OF THE «POT OF LAZUR»

A.A. Tsyganov

Tver State University, Tver

Water body «Lazur» (unfinished canal) in the territory of the Victory Park in Tver stretches from p. Dark to the mouth of the stream. Measure flowing into the river. Volga, in the area of the backwater of the Tver river port As the Blinovs noted, «on the 1812 th, we began to dig a ditch from T'maki along Lazuri on June 1... Poles dug Russian and, at least 600 people at work» The ca-nal between T'makoy and the Volga, according to the plan of Georg Oldenburgsky, was supposed to protect the city from floods and serve as a place for keeping baroque in winter. he project was not implemented in connection with the Patriotic War of 1812. Later, at the beginning of the 20th cen-tury, almost at the mouth of the formed “Water Object Lazur”, the Volga branch of the Nikolaev Railway to the Konya-Evch mill was laid. s a result, the first pond was formed with a level mark of 125.2 m a. o., which is significantly lower than the other eight ponds.

Keywords: *hydrology, artificial reservoir, historical geography, human activity, the state of the pool.*

Об авторе:

ЦЫГАНОВ Анатолий Александрович – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и экологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет». 170021 Тверь, ул. Прошина, д. 3, корп. 2. e-mail: Anatol_Tsyganov@mail.ru.

УДК 553.982.2

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-1-2020-69-78>

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕФТЕНАСЫЩЕННОСТИ НЕФТЯНОГО ПЛАСТА И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ IRAP RMS

Е.А. Тихомирова

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», г. Санкт-Петербург

Одним из важнейших свойств залежи является нефтенасыщенность. При моделировании распределение нефтенасыщенности является одним из основных параметров для подсчета запасов и дальнейшего гидродинамического моделирования. В статье рассмотрены варианты построения куба нефтенасыщенности с учетом априорной информации в виде данных результатов интерпретации геофизических исследований скважины, капилляриметрических испытаний и 3Д-трендов, а также алгоритмы реализации описанных методов в программной среде IRAP RMS. Построены геологические модели по описанным методам.

Ключевые слова: геологическое моделирование, нефтенасыщенность, IRAP RMS.

Существующие способы моделирования распределения нефтенасыщенности залежи включают детерминистические и стохастические методы, моделирование с помощью J-функции Леверетта. Выбор одного из алгоритмов обусловлен морфологией моделируемой залежи и набором входных данных, их объемом и качеством. Входными данными для моделирования служат результаты интерпретации геофизических исследований скважин (РИГИС) по насыщению, данные по керну, результаты капилляриметрии керна. Следует подчеркнуть, что для объективного моделирования начального насыщения коллектора необходимы данные, полученные исключительно до начала эксплуатации залежи, в ином случае модель не является корректной.

В работе были использованы в качестве входных данных РИГИС о насыщении по нефтяной залежи сводового типа, разбитой разломами. Исследуемый пласт относится к отложениям группы АВ алымской свиты меловой системы. Изучаемые отложения формировались в прибрежно-морских условиях, коллектора переслаиваются глинистыми пропластками и прерывисты по площади. Моделирование выполнено в программной среде IRAP RMS (Roxar) с помощью различных модулей программы для реализации детерминистического, стохастического и математического подходов.

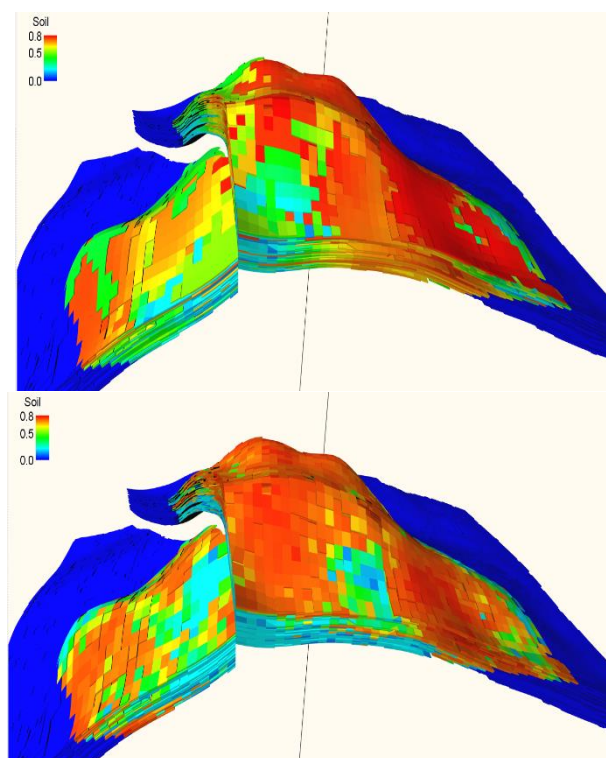
Детерминистические и стохастические методы. В геологическом моделировании выделяются два основных подхода:

детерминистический и стохастический (или геостатистический). Детерминированные модели основаны на интерполяции скважинных и сейсмических данных с применением математических зависимостей (трендов) для распределения литологических и фильтрационных свойств пласта в межскважинном пространстве. В этих моделях все неизвестные параметры математически определены через известные входные данные, результатом детерминированного моделирования является единственная модель.

Стохастическое моделирование основано на использовании вероятностно-статистических методов. При стохастическом моделировании известная информация рассматривается как детерминированная, а неизвестная – как вероятностная. Результат стохастического моделирования – множество моделей, соответствующих входным данным и статистическим параметрам, полученным для объекта моделирования по исходной информации [1, с.212].

В случае, когда рассматривается небольшая залежь, хорошо изученная бурением и обладающая простым геологическим строением (выдержанными толщинами и фильтрационно-емкостными свойствами по площади и разрезу), хорошие результаты может давать детерминистическая интерполяция скважинных данных. В программе IRAP RMS интерполяция непрерывных и дискретных скважинных данных осуществляется в панели Parameter Interpolation с помощью кригинга – «интеллектуальной» интерполяции со взвешиванием имеющихся значений по расстоянию от искомой точки. В настройках панели задают радиусы интерполяции по осям X, Y, Z, выбирают интерполяцию по горизонтали или по геологическим слоям.

Стохастические модели демонстрируют более реалистичное распределение свойств по пласту, результат стохастического моделирования представлен множеством равновероятностных моделей. В RMS стохастическое моделирование осуществляется модулем Petrophysical Modelling: трехмерная модель параметра основывается на трансформации его вероятностного распределения (приближении к нормальному), а также на том, что корреляция между значениями в точках зависит от расстояния между ними. В Petrophysical Modelling используются результаты анализа входных данных геостатистическими методами: вариограммы и корреляции, а также различные тренды. Модели, полученные методами интерполяции и стохастики представлены на рис. 1. Как видно из рисунка, стохастическая модель позволяет отразить мелкомасштабные неоднородности пласта по насыщению, тогда как при интерполяции создаются своеобразные «зоны» с одинаковыми значениями насыщения.



Р и с. 1. Распределение нефтенасыщенности по пласту, полученное интерполяцией (вверху) и стохастическим методом (внизу)

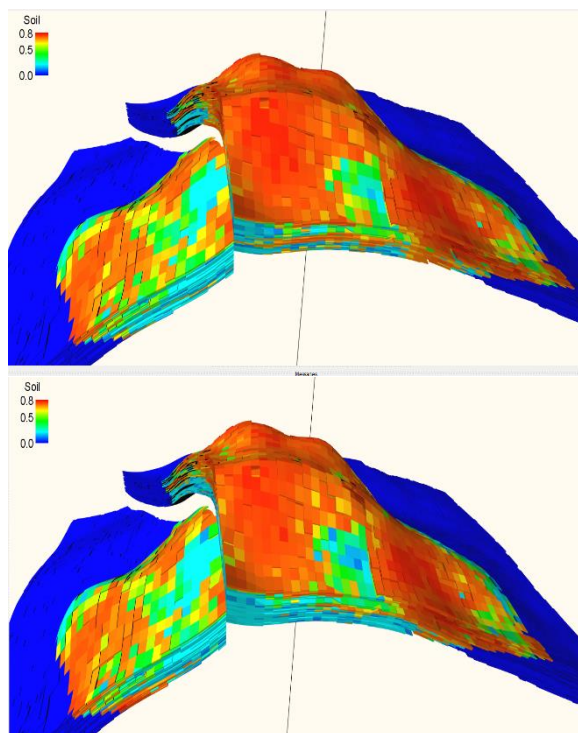
При построении стохастической модели большое значение имеет выбор тренда. В качестве вспомогательной информации при расчете куба насыщенности могут использоваться 1Д-, 2Д- и 3Д-тренды – функциональные зависимости, основанные на представлениях разработчика модели о распространении свойств по пласту или на статистической оценке данных.

Вертикальные (1Д) тренды – $P=f(z)$. Для расчета распределения по пласту фильтрационно-емкостных свойств, литологии, в качестве одномерного вертикального тренда применяется геолого-статистический разрез (ГСР).

В RMS для построения геолого-статистического разреза существует инструмент Vertical Proportion Curve. ГСР строится на основании осредненных скважинных данных Blocked Wells (осредненные скважинные данные, привязанные к сетке) и 3Д параметров, дискретных или непрерывных. На рис. 2 представлены стохастические модели распределения нефтенасыщенности, построенные с привлечением геолого-статистического разреза (построенного по осредненной скважинной кривой литологии и отражающего вероятность присутствия коллектора на данной глубине), и без него. Полученные модели достаточно схожи между собой, однако

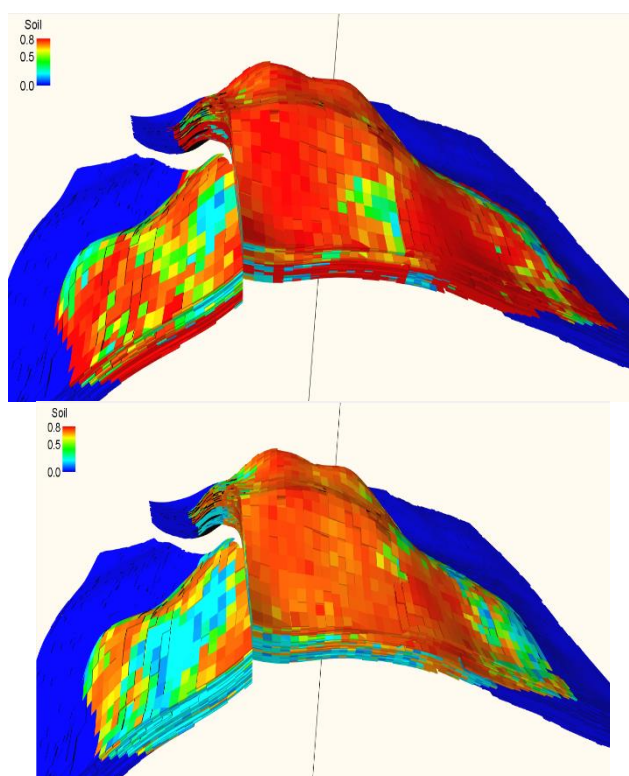
распределение с трендом имеет тенденцию на более высокие значения нефтенасыщенности.

Но использование только 1Д тренда ограничивается по ряду причин. Моделирование насыщенности с учетом вертикального тренда позволяет получать хорошие результаты только в случае, когда резервуар однородный и выдержанный.



Р и с. 2. Стохастическое распределение нефтенасыщенности с одномерным вертикальным трендом – ГСР (вверху) и без тренда (внизу)

Латеральные 2Д тренды – это карты геологических параметров в координатах $P=f(x,y)$. Интерполированная по РИГИС карта параметра – это важный источник информации о распределении свойства по пласту и инструмент для повышения объективности трехмерных вероятностных стохастических моделей. На практике в качестве латеральных трендов при построении куба насыщения используются карты нефтенасыщенности (или водонасыщенности). Также при необходимости трендом может служить карта песчанистости, которая контролирует распределение коллектора по латерали, поэтому ее использование вполне обоснованно. Результат добавления латеральных трендов приведен на рис. 3. По рисунку видно, что модель, построенная с привлечением карты водонасыщенности характеризуется значительно более высокими значениями насыщенности, чем вторая модель.



Р и с. 3. Стохастические модели, полученные на основе карт водонасыщенности (вверху) и песчаности (внизу)

Объемные (3Д) тренды более эффективны при решении задачи расчета куба нефтенасыщенности. Трендовый куб может быть получен путем оценки насыщенности от высоты залежи для различных диапазонов пористости и проницаемости на основании исходных скважинных данных.

Предварительно по данным ГИС выбираются диапазоны изменения ФЕС пласта (чем больше интервалов – тем более плавно будут изменяться значения нефтенасыщенности). Для получения достоверной модели необходимо, чтобы на каждый диапазон ФЕС приходилось достаточное количество определений нефтенасыщенности, иначе зависимость будет малоинформативной. Далее для каждого интервала определяется связь между насыщенностью и высотой над ВНК. Линии тренда могут быть выбраны из существующих функций или отредактированы вручную, последний способ вносит субъективность взгляда на характер распределения свойств. По полученным уравнениям или линиям связи параметров рассчитывается трендовый куб насыщенности [7, с.13].

Если набор скважинных данных о ФЕС недостаточно представлен для разбиения их на диапазоны, следует находить зависимость нефтенасыщенности от высоты над ВНК для всего объема данных по залежи в целом.

Вследствие высокой неоднородности геологической среды простой интерполяции параметра нефтенасыщенности по скважинным данным бывает не достаточно, необходимо привлекать всю имеющуюся информацию о пространственном изменении насыщенности. При наличии результатов капилляриметрических исследований керна – зависимости остаточной водонасыщенности от капиллярного давления для образцов гидрофильных пород - может применяться метод, основанный на использовании зависимости нефтенасыщенности от высоты над уровнем зеркала чистой воды ЗЧВ и коэффициента пористости с помощью J-функции Леверетта [2, 6]:

$$J = \frac{3,183 P_c \sqrt{\frac{K_{пр}}{K_p}}}{\gamma \cos \theta}, \quad (1)$$

где J – функция Леверетта; P_c – капиллярное давление, 10^5 Па; $K_{пр}$ – коэффициент проницаемости, 10^{-3} мкм²; K_p – коэффициент пористости, д. ед.; γ – поверхностное натяжение углеводороды/пластовая вода, кг·м²/с²; θ – угол смачиваемости, град. Капиллярное давление является функцией радиуса поровых каналов:

$$P_c = 2\gamma \cdot \frac{\cos \theta}{rt}, \quad (2)$$

где rt – радиус порового канала, м; θ – угол смачиваемости, град. Из уравнения следует, что капиллярное давление возрастает при уменьшении диаметра поровых каналов, увеличении поверхностного натяжения и уменьшении угла смачиваемости. С другой стороны, капиллярное давление зависит от высоты над ЗЧВ, и эта зависимость имеет вид (согласно классической теории капиллярно-гравитационного равновесия [2, 5]):

$$P_c = (\rho_v - \rho_n) \cdot 0,098 \cdot \Delta h, \quad (3)$$

где ρ_v, ρ_n – плотности воды и нефти, кг/м³, Δh – высота над уровнем ЗЧВ, м.

Методику использования зависимости изменения водонасыщенности от высоты над ЗЧВ и $K_{пр}$ в алгоритмах построения 3D ГМ с помощью функции Леверетта предложила А.Ф. Гималтдинова [3, 4]. Предложенная методика построения куба насыщения состоит из двух этапов. В первую очередь отстраивается геометрия переходной водонефтяной зоны, затем строится сам куб нефтенасыщенности с учетом водонефтяной зоны методом интерполяции с привлечением вспомогательной информации в виде одномерного вертикального тренда J-функции Леверетта [2, с.53].

Алгоритм построения модели насыщения с учетом геометрии переходной зоны имеет такой вид. По экспериментальным данным капилляриметрических исследований строится регрессионная зависимость $J = f(k_v)$, подбирается аппроксимирующий тренд вида $J = AK_v^x$; находится значение J-функции на проектном уровне ВНК. Из выражения для J-функции (1) вычисляется P_c , по формуле (3) находится высота ВНК над уровнем ЗЧВ. Отстраивается куб параметра P_c по значениям высоты над ЗЧВ для всей системы «нефть+вода». По полученным значениям P_c и кубам фильтрационно-емкостных свойств рассчитывается куб J-функции. По зависимости $J=f(k_v)$ строится куб водонасыщенности, а затем нефтенасыщенности ($k_n=1-k_v$) [3, с.24].

Согласно исследованиям [2,3], сравнение значений k_n и материалов геофизических исследований скважин показало, что данный метод позволяет получить адекватное представление о насыщении пласта. Оба набора значений отражают тренд роста нефтенасыщенности по направлению к зоне предельного насыщения (зона наибольших значений k_n). В пределах этой зоны вверх по пласту уменьшается водонасыщенность, а нефть заполняет поры все меньшего размера [5, с.32].

В программной среде IRAP RMS алгоритм построения распределения насыщенности реализован в панели Water Saturation Modelling контейнера Grid. Представлено два варианта J-функции: соответствующая формуле (1) и упрощенная:

$$J = H \sqrt{\frac{Perm}{Poro}}, \quad (4)$$

где H – высота над ЗЧВ, $Perm$ – коэффициент проницаемости, $Poro$ – коэффициент пористости. В случае использования для моделирования водонасыщенности J-функции вида (1) входными переменными являются поверхность ЗЧВ, плотности воды и углеводородов, ускорение свободного падения, межфазное натяжение, краевой угол смачивания, кубы проницаемости и пористости. Водонасыщенность в обоих случаях определяется по формуле:

$$S_w = S_{wirr} + (S_{wmax} - S_{wirr})S_{wn}, \quad (5)$$

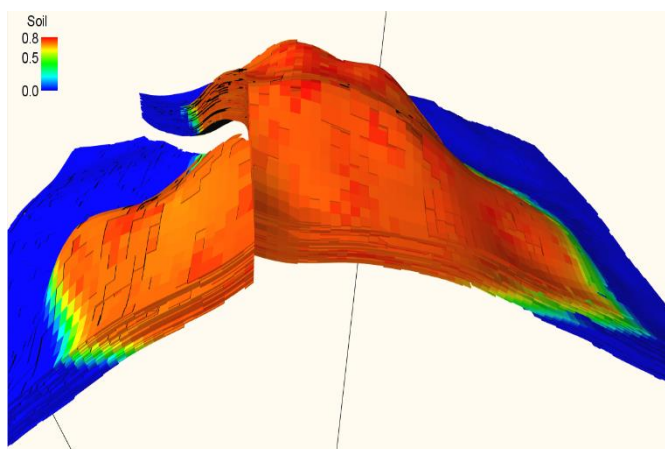
где S_{wirr} – связанная водонасыщенность, S_{wmax} – максимальное значение водонасыщенности, S_{wn} – нормализованная водонасыщенность:

$$S_{wn} = \left(\frac{J}{a}\right)^{\frac{1}{b}}, \quad (6)$$

где a, b – петрофизические коэффициенты.

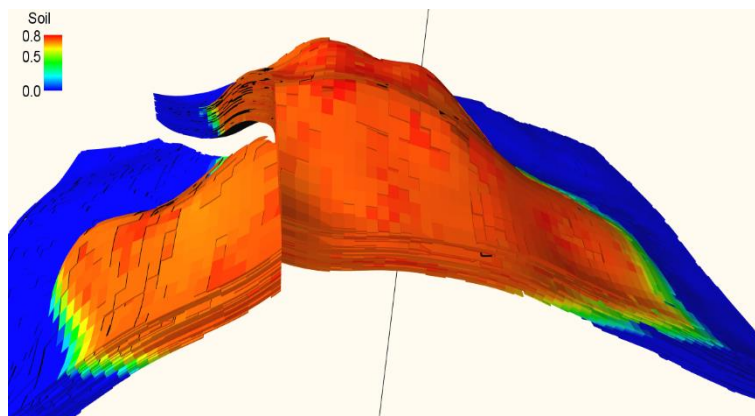
В случае использования упрощенной функции Леверетта, необходимые переменные параметры включают проницаемость, пористость и петрофизические константы a и b . Результатом вычислений является трехмерный параметр водонасыщенности,

необходимый куб нефтенасыщенности может быть получен путем вычитания S_w из единицы с использованием панели Parameter Calculator (рис. 4).



Р и с. 4. Куб насыщенности, полученный с помощью упрощенной функции Леверетта с фильтром по коллектору

В панели Water Saturation Modelling есть возможность использования для диапазонов данных различных трендов, которые, в свою очередь, могут быть получены на кросс-плоте (Scatterplot) с фильтром по значениям. Для задания пользовательского тренда в Water Saturation Modelling существует функция Look-up function, входными переменными для которой служат поверхность зеркала чистой воды, куб связанной водонасыщенности (созданный по трендовой зависимости водонасыщенности от пористости в зоне предельного насыщения с исключенной фильтром по высоте залежи переходной зоной), максимальное значение водонасыщенности, петрофизическая константа a (предоставляется петрофизиком или принимается за единицу) и функциональная зависимость, полученная пользователем и сохраненная в контейнере Trends. На рис. 5 представлен куб нефтенасыщенности, построенный по вышеописанному алгоритму с использованием пользовательского тренда, снятого с зависимости нормализованной водонасыщенности от высоты залежи. Анализ рис. 4 и 5 показывает, что в случае с привлечением функции Леверетта и трендовых функций корректно отстраивается переходная зона, однако чисто нефтяная зона имеет равномерное насыщение, близкое по значению к максимальному на всем протяжении залежи, то есть данные модели слабо отражают неоднородности насыщения по латерали.



Р и с. 5. Распределение нефтенасыщенности залежи, полученное с помощью Look-up function

Таким образом, в ходе настоящей работы проанализированы варианты построения куба нефтенасыщенности залежи с учетом априорной информации в виде данных РИГИС, 1Д-, 2Д- и 3Д-трендов и результатов капилляриметрических исследований. Согласно вышеописанным методам построены геологические модели распределения нефтенасыщенности по пласту. Сравнение интерполяционной и стохастической моделей показало, что в результате интерполяции получается достаточно грубое распределение насыщенности по пласту по «зонам» с определенными значениями, тогда как стохастическая модель позволяет оценить мелкомасштабные неоднородности. В то же время, при моделировании не крупной залежи с выдержанными толщинами пластов и коллекторскими свойствами по латерали и разрезу уместно использование детерминистической интерполяции имеющихся скважинных данных. В этом случае хорошие результаты могут давать одномерные и двумерные тренды – геологостатистические разрезы и карты параметров. Моделирование с помощью математических инструментов (трехмерных трендов и функции Леверетта) показало хороший результат для отображения переходной водонефтяной зоны, учет которой необходим при ее существенной протяженности. Однако применение J-функции Леверетта возможно только для гидрофильных терригенных коллекторов. Другие же функциональные зависимости между имеющимися параметрами при наличии устойчивой и представительной связи служат дополнительным источником информации о распределении свойств в условиях недостатка исходных данных.

Список литературы

1. Ампилов Ю.П. От сейсмической интерпретации к моделированию и оценке месторождений нефти и газа. М.: Спектр, 2008. С. 212.

2. Антипин Я.О., Белкина В.А., Моделирование нефтенасыщенности залежей в полимиктовых коллекторах с использованием J-функции Леверетта // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2016. № 1. С. 51–57.
3. Антипин Я.О., В.А. Белкина. Моделирование нефтенасыщенности залежей с учетом переходной водонефтяной зоны на примере месторождения «А» // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2016. № 5. С. 22–29.
4. Гималтдинова А.Ф. Комплексные геофизические исследования разноуровневых водонефтяных контактов малоамплитудных залежей Западной Сибири: автореф. на соиск. ученой степ. канд. геол.-мин. наук (25.00.10). М.: МГУ, 2012.
5. Гиматудинов Ш.К. Физика нефтяного и газового пласта. М.: Недра, 1971. С. 29 – 32.
6. Михайлов А.Н. Основные представления о переходных зонах и водяных контактах в неоднородных пластах // Георесурсы. Геоэнергетика. Геополитика. 2012. №1 (5). С. 150–160.
7. Щергин В.Г. Совершенствование методики геологического моделирования на месторождениях Западной Сибири // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2009. №1. С. 10-15.

METHODS OF OIL SATURATION MODELING AND THEIR APPLICATION IN IRAP RMS

E.A. Tikhomirova

Saint-Petersburg mining university, Saint-Petersburg

Proper distribution of oil content is one of the main parameters for reserves assessment and further flow simulation. The paper reveals the variety of approaches to oil saturation cube building based on well log interpretation data, capillarimetry and 3D-trends and also the algorithms of the realization of these methods in reservoir modeling software IRAP RMS. Geological models are built using the described approaches.

Keywords *reservoir modeling, oil saturation, IRAP RMS.*

Об авторе:

ТИХОМИРОВА Елизавета Алексеевна – студентка бакалавриата нефтегазового факультета Санкт-Петербургского горного университета. Направление: нефтегазовое дело. Кафедра разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. (199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д.2). telizabet74@gmail.com.

Картография, ГИС

УДК 338.48

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-1-2020-79-87>

РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННОГО МАКЕТА МУНИЦИПАЛЬНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

О.Е. Лазарев, П.Н. Головин, О.С. Лазарева

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь

В статье рассмотрен процесс создания унифицированного макета муниципальной геоинформационной системы в целях повышения рациональности использования земельных ресурсов, а также возможности её применения в сфере управления земельными ресурсами региона. Посредством использования функционала муниципальной геоинформационной системы, а также визуализации земельной информации, осуществления оценки распределения и разграничения земельных участков, становится возможным повышение качества контроля и надзора за состоянием и использованием земель.

Ключевые слова: макет, геоинформационная система, пространственный анализ, визуализация, управление, региональные земельные ресурсы.

В настоящее время качество представления какой-либо статистической, экологической, экономической или иной земельной информации, которая имеет геопространственную привязку, находится на таком уровне, при котором невозможно выполнить объективную комплексную оценку состояния и использования земель. Данная проблема наблюдается и в сфере управления земельными ресурсами не только на региональном уровне, но и в целом по России. В основном это проявляется из-за низкого уровня развития информационного обеспечения системы управления земель, в целом по стране, и в отдельных регионах, муниципалитетах в частности. Учитывая это, основной задачей муниципалитета, как представителя «первичного» источника земельной информации, органа государственной исполнительной власти, должно являться повышение качества сбора, хранения, обработки и представления информации о земельных ресурсах на территории муниципального образования. При решении данной проблемы наиболее эффективным является использование геоинформационного подхода [5]. Данный подход направлен на создание геоинформационной системы (ГИС), которая позволит определять

состав, площадь угодий и анализировать динамику развития использования земельных ресурсов региона на перспективу.

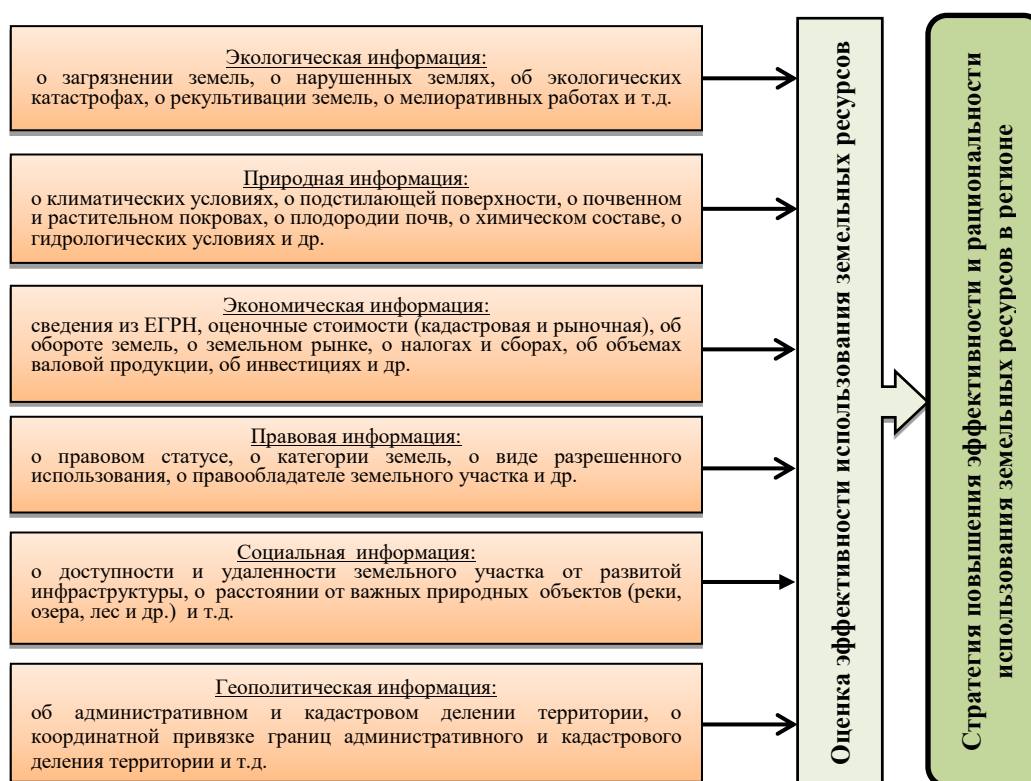
В связи со значительными возможностями, сфера применения ГИС постоянно расширяется. Области использования ГИС практически безграничны. Современные ГИС отвечают возрастающим требованиям общества. Они способствуют решению управленческих, экологических, социальных, экономических и прочих задач на различных уровнях управления [1]. Поэтому создание геоинформационной системы для управления земельными ресурсами не только позволит решать локальные задачи по определению их рационального и эффективного использования, но и будет способствовать открытию новых закономерностей, характеризующих использование земли в связи с изменяющимися запросами общества, наличием других ресурсов, ростом численности населения, достижениями научно-технического прогресса [2].

В настоящее время в России не существует специализированных ГИС в сфере управления и использования земельных ресурсов, которые бы в полной мере функционировали и удовлетворяли потребности субъектов земельных отношений. Однако, европейские аналоги существуют, хотя в основном в сфере кадастра и учета земель. На этом базируется разработка документов пространственного планирования регионов [3]. Одним из путей решения данной проблемы будет являться создание унифицированного макета муниципальной геоинформационной системы (МГИС).

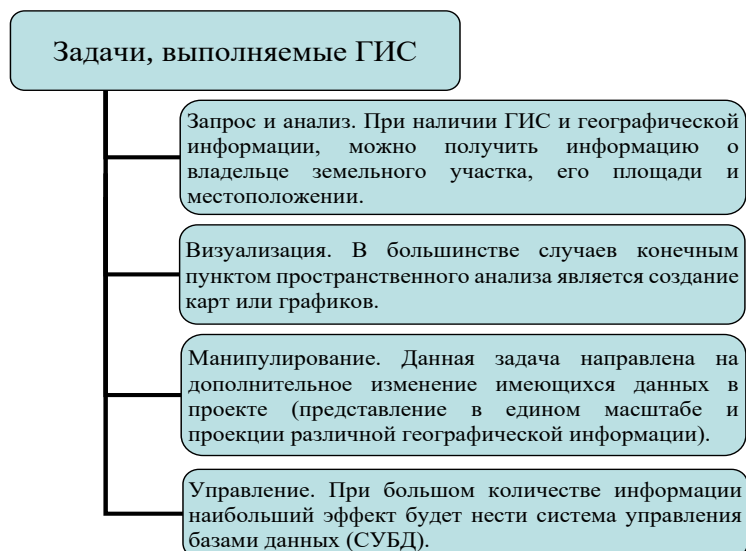
Применение геоинформационных систем в управленческой деятельности позволяет в полной мере решить различные задачи на любом административно-территориальном уровне. Это подтверждает анализ существующих на рынке России конкурентно способных ГИС, которые представлены в основном двумя типами: муниципальные ГИС (муниципальные ГИС городов: Москвы, Серпухова, Красноярска, Шахты, Волгодонска, Дубны, Волгограда, Махачкалы, Иркутска; областей: Белгородской, Воронежской, Калужской, Липецкой и др.) и экологические ГИС (в Амурской, Вологодской, Калининградской, Кировской, Курской, Нижегородской, Новосибирской, Пермской, Ленинградской областях; в Алтайском крае; в республиках: Бурятия, Удмуртия, Якутия (Саха), а также в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах и др.). Однако, в перечисленных ГИС основными недостатками являются либо разрозненность информации (муниципальные ГИС), либо отсутствие акцента на данных о земельных ресурсах (экологические ГИС).

Таким образом, актуальность разработки МГИС обусловлена не только функциональными возможностями, но и потребительской необходимостью.

При разработке унифицированного макета МГИС были учтены недостатки существующих ГИС и предложены варианты структуры базы данных земельной информации для эффективного управления земельными ресурсами региона (рис. 1). Учитывая специфику земельной информации, проще и нагляднее будет представление геопространственных данных на картографической основе с использованием функционала и многозадачности МГИС. Это облегчает восприятие информации и способствует повышению эффективности принятия решений в управлении земельными ресурсами. На рис. 2 представлены задачи, выполняемые МГИС.



Р и с. 1. Структура формирования баз данных земельной информации в МГИС и сфера ее применения



Р и с. 2. Задачи, выполняемые МГИС

Также, помимо приведённых задач, МГИС позволяет ответить на более сложные вопросы, которые требуют дополнительного анализа. Примером такого сложного вопроса может служить информация о расположении и площади свободных пахотных земель для предоставления заинтересованным гражданам и организациями, в том числе фермерам, с учетом их потребностей.

В Тверском регионе актуальна проблема низкого качества информации о земельных ресурсах как в целом по области, так и по муниципальным образованиям. Применение геоинформационного подхода в обработке и визуализации земельной информации повысит эффективность управления и рациональность использования земельных ресурсов.

Разработка макета МГИС выполняется на примере двух сельских поселений Сандовского района Тверской области: Лукинского и Соболинского. Макет включает в себя данные о зарегистрированных земельных участках, тематическую информацию и предполагает создание полноценной муниципальной ГИС «Земельные ресурсы Сандовского района Тверской области».

Для муниципалитета, в частности, для Сандовского района, создание МГИС в первую очередь поспособствует более точному учёту земельных участков, как свободных, так и занятых, концентрация тематической информации о них в базе данных улучшит инвестиционную привлекательность района. В настоящее время ряд граждан и организаций из Вологодской области, которая граничит с Сандовским районом, приобретают в собственность или в аренду земельные участки из земель сельскохозяйственного назначения для

ведения фермерского хозяйства. Создаваемая МГИС станет инструментом для оценки и контроля количества и качества земельных участков в целях сохранения и повышения эффективности рационального использования, посредством предоставления свободных участков фермерам.

Результаты рассматриваемого проекта можно использовать в управлении земельными ресурсами, кадастре недвижимости, мониторинге земель.

Разработку МГИС в рамках данного проекта можно разделить на несколько этапов. Первый этап – подготовка и анализ исходной информации. Исходная информация представляет собой картографические материалы (проекты землеустройства (перераспределения земель), планы земель, карты внутрихозяйственной оценки земель, общедоступные картографические материалы), космические снимки, сведения из единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) о зарегистрированных земельных участках (кадастровые планы территории (КПТ), выписки из ЕГРН), статистические сведения.

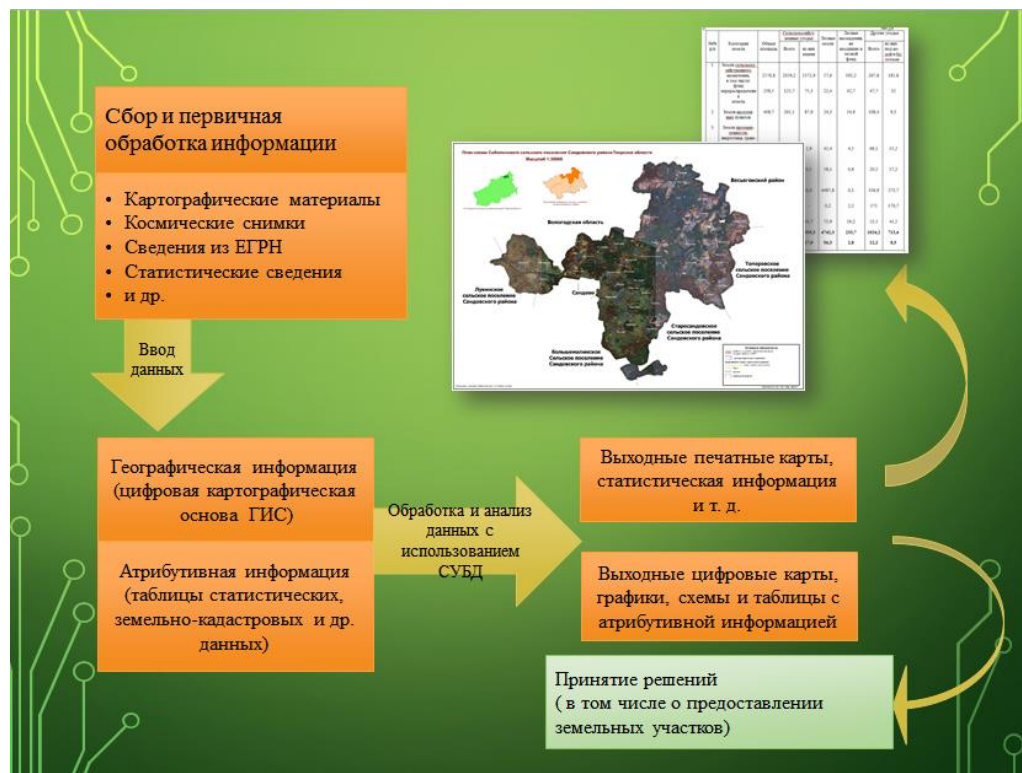
Исходные данные в целом представляются в виде двух крупных блоков информации: графической (карты, планы) и атрибутивной (текст, схемы, таблицы) (рис. 3).

При использовании данной МГИС можно выделить следующие преимущества:

- 1) МГИС может использоваться, как средство для создания тематических карт, отображающих состояние и использования земельных участков;
- 2) Улучшение качества управления земельными ресурсами;
- 3) Повышение эффективности процесса принятия решений по развитию территории.

На перспективу можно рассматривать создание аналогичных МГИС для других административных образований Тверской области (Рисунок 3).

Конечный проект визуализации информации может быть представлен в электронном или в бумажном видах. Масштабы устанавливаются в зависимости от площади границы территории и её конфигурации.



Р и с. 3. Схема макета МГИС «Земельные Ресурсы Сандовского района Тверской области»

Хотелось бы отметить, что при создании и обновлении данных, безусловно, требуются не только финансовые вложения в представленный проект, но и поддержка государственных органов власти, как наиболее заинтересованного субъекта земельных отношений [4].

Подводя итог, можно сделать вывод о том, что создание муниципальной геоинформационной системы будет способствовать не только повышению эффективности управления земельными ресурсами в муниципальном образовании и его инвестиционной привлекательности, но и рациональному использованию земель посредством геопространственного анализа земельной информации, в том числе о неиспользуемых земельных участках. Также повысится качество сбора, предоставления и хранения информации о земельных участках. МГИС может применяться в государственных органах власти муниципального и регионального уровня как источник земельной информации для эффективного управления земельными ресурсами, так и вспомогательный инструмент для реализации решений в области рационального использования земельных ресурсов на местном уровне.

Список литературы

1. Артемьев А.А., Лазарева О.С. Применение геоинформационных систем в современных условиях: основные достоинства и перспективы развития // Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и геоэкология. 2016. № 2. С. 231-239.
2. Артемьев А.А., Лазарева О.С., Лепехин И.А. К вопросу использования геоинформационных систем в управлении земельными ресурсами // В сборнике: Строительство и землеустройство: проблемы и перспективы развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией А.А. Артемьева, В.В. Белова, Т.Р. Баркая. 2019. С. 16-20.
3. Лазарева О.С., Лазарев О.Е., Антипенкова М.А. Геоинформационный подход в решении задач управления земельными ресурсами // Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и геоэкология. 2016. № 2. С. 240-245.
4. Лазарева О.С. Структура и развитие методов управления земельно-имущественными отношениями в России // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2015. № 2. С. 333-336.
5. Мурашева А.А., Лепехин П.П. Информационно-моделирующая система для решения региональных экологических проблем // Науки о Земле. 2015. № 1. С. 24-32.

DEVELOPMENT OF A UNIFIED LAYOUT OF THE MUNICIPAL GEOINFORMATION SYSTEM FOR RATIONAL USE OF LAND RESOURCES

O.E. Lazarev, P.N. Golovin, O.S. Lazareva

Tver State technical University, Tver

The article considers the process of creating a unified layout of the municipal geographic information system in order to improve the rational use of land resources, as well as the possibility of its application in the field of land management in the region. By using the functionality of the municipal geoinformation system, as well as visualizing land information, evaluating the distribution and delineation of land plots, it becomes possible to improve the quality of control and supervision over the condition and use of land.

Keywords *layout, geographic information system, spatial analysis, visualization, management, regional land resources.*

Об авторах:

ЛАЗАРЕВ Олег Евгеньевич – заведующий лабораторией кафедры геодезии и кадастра ФГБОУ ВО «Тверской государственный

технический университет», 170026, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22;
e-mail: Lazarev_tvgu@mail.ru

ГОЛОВИН Павел Николаевич – студент бакалавриата кафедры геодезии и кадастра ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22;
e-mail: p.golovin2715@yandex.ru

ЛАЗАРЕВА Оксана Сергеевна – старший преподаватель кафедры геодезии и кадастра ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22;
e-mail: Lazos_tvgu@mail.ru.

УДК 338.4

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-1-2020-87-100>

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ АТЛАСОВ ПО МНОГОЛИСТНОМУ ПЛАНУ ДАЧ ВЕТЛУЖСКОГО УЕЗДА КОСТРОМСКОЙ ГУБЕРНИИ

В.Г. Щекотилов¹, М.В. Шалаева², С.Н. Щекотилова³

¹ Тверской городской клуб краеведов, г. Тверь

² Московский районный суд г. Твери

³ Военная академия воздушно-космической обороны
имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, г. Тверь

Предложена методика создания серии атласов для использования в исследованиях многолистного стосаженного плана дачи 1865 г. С учетом масштаба базового картографического произведения в атласах дополнительно используются военно-топографическая карта 1942 г. и топографическая карта начала XXI в. Методика основана на формировании карт в формате Google Map, создании векторной карты страниц и использования программы САС.Планета.

Ключевые слова: атлас, ГИС, карта, план дачи, схема листов, Google Map, САС.Планета, ГОСГИСЦЕНТР.

При практическом использовании картографических материалов в обучении, туризме, краеведческих исследованиях востребованной формой являются печатные атласы [1, 2, 3, 5]. При использовании атласов возникает необходимость работать с разновременными картами, поэтому актуально наличие атласов на несколько карт.

Рациональными представляются, в частности, следующие подходы к организации атласов:

- создание разномасштабных атласов в интересах оперативного перехода от обзорного атласа к более детальному;
- создание атласов по разновременным картам в интересах сравнения гидрографии, границ землепользования, расположения населенных мест и урочищ, дорожной сети и т.д. для различных временных периодов.

Создание комплексов атласов приобретает повышенную актуальность при наличии архивных крупномасштабных многолистных (больших по размеру) картографических произведений. Актуальность усиливается, когда архивное картографическое произведение длительное время было недоступно для исследователей и соответственно предстоит его длительное использование в разноплановых исследованиях, образовании, просвещении.

Примером такой ситуации является многолистный план дачи

Ветлужского уезда Костромской губернии съемки 1865 г. из 65 листов [9, с. 108].

Исследования показали, что этот план дачи является элементом большого комплекса многолистных планов дач государственных земель в различных губерниях [10, с.99], изданных в середине XIX в.

В 2019 г. усилиями Шахунского «Народного фольклорно-этнографического музея» (НФЭМ, тсканированные изображения 43 из 65 листов плана дачи (рис. 1). План дачи выполнен в масштабе 100 саженей в английском дюйме.

Печатный вариант объединения имеющегося состава листов в масштабе оригинала составит по ширине 5 м и по высоте 3 м. Для полного комплекта листов (из 7 строк и 13 столбцов) размер склейки составит 6.5 м на 3.5 м.

С учетом того, что исходный размер квадратного листа составляет 50 см, а масштаб 1: 8 400, один лист охватывает территорию квадрата со стороной 4.2 км. Созданное в 2019 г. объединение листов содержит 10 столбцов и 6 строк, что составляет на местности по ширине 42 км и по высоте 25.2 км. При использовании масштаба 1: 10 000 это составит 4.2 м на 2.52 м.

С помощью специальной методики были рассчитаны параметры сетки листов и сформированы разноформатные растровые электронные карты объединения листов [9, с. 108], в т.ч. и в формате Google Map.

В качестве программного инструментария проведения прикладных исследований по архивным картам авторами, в частности, используется программа «САС.Планета» [4, с. 1], в которой реализованы функции ГИС. На рис. 1 показана сетка листов плана дачи на фоне современной и архивной карты.

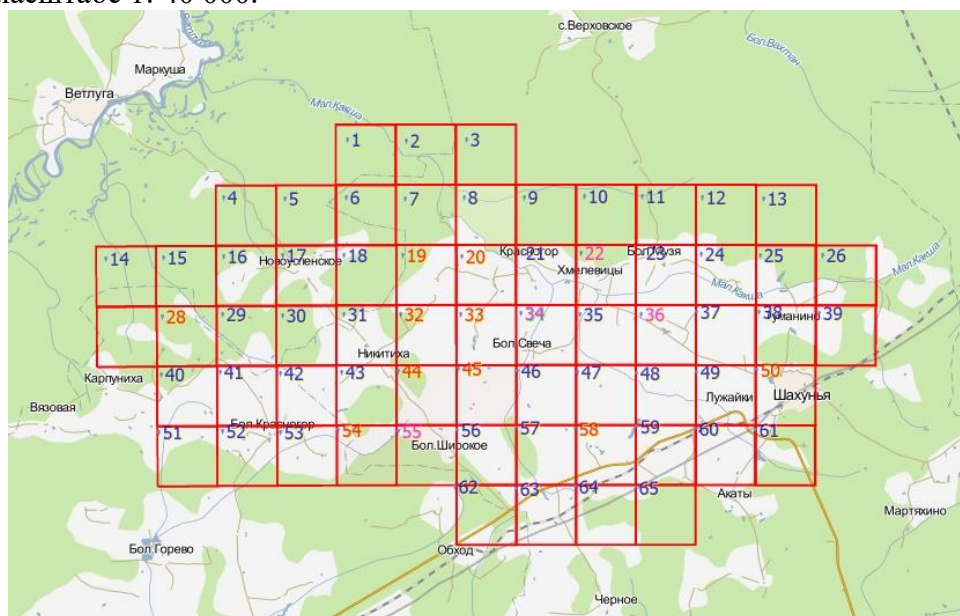
С учетом освоения исследуемой территории в XIX в., появления большого числа починков, изменения названия населенных мест актуально создание печатного атласа с привлечением разновременных карт.

На данном этапе выбраны следующие разновременные карты:

- план дачи масштаба 1: 8 400, изданная в 1865 г. из 65 листов;
- военно-топографическая карта масштаба 1: 50 000 1942 г. из объединения листов [6, с. 1];
- многолистная карта масштаба 1: 25 000 ГОСГИСЦЕНТРа 2000 г. (<https://cgkipd.ru/opendata/kartography/>).

Для перечисленных карт выполнено макетирование серии атласов под общим заголовком «Атлас Костромской губернии, Ветлужского уезда. Дачи сел Новоуспенского и Хмелевицкого с деревнями. Владения государственных крестьян. Новоуспенской и Хмелевицкой волостей.», в которую входят:

- Часть 1. Атлас плана дачи 1865 г. в масштабе 1: 10 000.



б) объединение листов

Р и с. 1. Сетка листов многолистного плана дачи

- 89 -

использования страниц по этим картам на развороте атласа.

Использование кратных масштабов в 1 см 400, 200 и 100 м позволяет согласовать сетки атласа, т.е. лист масштаба 1: 40 000 состоит из 4-х листов масштаба 1: 20 000, а он в свою очередь из 4-х листов масштаба 1: 10 000.

При создании печатного атласа необходимо создать изображения частей карты, которые соответствуют некоторой сетке страниц и обеспечивают взаимное перекрытие картографической части.

Ранее для двухверстной (1: 84 000) топографической межевой карты Тверской губернии съемки А.И. Менде 1853 г. была разработана методика создания печатного атласа [7, 8]. Формирование изображений страниц в ней производилось с помощью специально разработанной программы.

В настоящем материале представляется методика формирования изображений карты для страниц атласа с использованием программы САС.Планета. При этом в качестве исходных данных используются Растровая электронная карта объединения листов плана дачи в формате Google Map и векторная карта границ изображений для страниц и границ перекрытия страниц.

В процессе разработки методики был апробирован вариант генерации векторной карты границ страниц в прямоугольной системе координат (СК) «Гаусса-Крюгера, Пулково-42», 8-я зона (текстовый файл формата mif). В результате прямоугольники границ для страниц получались наклонными относительно геодезической системы координат и сформировать точное изображение карты в границах прямоугольника через программу САС.Планета не получилось (программа формирует прямоугольник в геодезической системе координат).

Проблема была решена формированием карты границ страниц в геодезической СК «Широта-долгота. WGS-84» с заданием размеров прямоугольников, обеспечивающих требуемые размеры на местности. Для каждой страницы атласа формируются два объекта: площадной и линейный (рис. 2). Площадной используется при задании области карты для страницы атласа, линейный объект отображается поверх карты и является частью линий, показывающих области перекрытия страниц.

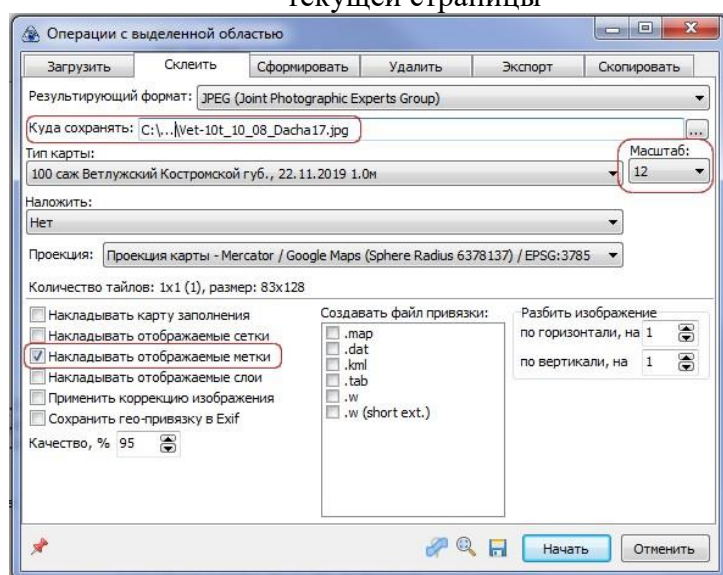
Для формирования текстового файла векторной карты в формате mif использовалась программа FreeMat (<http://freemat.sourceforge.net/>), можно использовать и VBA Microsoft Office (<https://docs.microsoft.com/ru-ru/office/vba>).

Для формирования изображения для страницы атласа используется функция программы САС.Планета «Операция с выделенной областью», которая вызывается при размещении курсора мыши над площадным объектом сетки страниц и кликом правой кнопки

мышью. На окне «Операция с выделенной областью» выбирается вкладка «Склеить» (рис. 3). С учетом исходного масштаба карт и масштаба атласа используются тайлы одного из масштабов 15, 16, 17.

```
Version 300
Charset "WindowsCyrillic"
Delimiter ","
CoordSys Earth Projection 1, 104Columns 1
id Integer
Data
Region 1
5
4.592848035000e+001 5.781271628156e+001
4.598498735000e+001 5.781271628156e+001
4.598498735000e+001 5.776622236200e+001
4.592848035000e+001 5.776622236200e+001
4.592848035000e+001 5.781271628156e+001
Pen (2,2,128)
Pline 5
4.592982585000e+001 5.781198432178e+001
4.598364185000e+001 5.781198432178e+001
4.598364185000e+001 5.776695432178e+001
4.592982585000e+001 5.776695432178e+001
4.592982585000e+001 5.781198432178e+001
Pen (1,2,0)
```

Р и с. 2. Фрагмент файла mif границ страниц атласа и рамки текущей страницы



Р и с. 3. Параметры операции с выделенной областью

Для отображения границ перекрытия устанавливается флаг «Накладывать отображаемые метки».

Размеры карты на странице атласов составляют 26 см на 17 см.

Параметры для масштаба 1:10 000 :

- размер изображения карты без перекрытия 2.5 км на 1.6 км;
- расширение изображения 0.05 км;
- общий размер изображения страницы 2.6 на 1.7 км.

Параметры для масштаба 1:20 000 :

- размер изображения карты без перекрытия 4.8 км на 3.0 км;
- расширение изображения 0.2 км;
- общий размер изображения страницы 5.2 на 3.4 км.

Методика формирования серии печатных атласов разновременных карт для исследования многолистного плана дачи 1865 г. состоит из следующих этапов:

- формирования растровых электронных карт, используемых в атласе в формате Google Map;
- определения размеров картографического изображения страницы, например для формата А4, 26 см на 17 см;
- определение размеров перекрытия, например, 0.5 см;
- определение размеров страницы в геодезической системе координат, обеспечивающих данные размеры;
- автоматическое формирование векторной карты в текстовом формате *mif* страниц атласа и линий перекрытия;
- импорт векторной карты страниц в программу САС.Планета;
- последовательное автоматизированное формирование страниц атласа с использованием функции «Операция с выделенной областью» в программе САС.Планета;
- верстка атласа, например, в программе MS Word, вставка графических изображений страниц.

На рис. 4 представлена сетка листов (3 ряда и 7 столбцов) по военной карте 1942 г. для масштаба 1: 40 000.

На рис. 5 представлена сетка (11 рядов и 27 столбцов) листов по объединению листов плана дач для масштаба 1: 10 000.

На рис. 6 представлен пример страницы атласа масштаба 1: 40 000 (4-й столбец, 2-я строка) по карте 1942 г. (1: 50 000.).

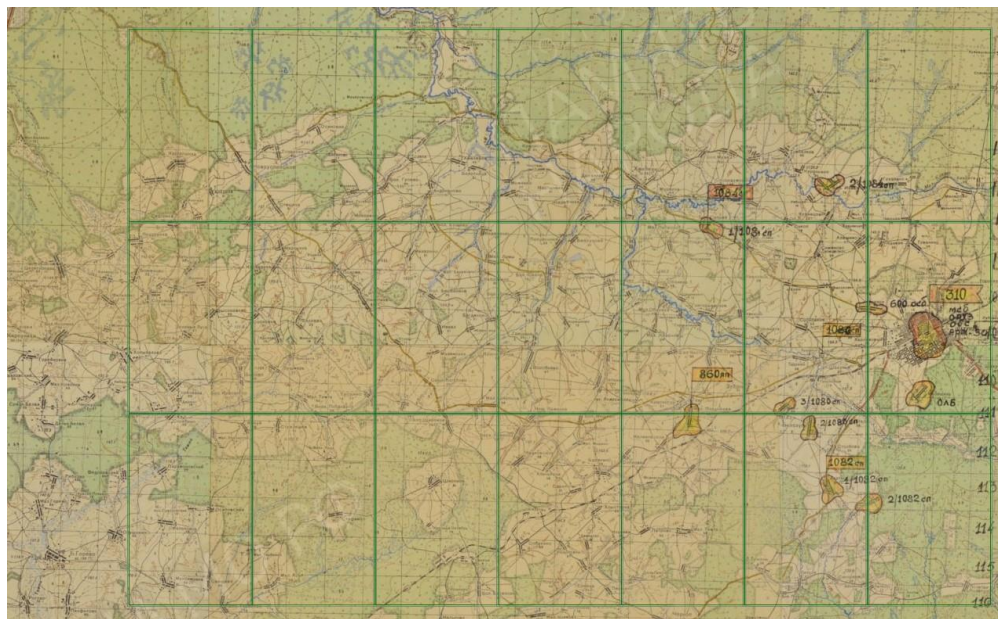
На рис. 7 представлена сетка (6 рядов и 14 столбцов) листов по объединению листов плана дач для масштаба 1: 20 000 на фоне топографической карты и объединения листов плана дачи.

На рис. 8 представлен пример страницы атласа масштаба 1: 20 000 (7-й столбец, 4-я строка, нижняя левая часть страницы на рис. 6) по плану дачи.

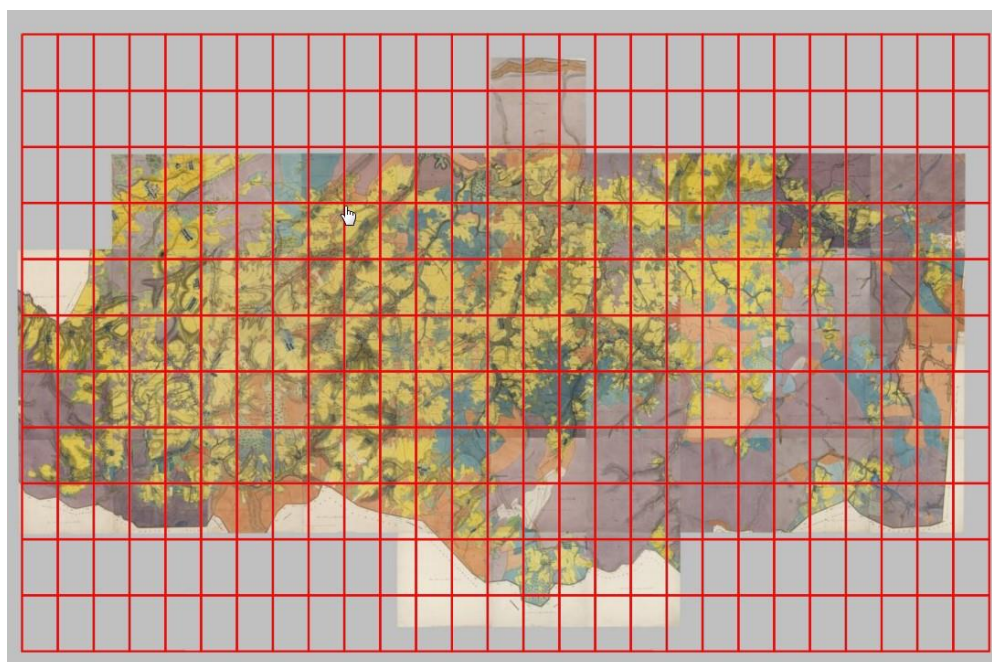
На рис. 9 представлен пример страницы атласа масштаба 1: 20 000 (7-й столбец, 4-я строка, нижняя левая часть страницы на рис. 6) по карте ГОСГИСЦЕНТРа начала XXI в.

На рис. 10 представлен пример страницы атласа масштаба 1: 10

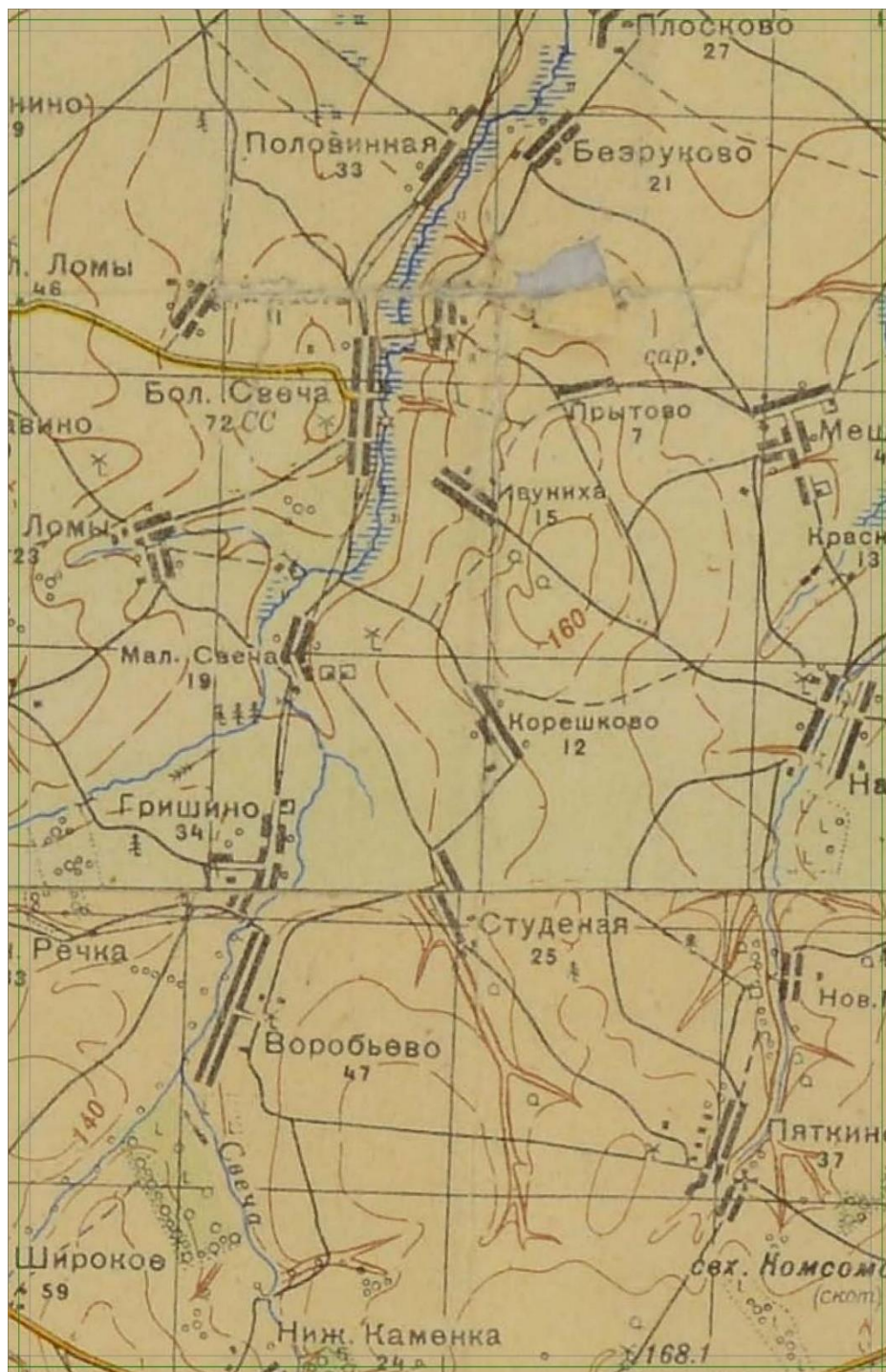
000 (13-й столбец, 7-я строка, верхняя левая часть рис. 8) по плану дачи.



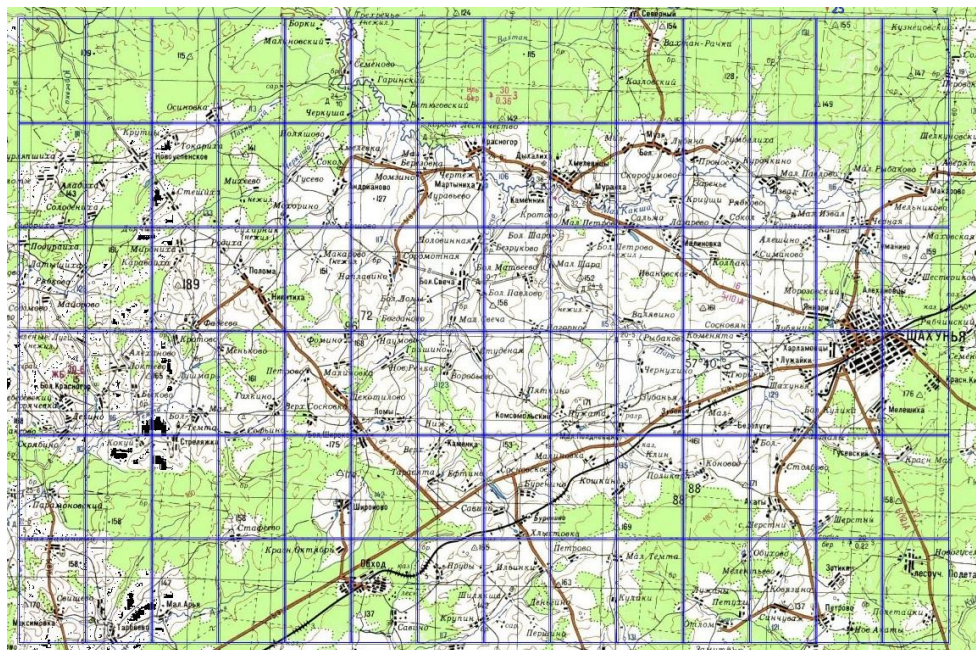
Р и с. 4. Схема страниц атласа 1:40 000 (часть 5)



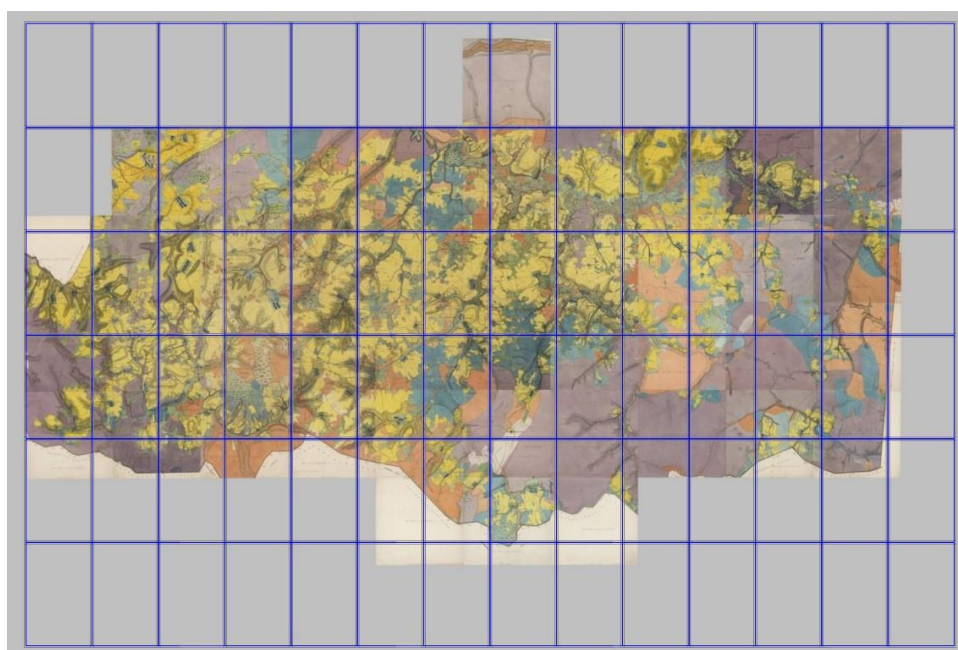
Р и с. 5. Структура страниц атласа 1:10 000 (часть 1)



Р и с. 6. Лист (столбец 4, строка 2) атласа карты 1942 г., 1: 40 000



а) на фоне топографических карт масштаба 1: 100 000

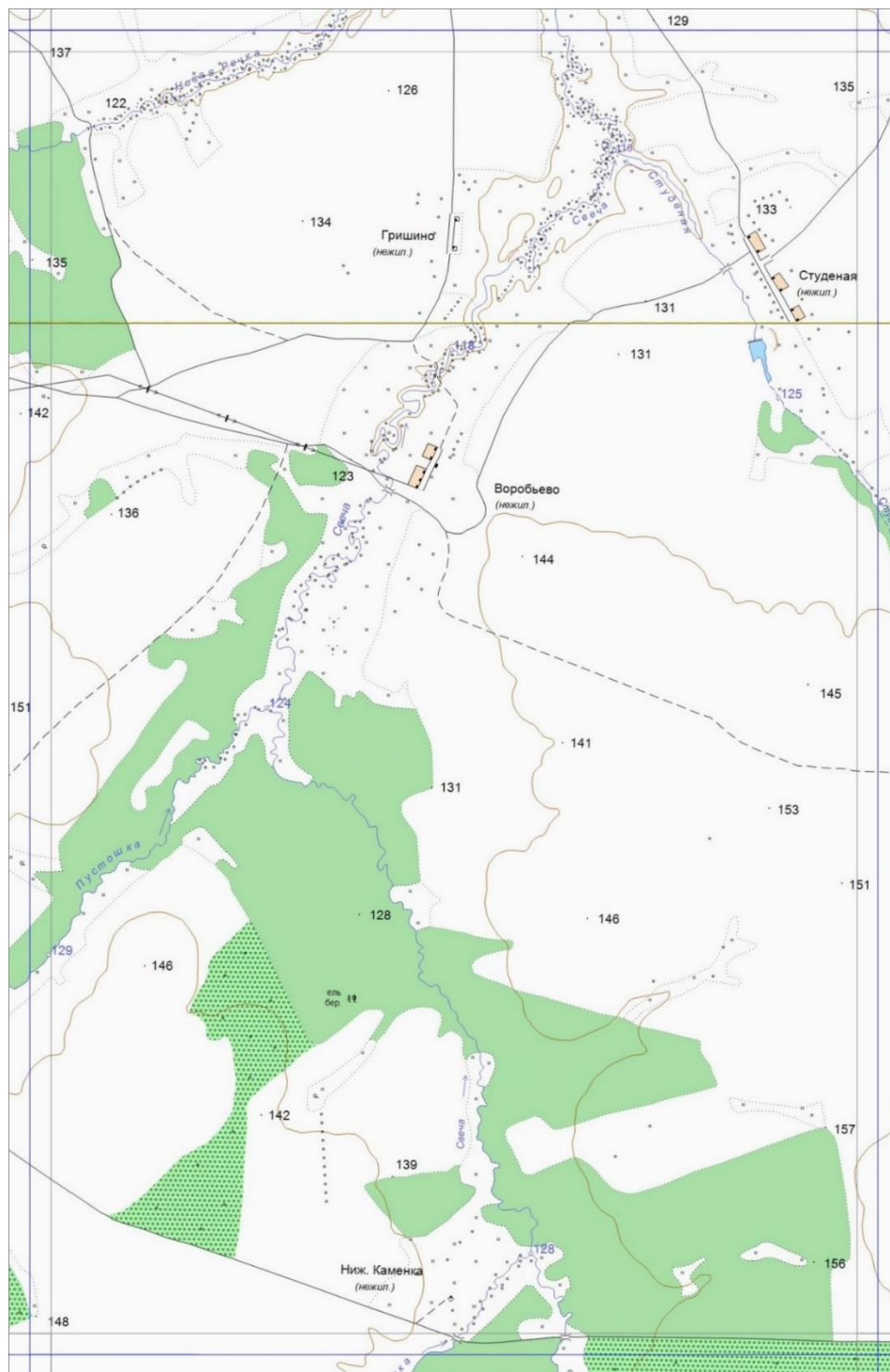


б) на фоне объединения листов плана дачи

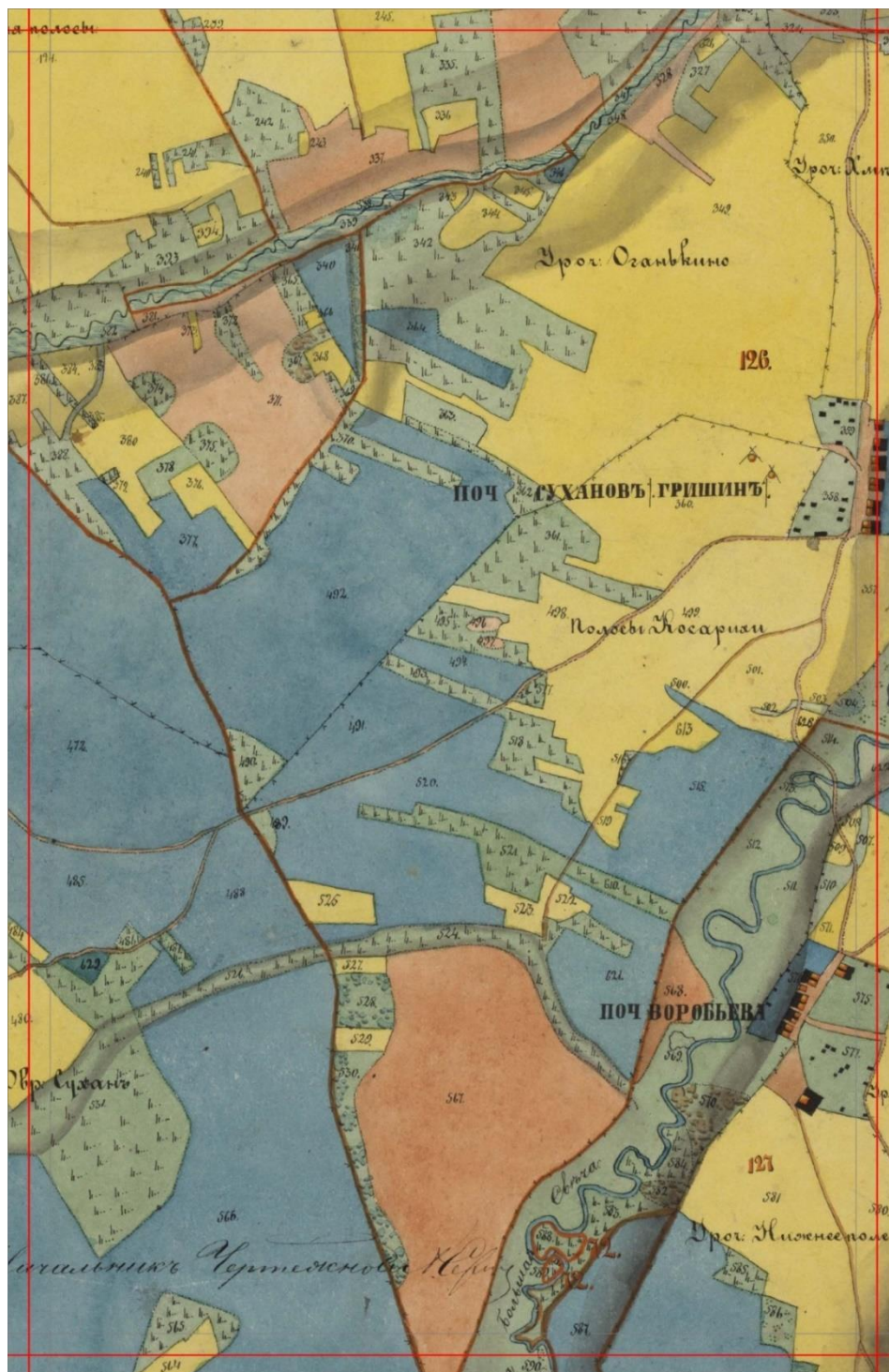
Р и с. 7. Структура страниц атласа (Часть 3, 1: 20 000)



Р и с. 8. 1: 20 000 (столбец 7, строка 4, нижняя левая часть на рис. 6)



Р и с. 9. 1: 20 000 (столбец 7, строка 4, нижняя левая часть на рис. 6)



Р и с. 10. 1: 10 000 (столбец 13, строка 7, верхняя левая часть рис. 8)

Таким образом, по предложенной методике удалось сформировать по разновременным и разномасштабным картам комплекс атласов, который может использоваться в исследованиях, образовании и просвещении.

Предложенный подход может быть использован при создании печатных атласов по другим многолистным планам дач середины XIX в. Костромской, Нижегородской, Тверской и иных губерний, а также по военно-топографическим картам губерний съемки А.И. Менде и военно-топографическим картам XIX в.

Авторы выражают благодарность краоведам городского округа город Шахунья и директору музея г. Шахунья Нижегородской области за приобретение в РГИА листов плана дачи.

Список литературы

1. Адамовский район Оренбургской области: краевед. атлас / под общ. ред. А.А. Чибилева. Оренбург: Газпромпечатъ: Оренбурггазпромсервис, 2007. 40 с. URL: https://project.orenlib.ru/geografija_orenburgskaja/spisok6.html (дата обращения: 20.02.2020).
2. Атлас Демянского района Новгородской области / сост. и гл. ред. В.Г. Васильев. - Гатчина: СЦДБ, 1997. - 33 с. URL: <http://local-atlas.ru/page15.html> (дата обращения: 20.02.2020).
3. Курортный район Санкт-Петербурга. Справочные материалы для школы. - Гатчина: СЦДБ, 2004. - 27 с. URL: <http://local-atlas.ru/page23.html> (дата обращения: 20.02.2020).
4. Ресурс «SASGIS. Веб-картография и навигация». URL: <http://www.sasgis.org/sasplaneta/> (дата обращения: 20.02.2020).
5. Учебные географические атласы административных районов России. URL: <http://local-atlas.ru/page4.html> (дата обращения: 20.02.2020).
6. ЦАМО, Ф. 214, Оп. 1437, Д. 2972. Карта войск 32 А, 09.12.1944. URL: <https://pamyat-naroda.ru/documents/view/?id=100997987> (дата обращения: 20.02.2020).
7. Щекотилов В.Г., Лазарев О.Е. Метод разработки электронных атласов и серий карт-схем на основе крупномасштабных карт губерний, Геодезия и картография, №1, Москва, 2010 г., С. 31-39.
8. Щекотилов В.Г., Щекотилова С.Н. Шалаева М.В. Комплекс баз данных по топографическим межевым картам XIX в. восьми губерний съемки А.И. Менде. // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. №5, Типография МИИГАиК, 2016. 143 с., С.81-87.
9. Щекотилов В.Г., Шалаева М.В., Щекотилова С.Н. Методика формирования электронных карт по многолистному плану дач

- середины XIX в. // Вестник ТвГУ. Серия: География и геоэкология. 2019, №1. 130 с. С.108-122.
10. Щекотилов В.Г., Щекотилова С.Н., Лазарева О.С., Шалаева М.В. Многолистные планы дач XIX в. из фондов библиотеки как элемент автоматизированного геопортала. / Президент. б-ка им. Б. Н. Ельцина. - СПб.: Серия «Электронная библиотека» / науч. ред. Е. Д. Жабко. Вып. 9: Гуманитарные исследования и цифровая среда: наука и практика. -2019. 222 с. С.99-119. URL: <https://www.prilib.ru/item/1279738> (дата обращения: 20.02.2020).

**TECHNIQUE OF FORMATION OF ATLASES
ACCORDING TO THE MULTI-LEAF PLAN
OF THE VETLUZHSKY COUNTY KOSTROMA PROVINCE**

V.G. Shchekotilov¹, M.V. Shalaeva², S.N. Shchekotilova³

¹Tverskoy City Club of Local History, Tver

²Moscow district court of Tver, Tver

³Military Aerospace Defense Academy named after Marshal of Soviet Union G.K. Zhukov, Tver

The method of creating a series of atlases is proposed for use in the analysis of a multi-sheet standing plan of 1865. Taking into account the map-headquarters of the basic cartographic work, the atlases additionally use a military-topographic map of 1942 and a topographic map of the beginning of the XXI century. The method is based on the formation of maps in the format of Google Map, the creation of a vector map of pages and the use of the program SAS.Planet.

Keywords: *Atlas, GIS, map, delivery plan, sheet diagram, Google Map, SAS.Planeta, GOSGISCENTRE.*

Об авторах:

ЩЕКОТИЛОВ Владимир Геннадьевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Тверской клуб краеведов, 170100, г. Тверь, Тверской проспект, д. 5, член РГО, e-mail: globus-t@yandex.ru.

ШАЛАЕВА Мария Владимировна – секретарь суда, Московский районный суд г. Твери, 170100, г. Тверь, ул. Московская д. 115, выпускница факультета географии и геоэкологии Тверского государственного университета, член РГО, e-mail: maria-geo@yandex.ru.

ЩЕКОТИЛОВА Светлана Николаевна – научный сотрудник Военной академии воздушно-космической обороны имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, 170100, г. Тверь, ул. Жигарева, д.50, e-mail: sveta.shekotilova@yandex.ru.

УДК 338.4

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-1-2020-101-123>

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС ПРИ ПОДГОТОВКЕ ОБОСНОВАНИЯ ДЛЯ ПРИЗНАНИЯ ПОГИБШИМИ ПОГРЕБЕННЫХ ВОИНОВ, СЧИТАВШИХСЯ ПРОПАВШИМИ БЕЗ ВЕСТИ

В.Г. Щекотилов¹, О.Е. Лазарев², М.В. Шалаева³, С.Н. Щекотилова⁴

¹ Тверской городской клуб краеведов, г. Тверь

² ФБГОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь

³ Московский районный суд г. Твери

⁴ Военная академия воздушно-космической обороны
имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, г. Тверь

Предложена и практически реализована методика подготовки обоснования для признания погибшими считавшихся 75 лет пропавшими без вести воинов. Методика основывается на использовании ГИС с архивными и современными картами, а также архивных материалов из базы данных системы «Память народа» и Центрального архива Министерства обороны. В качестве основного документа для принятия решения о гибели воинов использованы книги погребения, в которых найдены записи по воинам, считающимся пропавшими без вести. Сформирована практика направления в военные комиссариаты ходатайств с приложением печатных и электронных материалов. В 2019 г. Военные комиссариаты приняли 30 решений о дате, месте первичного и текущего захоронения 170 воинов.

Ключевые слова: ГИС, карта, захоронение, пропавший без вести, книга погребения, база данных, установление, геокодирование, увековечение памяти.

По прошествии 75 лет после окончания Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. по оценкам редакций Книг памяти около 40% [7, с. 3] из не вернувшихся с войны числятся пропавшими без вести. Для примера, из 11 воинов, не вернувшихся с войны в д. Щекотилово Горьковской области, 10 числились пропавшими без вести. Родственники большинства таких воинов не получали даже извещения о пропаже без вести. Данная ситуация позволяет предполагать, что по многим считающимся пропавшими без вести воинам, документы об их гибели существуют, но до настоящего времени не использованы для принятия решения о гибели воинов [10, 18].

В числе форм увековечения памяти погибших при защите Отечества в ФЗ №4292-1 от 14.01.1993 г. указано «установление имен погибших и пропавших без вести» [1, с. 1].

В работах [6, 24] показана возможность использования технологий географических информационных систем (ГИС) и баз данных (БД) для аргументирования гипотез об обстоятельствах гибели

воинов. В частности, была выявлена большая группа пропавших без вести воинов, которые стали таковыми после задокументированного в приказах полков ранения и исключения их из списка личного состава [2, 26].

Предложенная методика установления судьбы считающихся пропавшими без вести воинов основана на следующих положениях:

- подготовка материалов для решений о признании погибшими отдельных воинов, которые 75 лет считались пропавшими без вести (Щекотилов В.И., Теткин П.В. из 46 гв. сп);
- создание практики подготовки материалов по конкретным воинам для признания их погибшими и увековечения их памяти;
- на основе обращений с ходатайствами о признании воинов погибшими в Управление по увековечению памяти погибших при защите Отечества МО РФ, Тверской областной Военный комиссариат, Ржевскую городскую и районную администрации, Ржевский Военный комиссариат принято решение, что ходатайства, в основном, нужно направлять в Военный комиссариат по месту первичного захоронения воина с приложением пакета печатных и электронных материалов;
- исследование документов 46 гв. сп на предмет выявления других воинов, которые числятся пропавшими, но в документах полка учтены как погибшие;
- исследования документов 46 гв. сп других временных периодов (1941-1944 гг.) и документов других стрелковых дивизий (243 сд, 49 гв. сд) на предмет выявления таких же случаев.

Представляемая методика включает следующие этапы:

- формирование исследовательской базы данных по записям в книге погребения конкретной военной части;
- поиск в БД системы «Память народа» военных топографических карт с данными по территории захоронений для соответствующего периода боевых действий;
- формирование с использованием ГИС «MapInfo» и «Global Mapper» растровых электронных карт, в том числе и в формате Google Map для использования через программу «САС.Планета»;
- формирование в программе «САС.Планета» векторного слоя мест первичного захоронения воинов с использованием при этом современных карт и карт периода боевых действий, т.к. часть населенных пунктов уже не существует;
- последовательный перебор записей из книги погребения и выявление в БД системы «Память народа» случаев, когда воин считается пропавшим без вести;
- поиск в БД системы «Память народа» подтверждающих документов, что воин считается пропавшим без вести: документ о послевоенном подворовом обходе, документы послевоенного розыска

воина и Книги памяти, материалы военно-пересыльных пунктов, отсутствие документов о войне датированных после даты погребения;

- подготовка обоснования, что в книге погребения и в найденных документах речь идет об одном и том же воине (в том числе данные о месте призыва, из писем с фронта, о родственниках);

- нанесение геокодируемых данных в программе «САС.Планета» (места призыва и жительства воина и родственников, места боев части до даты захоронения);

- анализ расположения ныне существующих Воинских захоронений в районе первичных захоронений воинов и с использованием БД системы «Мемориал» определение вариантов, куда их могли перезахоронить;

- подготовка комплекта печатных (в том числе и картографических) и электронных документов для ходатайства о признании группы воинов погибшими (сначала подавались документы по одному воину, затем по группам до 30 воинов);

- после получения из Военного комиссариата положительного решения о признании воинов погибшими размещение информации в сети Интернет, в местных средствах СМИ по месту призыва воинов, передача данных в редакции региональных Книг памяти, в органы местного самоуправления для вручения родственникам воина.

В 2018-2019 гг. были предприняты попытки инициировать принятие решения о признании погибшими в июле и августе 1942 г. в боях в районе д. Полунино Ржевского района Тверской области группы из 68 воинов 46 гвардейского (гв.) стрелкового полка (сп) 16 гвардейской стрелковой дивизии (гв. сд), с которыми после ранения родственники утратили связь [3, с. 1]. Получены отрицательные ответы из районного и областного военных комиссариатов, Управления по увековечению памяти погибших при защите Отечества (Управление) МО РФ, органов власти Ржевского района.

Из ответа Администрации Ржевского района от 29.04.2019 г. «Судьба пропавших без вести могла быть различной – погибли в бою без документов, были ранены и умерли в госпитале в другом районе или глубоком тылу, могли попасть в плен и умереть, могли быть освобождены и умереть в лагерях ГУЛАГа, так же возможны и другие варианты судьбы пропавших без вести». В более высоких кабинетах довелось слышать про вариант, что пропавшие без вести обосновались в Канаде и иных странах. Главный вариант судьбы этих воинов, что после ранения они остались в районе боя и там захоронены, чиновники игнорируют.

Однако известны воспоминания очевидцев боев в Ржевском районе. После августовских боев 1942 г. погибшие воины не были захоронены до середины 1943 г. [8, 14, 15, 17].

После освобождения территории боев, военные похоронные команды производили захоронения, но по причине большого числа погибших, захоронения еще многие месяцы производились гражданским населением. Вероятно, существуют документы и об этих захоронениях.

При этом в паспорте Воинского захоронения (ВЗ) в д. Полунино среди более 12 тыс. захороненных воинов неустановленных нет, имена всех известны.

Продолжение исследований по документам в Центральном архиве Министерства обороны (ЦА МО) по воинам ставшими пропавшими без вести после ранения позволило выйти на группу пропавших без вести, по которым существует документ о их захоронении. Причем среди погребенных в районе боя оказалось несколько воинов из упомянутого выше списка 68 воинов, пропавших без вести после ранения [26, с. 90] и по ним после этого удалось отстоять решение о гибели.

Например, по Теткину Павлу Васильевичу удалось найти документ 46 гв. сп о его захоронении и 05.08.2019 г. военный комиссариат г. Ржева принял решение о его гибели и захоронении в д. Полунино.

Крылова Василия Ивановича 09.06.2019 г. нашли поисковики из отряда «Пионер» на окраине д. Полунино (https://vk.com/wall-20817809_10277).

С использованием программы САС.Планета [13, с. 1] авторами производится аккумулирование различных картографических материалов XIX-XXI вв. [27, 28, 29], которые используются при исследованиях.

На рис. 1 показано место первичного захоронения Теткина Павла Васильевича 03.08.1942 г. (ранен 30.07.1942 г.).

На рис. 1 показаны места найденных поисковиками:

- 17.05.2013 г. Щекотилова В.И., ранен 14.08.1942 г.;
- 07.05.2018 г. Константинова П.В., ранен 05.08.1942 г.;
- 05.05.2019 г. Костина И.И., ранен 30.07.1942 г. - 11.08.1942 г.;
- 09.06.2019 г. Крылова В.И., ранен 10.08.1942 г.

Следует отметить, что, вероятно, это не полный список найденных поисковиками воинов, ставших пропавшими без вести после ранения.

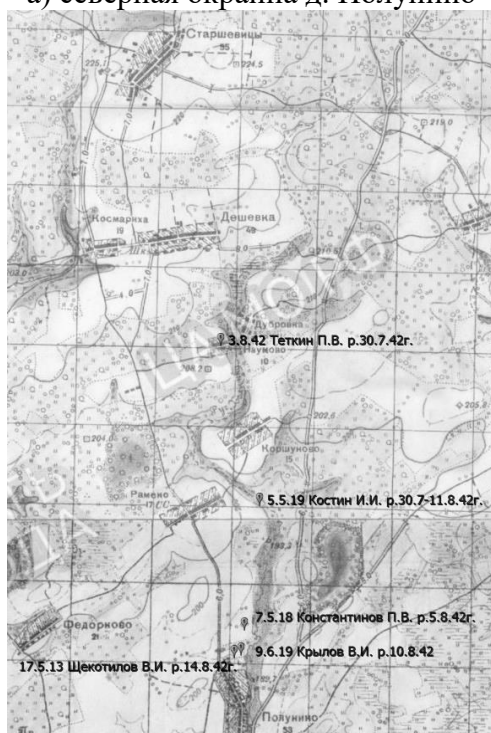
После выявления в книге погребения 46 гв. сп 16 гв. сд [19, с. 1] данных по Теткину П.В., этот документ анализировался на предмет выявления данных о считающихся пропавшими без вести воинах.

Документ содержит 102 страницы, 593 записи (групповые захоронения неустановленных воинов не нумерованы) датируются с 20.10.1941 г. по 19.07.44 г.

В части оценки мест захоронения воинов, числящихся пропавшими без вести, особо развивается ситуация в г. Велиж.



а) северная окраина д. Полунино



б) обзорно

Р и с. 1. Места обнаружения воинов, пропавших без вести после ранения

В годы Великой Отечественной войны Велижский край стал ареной ожесточенных боев, 13.07.1941 г. район был оккупирован. Освободили г. Велиж 20.09.1943 г.

Теткин П.В. в первый день наступления 30 армии на Ржев был

ранен 30 июля 1942 г. в составе 46 гв. сп 16 гв. сд, которая наступала от д. Старшевицы (в 8 км. севернее д. Полунино) к д. Полунино (во второй половине дня 46 гв. сп вышел на рубеж 500 м севернее д. Полунино). Связь с родными прекратилась, после войны жена воина – Теткина Мария Алексеевна просила разыскать мужа, в справке отмечено, что последнее письмо было 12.07.1942 г. из 46 гв. сп. Сысертский райвоенкомат Свердловской обл. 5.08.1946 г. принял решение, что Теткин П.В. пропал без вести в октябре 1942 г. В обнаруженной в ЦА МО книге погребения 46 гв. сп указано, что Теткин П.В. захоронен 3 августа 1942 г., положение могилы не обозначено.

При оцифровке документа фирмой «Элар» в базы данных «Мемориал» [9, с. 1] и «Память народа» [11, с. 1] без учета географии места боев 3.8.42 г. было занесено «Теткин Павел Васильевич. 1899. Свердловская обл., Сысертский р-н, г. Сысерт. ... 384 зсп. Сержант. Погиб. 03.08.1942. *Смоленская обл., г. Велиж*». Около г. Велиж 16 гв. сд вела бои в феврале-мае 1942 г.

В книге погребений 46 гв. сп рядом с Теткиным П.В. (№121) для той же могилы указан «№122. Купцов Никита Евдоким. 43 г. сп, кр-ц, 1904, Калининская область Великолуцкий р-н... 3.VIII.42. ...».

В КП Псковской обл. том 10, стр. 169 указано «Купцов Никита Евдокимович, красноармеец, р. 1904 г., Куньинский р-н, д. Рубалка, погиб в бою 3 августа 1942 г., захор. Калининская обл., Ржевский р-н, д. Полунино».

Соответственно в списке ВЗ в д. Полунино указано:

«5361. рядовой Купцов Никита Евдокимович 1904, 3.8.1942. Полунино. Наумовка» (на рис. 1 показана д. Наумово).

С учетом выявленных документов Теткин П.В., вероятно, погиб в районе д. Наумово – д. Полунино, где был первично захоронен, и затем перезахоронен в д. Полунино (хотя в списках ВЗ он не значится).

После обращения в Управление Министерства обороны с собранными материалами последовало указание в администрацию г. Велиж увековечить имя воина. В Управление были представлены дополнительные разъяснения, что воин погиб под Ржевом, на что Управление повторно рекомендовало администрации г. Велиж увековечить имя воина. Были представлены дополнительные аргументы об ошибочности такого решения. Управление дало указание Велижскому комиссариату, который принял решение о захоронении воина в г. Велиж. Ошибочное решение было исправлено только после дублирования аргументов справкой из ЦА МО РФ, на основании которой Ржевский комиссариат принял решение, что воин погиб 03.08.1942 г., похоронен в д. Полунино Ржевского района Тверской обл. и направил просьбу отметить решение о захоронении в г. Велиж.

Решение Ржевского комиссариата фактически открыло

возможность принятия решений уже по более 170 воинам считающимися пропавшими без вести, в частности подано три обращения в Велижский комиссариат [5, с. 1].

Сначала было выявлено 6 воинов 16 гв. сд, которые погибли под г. Велиж с марта по май 1942 г.: 13 и 21 марта у д. Каменка, 4 апреля у д. Н. Секачи, 1 мая у д. Кадолино и 14 мая у г. Велиж, но числятся пропавшими без вести. По обращению от 06.08.2019 г. Велижские администрация (22.10.2019 г.) и комиссариат (24.10.2019 г.) приняли решение включить воинов в картотеку погибших и перезахороненных на Воинском захоронении «Лидова гора» в г. Велиж.

Второе решение по 6 воинам Велижский комиссариат принял 05.11.2019 г. – 5 воинов захоронены в г. Велиж и один у д. Ниж. Секачи.

Третье обращение по 8 захороненным воинам было направлено 14.11.2019 г. (двое воинов захоронены 21 марта 1942 г. у д. Каменка, шесть воинов захоронены 1 мая 1942 г. у д. Кадолино.

Из ответа Велижского комиссариата от 25.11.2019 г. «На Ваше обращение сообщаем, что военным комиссариатом Велижского района направлен запрос в г. Подольск ЦА МО для установления точного места захоронения 8 воинов, пропавших без вести в годы Великой Отечественной войны, и дальнейшего увековечения и внесения в списки захоронений по Велижскому району, при подтверждении информации» (указывалось отсутствие таких деревень в настоящее время).

В системах «Мемориал» и «Память народа» в числе многих документов 16 гв. сд есть «Журнал боевых действий 16 гв. сд 11 гв. армии. Описывает период с 19.03.1942 по 19.03.1943 г.» [23, с. 1]. Фактически в документе приведены данные с 04.03.1942 г. по 29.07.1942 г.

Согласно журнала боевых действий можно отметить:

- 7 марта бои у деревень Верхние и Нижние Секачи, **Каменка**;
- с 8 по 30 марта ежедневно упоминание места боев у д. Камена, Нижние и Верхние Секачи.

Этих деревень сейчас нет, но по военным картам положение их легко устанавливается (рис. 2). Написание названия д. Каменка вопросов не вызывает, упоминание ее положения у деревень Нижние и Верхние Секачи (рис. 2.в) определяет ее однозначно, т.к. в Велижском районе есть еще д. Каменка, но она находится севернее г. Велиж. На северо-востоке от г. Велижа была д. Кадолово (рис. 2.г), вероятно, в книге погребения ошибочно написали Кадолино, бои в это время были на северо-восточной окраине г. Велиж. Место захоронения д. Кадолино указано для записей с 80 до 106, все они относятся к могиле №22 от 01.05.1942 г. Могила № 23 г. находится уже в г. Велиж с датой захоронения 14.5.1942 г.



а) март 1942 г.



б) современная карта



в) д. Верх. Секачи, Ниж. Секачи, Каменка



г) д. Кадолово

Р и с. 2. Положение деревень Кодолово и Каменка

Запись 88. Ковалев Степан Семенович, 1126 сп, кр-ц, 1906 г., Смоленская обл., Ярославского р-на, дер. Горбыль, Ярославским РВК. В донесении 334 сд «1126 сп, Ковалев Степан Семенович, кр-ц, стрелок, Смоленская обл., Ярцевский р-н, дер. Горбыли, Ярцевским РВК. Убит в бою 18.3.42 за дер Селище Велижского р-на. В лесу за деревн. Силище Велижского р-на» (id 51859209). Деревня Селище находится 1 км юго-восточнее д. Ст. Нивы, где шли бои в марте 1942 г.

Запись 92. Голубев Павл Васильевич, 1126 сп, кр-ц, 1915.

Горьковская обл., Семеновский р-н, дер. Донское. В донесении 334 сд «убит в бою 12.3.42 г. при наступлении на г. Велиж, в братской могиле у г. Велиж.» (id 51859195). Учтен в списке ВЗ «Лидова гора» (id 261289147).

Следует отметить, что три обращения в Велижский комиссариат по 6, 6 и 8 пропавшим без вести воинам 46 гв. сп с производились после принятия большого массива решений Ржевским комиссариатом по воинам, указанным в книге погребения 46 гв. сп.

В табл. 1 в хронологическом порядке представлен список воинов, которые считались пропавшими без вести, на основании представленных документов военными комиссариатами Тверской, Смоленской и Калужской областей на них оформлены карточки на погибших за период с 24.12.1941 г. по 07.02.1944 г. В таблице также приведены данные по 19 воинам, которые захоронены в Витебской области Республики Беларусь, материалы по ним рассмотрены Управлением по увековечению памяти погибших при защите Отечества МО РФ и Зароновским сельским исполнительным комитетом Витебского района и находятся на рассмотрении по линии Министерств иностранных дел государств.

В табл. 1 указан номер записки в книге погребения, год рождения, дата захоронения и воинское захоронение.

Воины (всего 121) погибли в следующих районах:

- в Тверской области в Осташковском -1, в Ржевском р-не - 77;
- в Смоленской обл. в Велижском р-не - 12;
- в Калужской обл. в Ульяновском р-не - 12;
- в Республике Беларусь, Витебская обл. в Витебском - 19.

Исследования по пропавшим без вести воинам по которым есть данные о их ранении или захоронении были начаты в 2015 г. с боев августа 1942 г. В Ржевском районе Тверской области. К этому периоду относятся 45 воинов.

Следует отметить учет комиссариатом перезахоронений в Ржевском районе: в д. Полунино (23): 12 из д. Федорково, 5 из д. Рамено, 6 из д. Ковынево; в д. Бахмутово (25): 14 из д. Дураково, 4 из д. Починки, 1 из д. Пронино, 3 из д. Копытихи, 3 из д. Губино; в Воинское захоронение «Курган» 14 с окраин г. Ржев; в д. Гнилево 12 из д. Находово; в д. Петуново 5 из д. Гришино; в д. Погорелки: 3 из д. Паново, 2 из д. М. Нелюбино; в д. Кокошилово 4 из д. Коровино.

Большое число выявленных воинов 46 гв. сп 16 гв. сд обусловило начало аналогичных исследований по другим частям, в частности, по 118 сд, которая в составе 31 армии в августе вела бои по освобождению г. Зубцов [4, с. 1]. По данной дивизии в 2019 г. удалось поработать с данными книг призыва Шахунского РВК Горьковской обл. – фактически по месту 2-го формирования 118 сд на станции Шахунья и в поселке Вахтан.

Т а б л и ц а 1

Признаны погибшими по книге погребения 46 гв. сп 16 гв. сд

№	Фамилия, имя, отчество	Рож.	Область	Захор-н	ВЗ
	г. Осташков, Тверская обл.				1
37	Усов Александр Васильевич	1916	Московская	24.12.41	Замошье
	г. Велиж, Смоленская обл.				12
48	Савельев Виктор Савельевич	1912	Калининская	08.03.42	Лидова гора
49	Рубцов Иван Афанасьевич	1923	Красноярский	08.03.42	Лидова гора
50	Марковин Георгий Тимофеевич	1907	Курская	08.03.42	Лидова гора
52	Карнушин Александр Павлович	1905	Алтайский	08.03.42	Лидова гора
53	Торицын Семен Васильевич	1906	Ивановская	08.03.42	Лидова гора
59	Шуваев Константин Васильевич	1907	Москва	13.03.42	Лидова гора
64	Важутин Федор Дмитриевич	1897	Курская	21.03.42	Нижн. Секачи
68	Поминов Михаил Максимович	1909	Воронежская	21.03.42	Лидова гора
73	Линев Петр Иванович	1904	Горьковская	04.04.42	Лидова гора
94	Емельянов Федор Егорович	1910	Марийская	01.05.42	Лидова гора
102	Лавров Михаил Николаевич	1923	Калининская	01.05.42	Лидова гора
107	Травин Петр Николаевич	1909	Горьковская	14.05.42	Лидова гора
	д. Полунино, Ржевский р-н				45
121	Теткин Павел Васильевич	1899	Свердловская	03.08.42	Полунино
124	Костерин Николай Гаврилович	1904	Горьковская	03.08.42	Полунино
125	Осокин Павел Григорьевич	1917	Новосибирская	06.08.42	Полунино
126	Михайлов Петр Ефимович	1922	Смоленская	06.08.42	Полунино
128	Степанов Михаил Федорович	1922	Свердловская	06.08.42	Полунино
134	Селиверстов Петр Алексеевич	1914	Тульская	11.08.42	Полунино
135	Ощепков Александр Яковлевич	1902	Красноярский	11.08.42	Полунино
137	Королев Вячеслав Николаевич		Ивановская	12.08.42	Полунино
138	Горбунов Николай Кузьмич	1907	Челябинская	12.08.42	Полунино
139	Рогов Иван Андреевич	1915	Архангельская	12.08.42	Полунино
142	Яковлев Алексей Михайлович	1902	Мар. АССР	15.08.42	Полунино
148	Каримов Яков Касьянович	1897	Саратовская	16.08.42	Полунино
156	Коннов Роман Васильевич	1909	Тамбовская	22.08.42	Полунино
159	Грибов Павел Васильевич	1900	Молотовская	22.08.42	Полунино
161	Моичкин Иван Васильевич	1912	Ярославская	23.08.42	Полунино
162	Пеньков Иван Федорович	1901	Удмуртская	24.08.42	Полунино
163	Плотников Константин Мих-ич	1921	Молотовская	24.08.42	Полунино
167	Хорошавин Прохор Кузьмич	1896	Кировская	24.08.42	Полунино
168	Токмолаев Николай Федорович	1923	Кировская	24.08.42	Полунино
169	Носков Сергей Михайлович	1912	Ивановская	24.08.42	Полунино
171	Литвинцев Александр Михайл-ч	1919	Хабаровская	24.08.42	Полунино
173	Куornosов Семен Иванович	1899	Татарская	24.08.42	Полунино
180	Кичеев Семен Федорович	1921	Кировская	25.08.42	Полунино
181	Живаев Петр Федорович	1915	Куйбышевская	25.08.42	Полунино
183	Николаев Алексей Никифорович	1912	Ивановская	25.08.42	Полунино
187	Попов Николай Федорович		Кировская	25.08.42	Полунино

190	Рогачев Игнатий Фролович	1901	Чкаловская	26.08.42	Полунино
195	Назаров Василий Васильевич	1907	Рязанская	26.08.42	Полунино
199	Акулинкин Дмитрий Ефимович	1900	Кировская	27.08.42	Полунино
200	Липатов Петр Андреевич	1914	Куйбышевская	27.08.42	Полунино
208	Стафеев Аркадий Семенович	1908	Свердловская	27.08.42	Полунино
221	Антипов Яков Саватеевич	1907	Молотовская	29.08.42	Полунино
212	Качанов Василий Иванович	1908	Пензенская	28.08.42	Полунино
220	Чичерин Александр Сергеевич	1911	Вологодская	29.08.42	Полунино
222	Колеватов Александр Прокоп-ич	1892	Кировская	29.08.42	Полунино
225	Саков Иван Иванович	1906	Красноярский	29.08.42	Полунино
226	Столяров Иван Яковлевич	1900	Горьковская	29.08.42	Полунино
227	Тарлавин Петр Михайлович		Чкаловская	29.08.42	Полунино
240	Кудинов Яков Дмитриевич	1902	Алтайский	01.09.42	Полунино
241	Лушин Иван Григорьевич	1907	Ульяновская	01.09.42	Полунино
242	Надеждин Петр Петрович	1907	Ивановская	01.09.42	Полунино
243	Попов Петр Васильевич	1896	Кировская	02.09.42	Полунино
247	Бардин Антон Михайлович	1904	Мордовская	02.09.42	Полунино
254	Власов Борис Иванович	1923	Ивановская	03.09.42	Полунино
258	Кудинов Митрофан Алексеевич	1913	Воронежская	04.09.42	Полунино
	Ржевский р-н				32
263	Шигаев Павел Андреевич	1923	Татарстан	06.09.42	Петуново
266	Башуров Яков Григорьевич	1913	Татарская	10.09.42	Петуново
267	Кудряшов Конст-н Прокопьевич	1917	Кировская	10.09.42	Петуново
276	Ильин Дмитрий Зиновьевич	1908	Чкаловская	10.09.42	Петуново
274	Яблоков Александр Иванович	1906	Молотовская	14.09.42	Петуново
282	Антонов Фрол Иванович	1910	Ферганская	10.10.42	Бахмутово
285	Саломатин Григорий Григор-ч	1916	Сталинград-я	10.10.42	Бахмутово
287	Мещеряков Петр Кузьмич	1909	Тамбовская	10.10.42	Бахмутово
289	Мальгин Николай Иванович	1903	Кировская	11.10.42	Бахмутово
289	Смирнов Алексей Данилович	1907	Калининская	11.10.42	Бахмутово
290	Шулятьев Семен Петрович	1916	Кировская	11.10.42	Бахмутово
294	Петров Николай Петрович	1912	Чувашская	11.10.42	Бахмутово
295	Шикалов Матвей Иванович	1921	Молотовская	11.10.42	Бахмутово
302	Книгин Арон Исакович	1902	Узбекская	12.10.42	Бахмутово
305	Коротин Николай Кузьмич	1920	Куйбышевская	12.10.42	Бахмутово
306	Шарафиев Миргизым	1923	Татарская	12.10.42	Бахмутово
310	Татоуров Андрей Ильич	1923	Молотовская	12.10.42	Бахмутово
315	Вагин Анатолий Алексеевич	1921	Кировская	12.10.42	Бахмутово
326	Разно Анатолий Сергеевич	1921	Сталинская	14.10.42	Бахмутово
332	Морозов Алексей Николаевич	1909	Татарская	15.10.42	Бахмутово
334	Лукьяненко Николай Алексеев.	1920	Омская	15.10.42	Бахмутово
335	Бенедиктов Георгий Никоньч	1913	Татарская	15.10.42	Бахмутово
339	Гапиченко Никит Семенович	1906	Курская	04.12.42	Погорелки
345	Максимов Леонид Алексеевич	1912	Ивановская	04.12.42	Погорелки
348	Подолечук Василий Иосиф-ч	1907	Московская	18.12.42	Погорелки

356	Панфилов Сергей Емельянович	1899	Тульская	18.12.42	Погорелки
357	Жулябин Дмитрий Александр-ч	1905	Башкирская	18.12.42	Погорелки
360	Куснутдинов Нарстин	1912	Башкирская	18.12.42	Погорелки
361	Соловьев Михаил Николаевич	1904	Удмуртская	18.12.42	Погорелки
362	Сурков Василий Андреевич	1910	Куйбышевская	19.12.42	Погорелки
363	Рубцов Гурий Николаевич	1914	Сталинград-я	19.12.42	Погорелки
364	Геренских Николай Спиридон-ч	1900	Свердловская	19.12.42	Погорелки
	Калужская обл.				12
411	Лобанов Виктор Афанасьевич	1924	Москва	16.03.43	с. Всходы
418	Пшеничкин Андрей Васильевич	1921	Ростовская	16.03.43	с. Всходы
432	Губарев Василий Кузмич	1924	Тульская	16.03.43	с. Всходы
444	Потапов Николай Сергеевич	1924	Калининская	24.03.43	с. Всходы
446	Дубский Петр Васильевич	1919	Татарская	24.03.43	с. Всходы
449	Бажанов Василий Кузьмич	1924	Рязанская	24.03.43	с. Всходы
462	Рогожин Владимир Иванович	1924	Горьковская	28.03.43	с. Всходы
468	Урыпов Василий Дмитриевич	1924	Тульская	28.03.43	с. Всходы
479	Салазкин Федор Прокопьевич	1924	Горьковская	13.07.43	д. Дубна
480	Хрулев Василий Мартынович	1895	Московская	13.07.43	д. Дубна
483	Приказчиков Иван Васильевич	1902	Горьковская	15.07.43	д. Вязовна
487	Сулаев Александр Григорьевич	1924	Калининская	15.07.43	д. Вязовна
	Беларусь, Витебская обл.				19
639	Полтаков Олег Александрович	1925	Горьковская	23.01.44	Сыворотка
648	Синюков Федор Петрович	1906	Орловская	05.02.44	Кухари
659	Стрижнев Сергей Степанович	1925	Татарская	05.02.44	Кухари
660	Шмелев Николай Андреевич	1925	Калининская	05.02.44	Кухари
661	Косов Александр Ефимович	1925	Чувашская	05.02.44	Кухари
666	Неежелев Никита Владимирович	1905	Челябинская	05.02.44	Кухари
667	Мавринский Георгий Павлович	1899	Башкирская	05.02.44	Кухари
668	Копынев Михаил Александрович	1895	Татарская	05.02.44	Кухари
673	Саннаков Никифор Абрамович	1924	Алтайский	05.02.44	Кухари
678	Мазанов Александр Трофимович	1925	Татарская	05.02.44	Кухари
691	Кошелев Михаил Кириллович	1925	Омская	06.02.44	Кухари
698	Зыков Александр Федорович	1925	Татарская	06.02.44	Кухари
702	Безруков Иван Иванович	1904	Ивановская	06.02.44	Кухари
703	Чепурнов Алексей Антонович	1924	Куйбышевская	06.02.44	Кухари
708	Кульпин Павел Иванович	1922	Горьковская	07.02.44	Кухари
717	Груц Егор Моисеевич	1918	Удмуртская	07.02.44	Кухари
719	Кирпиченко Михаил Прохорович	1922	Орловская	07.02.44	Кухари
720	Кокорышкин Иван Федорович	1902	Калининская	07.02.44	Кухари
722	Пьянков Иван Харламович	1922	Красноярский	07.02.44	Кухари

Данные по призванным бойцам проверялись по базам данных систем «Мемориал» и «Память народа», в частности по Зуеву Василию Тихоновичу было установлено, что он числится пропавшим без вести, но при этом он указан в книге погребения 49 гв. сд [20, с. 1]. По представленным документам состоялось решение Ржевского

комиссариата, что Зуев В.Т. воевал в 398 сп 118 сд, погиб и захоронен в Ржевском районе.

На рис. 3 показано фото из книги призыва о направлении в в/ч №315 Шахунья (соответствует 118 сд). На рис. 4 представлен фрагмент из Книги памяти Нижегородской области.

№№ п/п.	Фамилия, имя и отчество	Год рожде- ния	Состав	№№ ВУС	Мест
190	Зуев Василий Тихонович	1902	Рядов	133	Шахунья
191	Зуев Василий Тихонович	1903	-	137	Шахунья

а) левая часть

Состояние	Когда призван	Куда отправлен по мобилизации	Примечание
	20.01.42	Кру В/ч 315 Шахунья	Умер в плен 20.03.43

б) правая часть

Р и с. 3. Фрагмент книги призыва Шахунского РВКК

ЗУЕВ Василий Тихонович, род. 1902, дер. Наплавина Шахунского р-на Нижегородской обл. Рядовой. Пропал без вести, ноябрь 1943.

Р и с. 4. Фрагмент из Книги памяти Нижегородской обл., том 13

Признание воина пропавшим без вести указано в послевоенном подворовом обходе в Шахунском районе (рис. 5). В этом документе указано, что последнее письмо было из п/п 1710 (соответствует 118 сд). Год 1943 указан, вероятно, ошибочно вместо 1942 г. Даты призыва 29.12.1941 г. по подворовому обходу и 02.01.1942 г. по книге призыва соответствуют периоду формирования 398 сп 118 сд в п. Вахтанс декабря 1941 г. до апреля 1942 г.

11	Зуев Василий Тихонович	Солдат	рядов	п	1902	Торжковская об. Шахунский р-н д. Наплавина
----	---------------------------	--------	-------	---	------	--

а) левая часть

Шахунский п/п Торжковская об. 29 декабря 1941г.	Жест пропав- ший без вести В ноябре 1943г. пропал без вести 11-1943г.	Последнее пись- мо в сентябре 1943г. из адреса п.п. 1710 п/п 118сд	Зуев Василий Васильевич	Торжковская об. Шахунский р-н д. Наплавина
---	---	--	-------------------------------	--

б) правая часть

Р и с. 5. Фрагмент из книги послевоенного подворового обхода

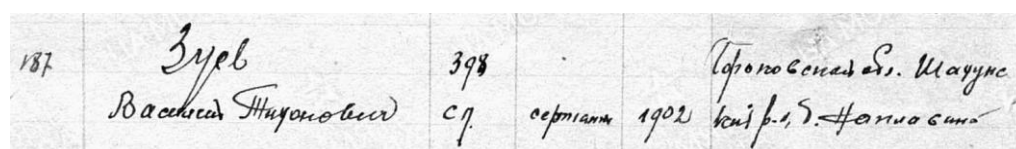
На рис. 6 показан фрагмент из книги погребения 49 гв. сд, где зафиксирован факт захоронения Зуева В.Т. в Ржевском районе у д. Находово.

Потребовалось объяснить два несоответствия:

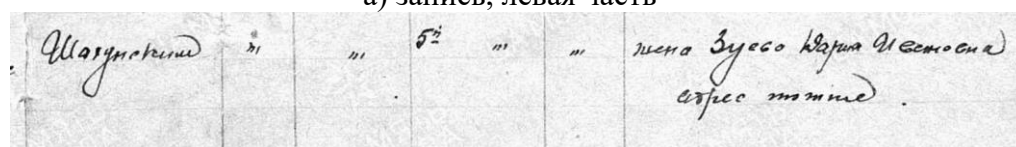
- призван и воевал в 118 сд, а захоронен 49 гв. сд;
- дивизия воевала в Зубцовском районе, а захоронен в Ржевском.

Оказалось, что захоронение выполнено не 49 гв. сд а 2 гвардейской мотострелковой дивизией (гв. мсд).

Период боевых действий 2 гв. мсд с 12.01.1942 г. по 13.10.1942 г., она преобразована в 49 гв. сд. С 30 июля 1942 г. 2 гвю мсд вела ожесточённые бои за овладение деревнями Полунино, Галахово и Тимофеево. В последние дни августа и начале сентября 1942 г. дивизия вела бои на северо-восточной окраине Ржева. С 21.10.1942 г. дивизия проводила укомплектование, 23.10.1942 г. дивизия была переименована в 49-ю гв. сд, период ее боевых действий с 15.12.1942 г. по 11.05.1945 г.



а) запись, левая часть



в) запись, правая часть

Р и с. 6. Погребальная книга 49 гв. мсд

В части даты (26.09.1942 г.) и места (д. Находово) захоронения бойца можно отметить:

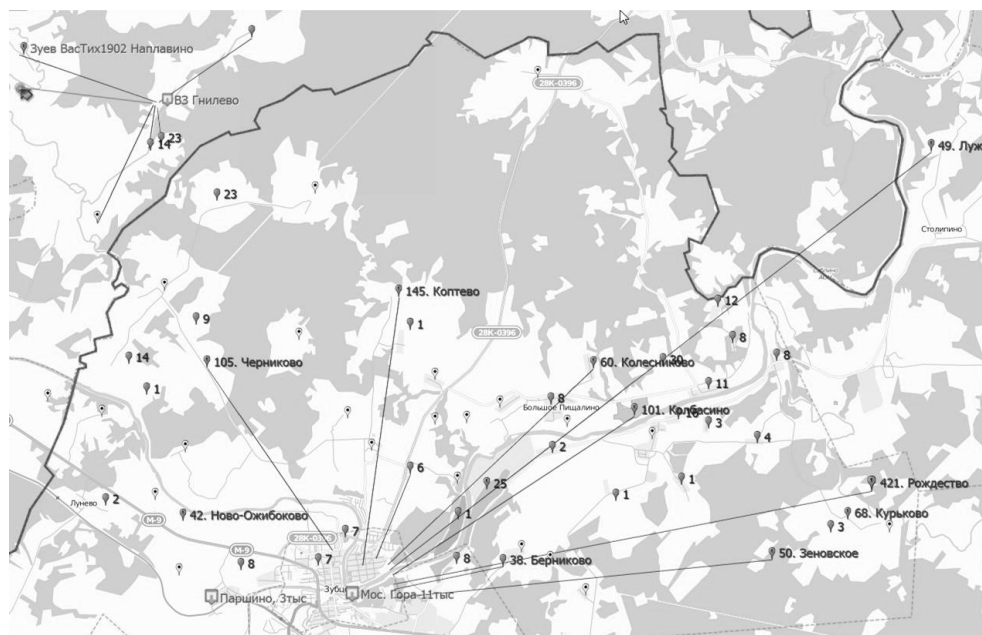
1. Основная масса захоронений 118 сд и 398 сп находится в Зубцовском р-не (рис. 7).

2. В Ржевском районе в районе дд. Бурцево и Воробьево по данным системы «Мемориал» (донесения о потерях 118 сд) указано первичное захоронение в августе 14 и 23 воинов соответственно, у д. Бурцево 17 и 21 августа, у д. Воробьево с 18 по 21 августа. Можно предположить, что Зуев В.Т. погиб в этот же период, т.е. с 17 по 21 августа. Место захоронения Зуева В.Т. в д. Находово близко к этим деревням (рис. 7), а место его обнаружения похоронной командой 2 гв. мсд, вероятно, еще ближе.

3. Перемещение 118 сд в ходе боев в августе 1942 г. (д. Житинки) согласуется с местом захоронения Зуева В.Т. (рис. 7).

4. В паспорте воинского захоронения у д. Гнилево Ржевского р-на отмечены перезахоронения от деревень Бурцево, Воробьево, Находово, Житинки (рис. 7). Поэтому можно предположить, что Зуев В.Т. был перезахоронен на Воинском захоронении у д. Гнилево.

5. Анализ боевого пути 49 гв. сд показывает, что в этот период она была 2 гв. мсд, которая, вероятно, и производила перезахоронения в районе Ржева.



Р и с. 7. Рабочая схема перезахоронений
(показана граница Ржевского и Зубцовского районов)

Собранные копии документов и их анализ были представлены в Ржевский военный комиссариат. Из решения военного комиссариата г. Ржев, Ржевского, Зубцовского и Старицкого районов от 14.08.2019 г. - «Зуев Василий Тихонович, 1902 г.р., сержант 398 сп, погиб 26.09.1942 г., под д. Находово, Ржевский район, Калининская область, похоронен д. Гнилево, Ржевский район, Тверская область» [4, с. 1].

Таким образом, в исследования в дополнение к книге погребения 46 гв. сп 16 гв. сд был вовлечен аналогичный документ 49 гв. сд. После проведения исследований и представления материалов состоялись решения Ржевского военного комиссариата по 19 воинам, 9 захоронено на Воинском захоронении в д. Гнилево, 10 на Воинском захоронении «Курган» в г. Ржев (см. табл. 2).

Был произведен поиск оцифрованных книг погребения иных частей, воевавших в Ржевском районе. В частности была выявлена книга погребений 243 сд [21, с. 1], в которой указаны захоронения с 19.08.1941

г. по 08.02.1943 г.

Для периода боев в Ржевском районе с 21.08.1942 г. по 21.09.1942 г. было выявлено 11 захороненных воинов (7 перезахоронены в д. Бахмутово, 4 в д. Кокошилово), которые числятся пропавшими без вести (табл. 3).

Ранее при сравнении количества погибших за месяц боев в августе 1942 г. у д. Полунино Ржевского района и при освобождении г. Калинин в декабре 1941 г. 243 сд уже была в поле исследований [25, с. 93].

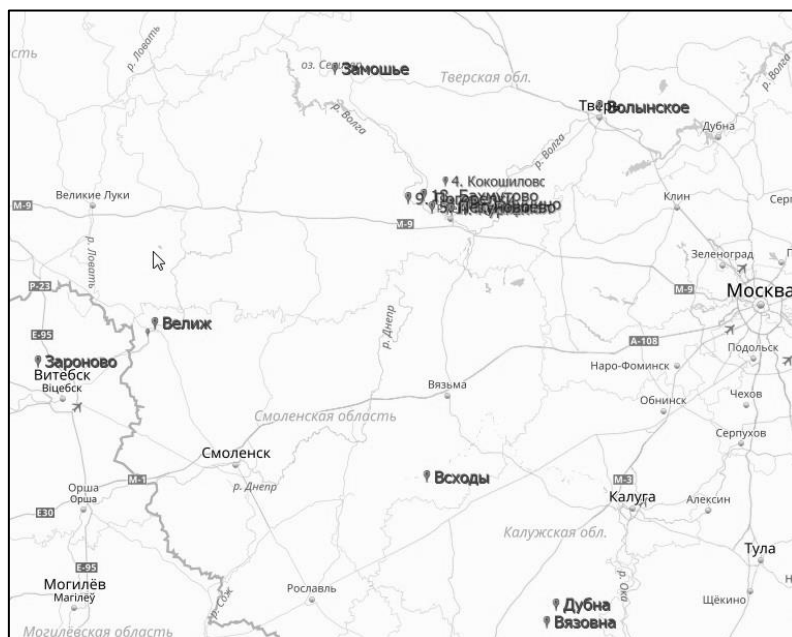
Т а б л и ц а 2

Признаны погибшими по книге погребения 49 гв. мсд (2 гв. мсд)

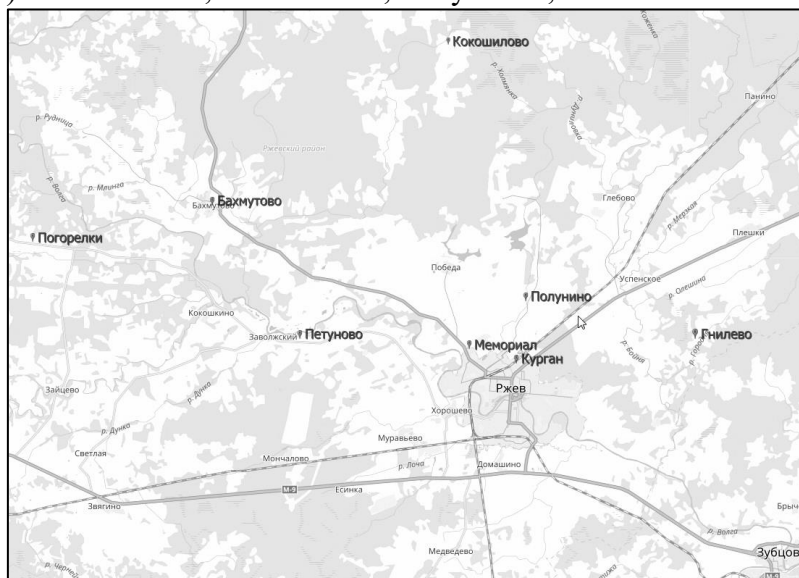
№	Фамилия, имя, отчество	Рож.	Область	Захор-н	ВЗ
	д. Гнилево, Ржевский р-н				9
103	Арташкин Федор Антонович	1923	Горьковская	24.09.42	Гнилево
104	Гальцов Павел Евдокимович	1924	Алтайский	24.09.42	Гнилево
105	Котлов Константин Гаврилович	1903	Архангельская	24.09.42	Гнилево
183	Алексеев Федор Григорьевич	1901	Ростовская	26.09.42	Гнилево
187	Зув Василий Тихонович	1902	Горьковская	26.09.42	Гнилево
207	Карасев Михаил Романович	1898	Московская	28.09.42	Гнилево
253	Чернов Василий Кузмич	1910	Калининская	30.09.42	Гнилево
273	Артюхов Владимир Иванович	1904	Орловская	01.10.42	Гнилево
274	Орлов Александр Михайлович	1911	Кировская	01.10.42	Гнилево
	«Курган», г. Ржев				10
277	Горлов Иван Васильевич	1919	Алтайский	01.10.42	Курган
444	Асафов Сергей Николаевич	1902	Куйбышевская	05.10.42	Курган
449	Хребтов Павел Егорович	1897	Челябинская	05.10.42	Курган
450	Басин Павел Матвеевич	1919	Орловская	05.10.42	Курган
521	Столбов Василий Федорович	1914	Кировская	08.10.42	Курган
524	Бакцаев Никита Алексеевич	1907	Новосибирская	08.10.42	Курган
539	Абрамов Василий Андреевич	1901	Новосибирская	14.10.42	Курган
550	Пахомов Андрей Иванович	1922	Куйбышевская	14.10.42	Курган
592	Губин Михаил Дмитриевич	1910	Кировская	09.10.42	Курган
593	Букашкин Алексей Сергеевич	1910	Калининская	09.10.42	Курган

В результате анализа записей за декабрь 1941 г. выявлено захоронение 16 воинов, которые считались пропавшими без вести (табл. 3). Захоронения выполнены с 14 по 17 декабря на северной окраине г. Калинин в районе лагеря Осоавиахима, поселка Волынский и на берегу Исаевского ручья. В решении Тверского городского военного комиссариата от 14.11.2019 г. определено, что все воины перезахоронены на Воинское захоронение на ул. 3. Коноплянниковой в г. Тверь.

На рис. 8 показаны положения мест первичного захоронения воинов, перечисленных в табл. 1-3.



а) Калининская, Смоленская, Калужская, Витебская области



б) в Ржевском районе Калининской области

Р и с. 8. Положение мест погребения воинов

Для 46 гв. сп 16 гв. сд на рис. 8 показаны захоронения:

- д. Замошье Осташковского р-на Калининской (Тверской) обл.;
- «Лидова гора» г. Велиж, Смоленская обл.;
- д. Полунино Ржевского р-на Калининской обл.;
- д. Бахмутово Ржевского р-на Калининской обл.;

- д. Погорелки Ржевского р-на Калининской обл.;
- д. Входы, Угранский р-н, Смоленская обл.;
- д. Дубна, Ульяновский р-н, Калужская обл.;
- д. Вязовна, Ульяновский р-н, Калужская обл.;
- с. Зароново (д. Сыворотка, д. Кухари), Витебской обл.

Для 49 гв. сд (2 гв. мсд) на рис. 8 показаны захоронения:

- д. Гнилево, Ржевского р-на Калининской обл.;
- «Курган», г. Ржев Калининской обл.

Т а б л и ц а 3

Признаны погибшими по книге погребения 243 сд

№	Фамилия, имя, отчество	Рож.	Область	Захор-н	ВЗ
	З.Коноплянниковой, г. Калинин				16
766	Черепанов Петр Федорович	1901	Кировская	14.12.41	
773	Панов Василий Степанович	1902	Кировская	14.12.41	
775	Вихорев Леонид Васильевич		Кировская	14.12.41	
797	Вережкин Степан Яковлевич	1901	Омская	16.12.41	
799	Гаврилин Егор Яковлевич	1914	Рязанская	16.12.41	
801	Серебряков Николай Мартын-ич	1911	Красноярский	16.12.41	
803	Шуенко Никон Иванович	1902	Алтайский	16.12.41	
804	Смыслов Дмитрий Дмитриевич	1907	Горьковская	14.12.41	
806	Лазарев Петр Иванович	1901	Куйбышевская	17.12.41	
808	Фомин Софрон Поликарпович	1902	Алтайский	17.12.41	
813	Кнутов Александр Григорьевич	1903	Рязанская	17.12.41	
815	Захаров Никита Огаревич	1905	Омская	17.12.41	
819	Долгушин Николай Павлович	1901	Тобольская	17.12.41	
826	Шамаков Сергей Александрович		Кировская	16.12.41	
835	Балашов Илья Тимофеевич		Курская	17.12.41	
868	Осинцов Матвей Матвеевич	1912	Алтайский	15.12.41	
	Ржевский р-н				11
2092	Синев Виктор Павлович	1924	Калининская	21.08.42	Бахмутово
2102	Шляпников Максим Андреевич	1923	Молотовская	01.09.42	Кокошилово
2104	Емельянов Василий Дмитриевич	1901	Кировская	01.09.42	Кокошилово
2106	Катаев Александр Георгиевич	1900	Молотовская	01.09.42	Кокошилово
2129	Сычев Николай Михайлович	1920	Молотовская	02.09.42	Бахмутово
2146	Устинов Андрей Петрович	1923	Челябинская	03.09.42	Бахмутово
2147	Семенов Владимир Михайлович	1901	Кировская	03.09.42	Бахмутово
2253	Белов Василий Александрович	1898	Калининская	16.09.42	Бахмутово
2265	Казаков Алексей Петрович	1923	Молотовская	21.09.42	Бахмутово
2280	Пацуков Николай Павлович	1923	Орловская	07.09.42	Кокошилово
2312	Кичигин Петр Михайлович	1915	Куйбышевская	14.09.42	Бахмутово

Для 243 сд на рис. 8 показаны захоронения:

- ул. Коноплянниковой, г. Калинин (Тверь);
- д. Кокошилово, Ржевского р-на Калининской (Тверской) обл.;
- д. Бахмутово, Ржевского р-на Калининской (Тверской) обл.

В табл. 4 приведены данные по Воинским захоронениям с указанием части, временного периода и количества воинов выявленных воинов, которые считались пропавшими без вести. Для 46 гв. сп в п. 7 указаны 4 воина, по которым уточняется место захоронения.

Т а б л и ц а 4

Часть, место и дата захоронений

№	Захоронение	Область	С даты	По дату	Кол-во
	46 гв. сп 16 гв. сд				125
1	д. Замошье	Тверская	24.12.41	24.12.41	1
2	г. Велиж	Смоленская	08.03.42	14.05.42	12
3	д. Полунино	Тверская	03.08.42	04.09.42	45
4	д. Петуново	Тверская	06.09.42	14.09.42	5
4	д. Бахмутово	Тверская	10.10.42	15.10.42	17
5	д. Погорелки	Тверская	04.12.42	19.12.42	10
6	д. Выходы	Смоленская	16.03.43	28.03.43	8
7	д. Холмищи (Вязовна)	Калужская	07.06.43	15.07.43	4
8	д. Дубна	Калужская	13.07.43	13.07.43	2
9	д. Вязовна	Калужская	15.07.43	15.07.43	2
10	с. Зароново	Витебская	23.01.44	07.02.44	19
	49 гв. сд (2 гв. мсд)				18
1	д. Гнилево	Тверская	24.09.42	01.10.42	8
2	г. Ржев	Тверская	01.10.42	14.10.42	10
	243 сд				27
1	г. Тверь	Тверская	14.12.41	17.12.41	16
2	д. Кокошилово	Тверская	01.09.42	07.09.42	4
3	д. Бахмутово	Тверская	21.08.42	21.09.42	7
	Всего				170

В процессе настоящих исследований при Тверском государственном техническом университете был создан поисковый отряд «Возвращение» (руководитель – Лазарев Олег Евгеньевич).

Продолжающиеся исследования расширяются на анализ документов иных частей, например, погребальной книги 49 гв. сп 16 гв. сд [22, с. 1].

С учетом длительной временной задержки при размещении решений комиссариатов в системах «Мемориал» и «Память народа» сканы решений размещаются авторами в ОБД «Мемориал» через механизм «Дополнительная информация», на ресурсах отряда (<https://vk.com/club187562181>), исследователей, поисковых форумах (<http://www.kremnik.ru/node/465813>).

С начала исследований материалы по воинам передаются в редакции Книги памяти. В частности, по воинам с Горьковской области в редакцию Книги памяти Нижегородской области (в 20-й том) – ответственный редактор кандидат технических наук Сергей Георгиевич Антонов [16, 7].

Материалы по воинам публикуются в районных газетах, например [12, с. 1]:

- о Синеве Викторе Павловиче уроженце Ржевского района «Я убит подо Ржевом...» в газете «Ржевская правда»;
- о Букашкине Алексее Сергеевиче уроженце Торжокского района «Он убит подо Ржевом» в газете «Новоторжский вестник»;
- о Смирнове Алексее Даниловиче из г. Кувшинова «Увековечена память кувшиновского бойца, погибшего в годы Великой Отечественной войны и считавшегося без вести пропавшим» в газете «Знамя»;
- о командире танка 2 гв. мсд Басине Павле Матвеевиче из Брянской области «76 лет считался без вести пропавшим» в газете «Унечская газета».

Через публикации, с помощью сотрудников администраций, газет, архивов, школ находятся родственники воинов, например, у Басина Павла Метвеевича внуки проживают в Брянске, дочь и внуки Линева Петра Ивановича проживают в г. Саров, дочь Зуева Василия Тихоновича проживает в Краснодарском крае, а внучка проживает в г. Сысерть, откуда был призван Теткин Павел Васильевич.

Таким образом, использование технологий баз данных и географических информационных систем позволило при анализе документов Центрального архива Министерства обороны формировать гипотезы о судьбе воинов, считающихся более 75 лет пропавшими без вести. Представление в военные комиссариаты результатов исследований, в том числе и с приложением картографических материалов, позволило в 2019 г. признать погибшими с указанием даты, мест первичного и текущего захоронения 170 воинов.

Авторы выражают благодарность за предметное и внимательное рассмотрение представляемых материалов сотрудникам Центрального архива Министерства обороны и военных комиссариатов: Ржевского, Осташковского и Тверского Тверской области, Велижского и Вяземского Смоленской области, Хвастовичского Калужской области.

Список литературы

1. Закон РФ №4292-1 от 14.01.1993 "Об увековечении памяти погибших при защите Отечества".
2. Имена из солдатского медальона. Сборник материалов поиска / Щекотилев В.Г., Щекотилова С.Н., Шалаева М.В. – Тверь, 2018. – 44 с.
3. Имена из солдатского медальона (Ранены – пропали без вести ...). Часть 2. Команды военно-пересыльного пункта 81 зсп 30 зсд и данные из писем с фронта. Сборник материалов поиска / Щекотилев В.Г., Щекотилова С.Н., Назоева Е.Г., Шалаева М.В. – Тверь, 2018. – 44 с.

4. Имена из солдатского медальона (ранены – пропали без вести ...). Часть 3. По архивным материалам 398 сп 118 сд (249 гв. сп 85 гв. сд). Сборник материалов поиска / Щекотилов В.Г., Щекотилова С.Н., Назоева Е.Г., Шалаева М.В. – Тверь, 2019. – 56 с.
5. Имена из солдатского медальона (погребены – пропали без вести). Часть 4. По материалам книги погребений 46 гв. сп 16 гв. сд. Сборник материалов поиска / Щекотилов В.Г., Щекотилова С.Н., Назоева Е.Г., Шалаева М.В. – Тверь, 2019. – 68 с.
6. Лазарева О.С., Шалаева М.В., Щекотилова С.Н., Щекотилов В.Г., Базы данных, ГИС и Интернет-технологии при установлении без вести пропавших бойцов Великой Отечественной войны // Геодезия и картография. – 2017. – Т. 78. – № 8, С. 49–58.
7. Книга памяти Нижегородской области. Том 13: Уренский, Чкаловский, Шарангский, Шахунский районы. – Нижний Новгород: ГИПП «Нижеполиграф», 1995. – 656 с.
8. Михин П. А. «Артиллеристы, Сталин дал приказ!» Мы умирали, чтобы победить. — М.: Яуза, Эксмо, 2006. — 576 с. — (Война и мы. Солдатские дневники). URL: http://militera.lib.ru/memo/russian/mihin_pa/ill.html (дата обращения: 06.01.2020).
9. Обобщенный банк данных (ОБД) «Мемориал» URL: <https://obd-memorial.ru/> (дата обращения: 06.01.2020).
10. Перепеченко Владимир. Из пропавших в павшие // Огонек, №23, 17 июня 2019 г., С.26–28.
11. Портал «Память народа» URL: <https://pamyat-naroda.ru/> (дата обращения: 06.01.2020).
12. Поисковый отряд «Возвращение», страница ВКонтакте). URL: <https://vk.com/club187562181> (дата обращения: 06.01.2020).
13. Ресурс «SASGIS. Веб-картография и навигация». URL: <http://www.sasgis.org/sasplaneta/> (дата обращения: 06.01.2020).
14. Ржевская битва 1941-1943 гг. Изд.: "История Ржева", Ржев, 2000 г.
15. Ржевский кошмар глазами немцев (Окопная правда Вермахта), Хорст Гроссман; (пер с нем. Ю.Бема). — М.: Яуза-пресс, 2010. – 256 с.
16. Смирнов Станислав «Книга памяти: продолжение следует» // Сетевое издание «Нижегородская правда», №44 от 23.04.2010 г. URL: <http://old.pravda-nn.ru/archive/number:728/article:11717/> (дата обращения: 06.01.2020).
17. Стукало С.Н. Фобия. Глава 1.15. Возвращение на войну. URL: http://www.litsovet.ru/index.php/material.read?material_id=353689 (дата обращения: 06.01.2020).
18. Трушин Александр. Армия безвестных // «Огонек», №36, 16 сентября 2019 г., С.14-16.

19. ЦА МО: Ф. 6237, оп. 288200с, д. 1, Книга погребения, 46 гв. сп 16 гв. сд 20.10.41-19.7.44, (ОБД «Мемориал» id: 1151855910), 102 с.
20. ЦА МО: Ф. 1158, оп. 2, д. 10, Книга погребения, 49 гв. сд 22.09.1942-14.10.1942. (ОБД «Мемориал» id: 1152659857), 91 с.
21. ЦА МО: Ф. 1525, оп. 2, д. 41, Книга погребения, 243 сд 19.08.1941-31.03.1943. (ОБД «Мемориал» id: 1151540266), 303 с.
22. ЦА МО: Ф. 6246, оп. 2, д. 31, Книга погребения, 49 гв. сп 16 гв. сд, 10.03.43-31.12.43 (ОБД «Мемориал» id: 1152834821), 96 с.
23. ЦА МО, Фонд: 1080, Описание: 1, Дело: 27. Журнал боевых действий 16 гв. сд 11 гв. А. Описывает период с 19.03.1942 по 19.03.1943 г., 193 с.
24. Щекотилов В.Г., Шалаева М.В., Щекотилова С.Н. Использование географических информационных систем и баз данных в исследованиях по установлению места службы и гибели без вести пропавших воинов // Историческая информатика. – 2018. – № 3. – С. 123 - 145. DOI: 10.7256/2585-7797.2018.3.27122 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=27122 (дата обращения: 06.01.2020).
25. Щекотилов В.Г., Шалаева М.В., Щекотилова С.Н. Поисковые исследования по материалам ВОВ с использованием ГИС, баз данных и интернета на примере Ржевско-Сычевской операции // Вестник ТвГУ. Серия: география и геоэкология. 2017, №1, С. 93–108.
26. Щекотилов В.Г., Шалаева М.В., Щекотилова С.Н. Применение ГИС в исследованиях установления судьбы пропавших без вести воинов // Вестник ТвГУ. Серия: география и геоэкология. 2019, №1, С. 90–107.
27. Щекотилов В.Г., Щекотилова С.Н., Шалаева М.В., Лазарев О.Е. Советские и германские карты периода Великой Отечественной войны на геопортале архивных карт XVIII-XX вв. // Геодезия и картография №6, ООО «СТП-2», Воронеж, 2015, С. 27–33.
28. Щекотилов В.Г. Растровые электронные карты 30 Армии августа 1942 г. (ВОВ-30А-42-8) // База данных. Свид. №2016620994 от 21.07.2016. Роспатент).
29. Щекотилов В.Г., Щекотилова С.Н. Шалаева М.В. Комплекс баз данных по топографическим межевым картам XIX в. восьми губерний съемки А.И. Менде // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. №5, Типография МИИГАиК, 2016, С.81–87.

APPLICATION OF GIS ATTO JUSTIFICATION PREPARATION FOR THE RECOGNITION OF DEAD BURIED WARRIORS, REPORTED MISSING

V.G. Shchekotilov¹, O.E. Lazarev², M.V. Shalaeva³, S.N. Shchekotilova⁴

¹Tverskoy City Club of Local History, Tver

²Tver State Technical University, Tver

³Moscow district court of Tver, Tver

⁴Military Aerospace Defense Academy named after Marshal of Soviet Union G.K. Zhukov, Tver

A methodology has been proposed and implemented to prepare a justification for the recognition of 75 years of missing persons as dead. The methodology is based on the use of GIS with archival and commercial maps, as well as archival materials from the database of the Memory of the People system and the Central Archive of the Ministry of Defense. In the quality of the main document, burial books were used to decide on the death of warriors, in which records on soldiers were found to be missing. The practice of sending applications with the application of printed and electronic materials to military agencies has been established. In 2019, the military commissariats made 30 decisions on the date, place of the primary and current burial of 170 soldiers.

Keywords: *GIS, map, burial, missing, burial book, database, establishment, geocoding, memorialization*

Об авторах:

ЩЕКОТИЛОВ Владимир Геннадьевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Тверской клуб краеведов, 170100, г. Тверь, Тверской проспект, д. 5, член РГО, e-mail: globus-t@yandex.ru.

ЛАЗАРЕВ Олег Евгеньевич – заведующий лабораторией кафедры геодезии и кадастра ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет, 170026, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22; e-mail: lazarev_tvgu@mail.ru.

ШАЛАЕВА Мария Владимировна – секретарь суда, Московский районный суд г. Твери, 170100, г. Тверь, ул. Московская д. 115, выпускница факультета географии и геоэкологии Тверского государственного университета, член РГО, e-mail: maria-geo@yandex.ru.

ЩЕКОТИЛОВА Светлана Николаевна – научный сотрудник Военной академии воздушно-космической обороны имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова, 170100, г. Тверь, ул. Жигарева, д.50, e-mail: sveta.shekotilova@yandex.ru.

Туризм: междисциплинарные исследования

УДК 338.48

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-1-2020-124-135>

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ МЕЖДУНАРОДНОГО ТУРИЗМА

С.И. Яковлева

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

Цель исследования – выявление основных современных особенностей туризма. Это глобальные тренды туризма, характеристика современного туриста, принципы и новые условия развития туристической индустрии. Изучение и мониторинг кардинальных изменений в туризме – актуальная тема междисциплинарных исследований и стратегических разработок.

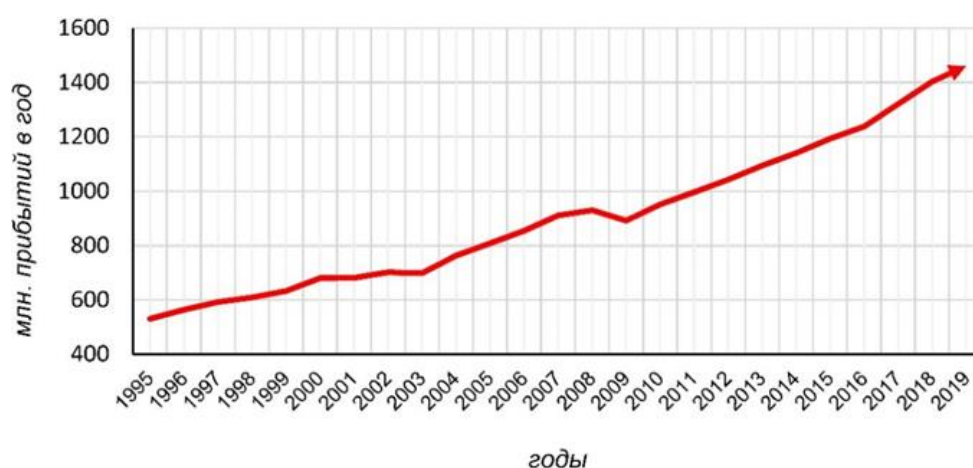
Ключевые слова: *тренды туризма, международный туризм, туристские потоки, «умные города», «умные дестинации», овертуризм, конкурентоспособность путешествий и туризма.*

Туризм является одной из крупнейших и динамичных отраслей экономики. Основные тенденции развития туризма – популярная тема публикаций, см. обзоры в статьях [11,12,13]. Повышенное внимание к мировым трендам – одно из новых актуальных направлений исследований и разработок в туризме. Цель данного исследования – систематизация основных современных особенностей туризма. Для этого тренды объединены в три тематические группы:

1. *Международный туризм:* динамика международных прибытий, география потоков: территориальная структура международного туризма и ядра концентрации турпотоков, появление «умных» дестинаций (в том числе «умных» городов).
2. *Туристы,* в том числе новые группы потребителей.
3. *Туристическая индустрия:* главные условия, задачи и принципы развития на базе выявленных трендов туризма.

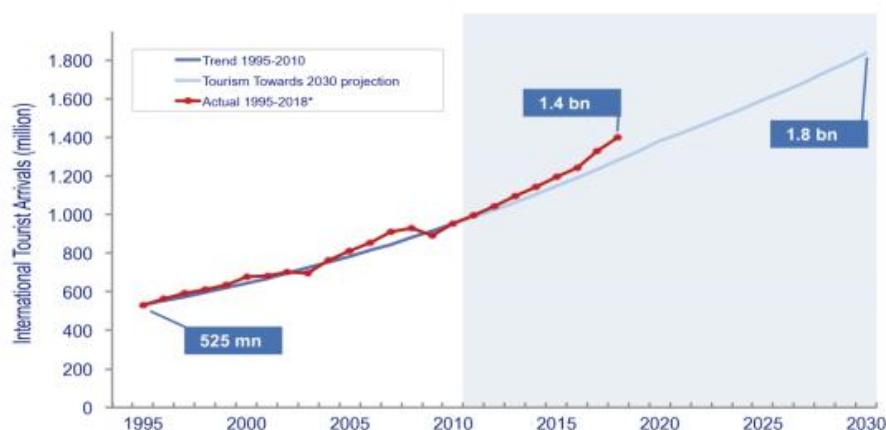
• Международный туризм: тренды

1. Международный туристский поток по количеству международных туристских прибытий (ночующих посетителей) по всему миру увеличился с 952 млн. (2010) до 1461 млн. (2019 г.). **Активная динамика развития** (роста) международного въездного туризма подтверждает прогнозные оценки его непрерывного роста на ближайшие годы (до 2030 г.) – рис. 1–2.



Р и с. 1. Рост международного въездного туризма в 1995–2019 гг., млн. прибытий в год. Составлено по источникам: [16,26,27]

Actual Trends vs Tourism 2030 Forecast- World



Source: World Tourism Organization (UNWTO), January 2019

Р и с. 2. Фактические тенденции и глобальный прогноз туризма до 2030 года. Источник: [19]

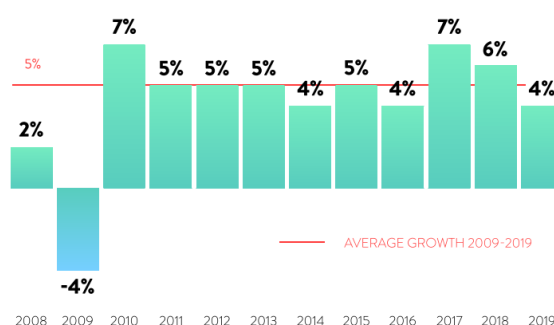
2. Рост продолжается во всех регионах мира уже 10 лет (средний темп роста – 5%, темп роста туризма превышает темп роста экономики [21]), но в 2019 г. вновь, как в 2014 и 2016 годах [20] **снижен темп роста туристского потока** до 4% – рис.3. Индикатором устойчивости туристского потока является быстрое восстановление темпов роста (например, потеря темпа в 2014 г. до 4% сменилась в 2015 г. ростом до 5%, а потеря темпа в 2016 г. до 4% сменилась в 2017 г. ростом до 7%). На

2020 г. прогнозируется рост международного потока туристов от 3% до 4%. Это значит, что впервые за 10-летие, вероятно, не удастся восстановить, потерянный в 2019 г., темп роста. *Теряется устойчивость роста* туристского потока? Замедление роста международных туристских потоков затронуло в основном страны с развитой экономикой, в частности Европу и Азиатско-Тихоокеанский регион. Причины замедления разные: геополитические, социально-экономические. При этом наиболее активно вырос поток туристов на Ближний Восток (7,6% в 2019[20]) – рис.4 и табл.1.

2019, 10TH CONSECUTIVE YEAR OF GROWTH

+ 4%

1.5 BILLION
INTERNATIONAL TOURIST
ARRIVALS



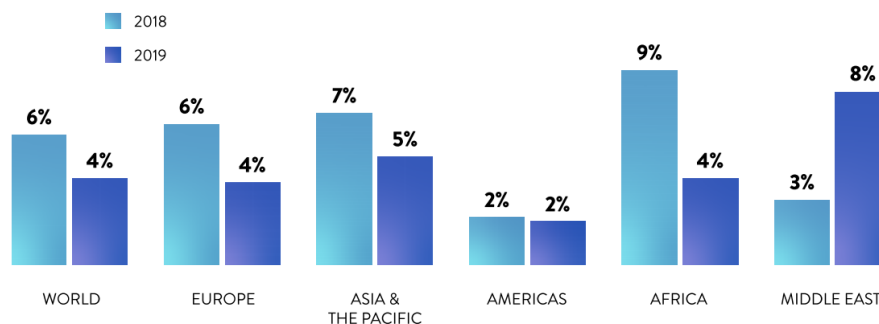
SOURCE: WORLD TOURISM ORGANIZATION (UNWTO)

Р и с. 3. Индексы роста международных прибытий в 2008–2019 гг., %.

Источник: [20]

MIDDLE EAST LEADS GROWTH BY REGIONS

GROWTH IN INTERNATIONAL TOURIST ARRIVALS, BY WORLD REGIONS (%)



SOURCE: WORLD TOURISM ORGANIZATION (UNWTO)

JANUARY 2020

Р и с. 4. Индексы динамики туристических прибытий по регионам мира в 2018 и 2019 гг. (%). Источник: [20]

Т а б л и ц а 1

Изменение и прогноз международных туристских прибытий.

Источник: [27]

Outlook for International Tourist Arrivals						
	Change				average a year	2020 Projection (issued January)
	2016	2017	2018	2019*	2009-2019*	from
World	3.8%	7.2%	5.6%	3.8%	5.1%	+3% to +4%
Europe	2.5%	8.8%	5.8%	3.7%	4.6%	+3% to +4%
Asia and the Pacific	7.7%	5.7%	7.3%	4.6%	7.1%	+5% to +6%
Americas	3.7%	4.7%	2.4%	2.0%	4.6%	+2% to +3%
Africa	7.8%	8.5%	8.5%	4.2%	4.4%	+3% to +5%
Middle East	-4.7%	4.1%	3.0%	7.6%	2.7%	+4% to +6%

Source: World Tourism Organization (UNWTO) ©

* Provisional data

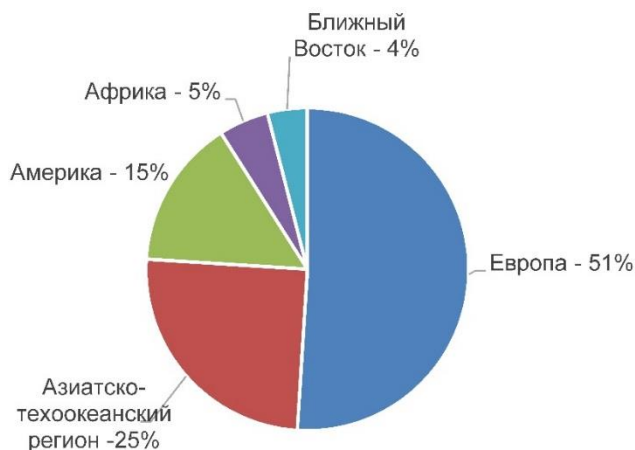
3. Устойчивость территориальной структуры международного въездного туризма по числу прибытий (туристов) в 2017–2019 гг. (табл.2, рис.4) и доминирование туристских потоков в Европу (51% мирового рынка, 2019[27]).

Т а б л и ц а 2

Параметры устойчивой территориальной структуры международного въездного туризма по числу прибытий (туристов) в 2017–2019 гг.

Источники: [18,24,20,26]

Регионы мира	2017 г.		2018 г.		2019 г.	
	млн. чел.	%	млн. чел.	%	млн. чел.	%
Европа	671	51	716	50,8	742	51
Азия (Азиатско-Тихоокеанский)	324	24	348	24,7	364	25
Америка	207	16	216	15,4	220	15
Африка	62	4,7	68	4,8	71	5
Ближний Восток	58	4,3	59	4,3	64	4
Итого	1322	100	1407	100	1461	100



Р и с. 4. Современная территориальная структура международного туризма по количеству прибытий, 2019 г., %
Составлено по источникам: [17,19]

4. Рост интереса к **городскому туризму (путешествия по городам, отдых в городах)**. Крупные города очень популярны среди иностранных гостей. Некоторые мегаполисы извлекают выгоду из туристского бума как настоящие *туристские магниты*. Фактические туристские потоки в городах намного превышают значения, указанные в официальной статистике. Сюда не входят дневные туристы и частное жилье, предоставляемое через Airbnb и аналогичные интернет-платформы [15].

5. **Обострение проблем** с чрезмерной концентрацией туристов в отдельных городах/местностях, *превышающей пропускную способность туризма*. Это явление получило название «**овертуризм**» (чрезмерный туризм). Сверхтуризм особенно характерен для «глобальных городов» [2], уникальных туристских местностей и объектов¹. Всемирная туристская организация (ЮНВТО) понимает пропускную способность туризма как «максимальное количество людей, которые могут посетить туристскую дестинацию одновременно, не вызывая разрушения физической, экономической и социокультурной среды и недопустимого снижения качества удовлетворенности посетителей» [25].

6. Появление «**умных городов**» (реализация концепции «Smart City») будет способствовать развитию туризма, умных дестинаций. Так, Барселона по итогам 2015 г. была признана «умным городом» №1 в мире, в 2017 г. общеиспанская сеть умных городов, насчитывала 82 населенных

¹ Проблемам овертуризма посвящен специальный выпуск журнала «Современные проблемы сервиса и туризма» №4, 2019. URL: <https://ru.calameo.com/read/004251076084be510e927>.

пункта. Бренд «умного города» имеют Нью-Йорк, Лондон, Ницца, Сингапур. Япония, Китай и Южная Корея развивают «умный туризм»: создают «насыщенное справочно-информационное поле, обеспечивающее потребности туриста на английском или другом доступном ему языке в режиме реального времени...Технологической основой для развития умного сервиса служит универсальная доступность беспроводного мобильного интернета, систем передачи данных BlueTooth, Wi-Fi и им подобных, а также необходимых информационных материалов и приложений для мобильной телефонии: мини-атласов, туристских справочников, навигационных программ, определителей маршрута, контентных и коллаборативных рекомендуемых систем и т.д.» [6]. В работе [5] представлены результаты углубленного анализа по конкретным решениям для 15-ти «умных городов» из разных регионов мира – Барселона, Берлин, Гонконг, Дубай, Лондон, Мельбурн, Мехико, Москва, Нью-Йорк, Париж, Сан-Паулу, Сеул, Сингапур, Токио, Шанхай.

7. Многолетняя тенденция **повышения конкурентоспособности туризма во всем мире**. Повышение конкурентоспособности объясняется, прежде всего, показателями следующих шести основных направлений: инфраструктура воздушного транспорта, готовность к информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ)¹, конкурентоспособность цен, международная открытость, расстановка приоритетов туризма, охрана и безопасность. В контексте активного роста туризма (потоков международного туризма), растущего давления на туристскую инфраструктуру и услуги, *конкурентоспособность туризма* может рассматриваться одновременно как мощный драйвер экономического роста или риск для дальнейшего развития отрасли, если не будет правильно управляться. *Индекс конкурентоспособности путешествий и туризма (ТТСИ)* публикуется раз в два года и оценивает конкурентоспособность туризма разных стран мира: 136 стран в 2017 г. [24], 140 стран – в 2019 г. [22,25]. Для сравнительного анализа рассчитывается общий индекс на базе 4-х субиндексов. Каждый субиндекс объединяет несколько тематических индексов, всего их 14. Для расчетов используется 90 исходных показателей. Результаты доклада 2019 г., опубликованные под названием «Путешествия и туризм на переломном этапе», сопоставляют значительный рост туризма и повышение конкурентоспособности во всем мире с более медленными

¹ Готовность к информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ) является *технологической основой* для развития умного сервиса (в том числе «умных городов», «умных туристских дестинаций»)

темпами улучшения и внедрения необходимой инфраструктуры и устойчивых методов управления туризмом. Результаты ТТСИ 2019 г. показывают, что улучшение инфраструктуры воздушного транспорта дали заметное увеличение пропускной способности маршрутов и количества авиакомпаний, предоставляющих услуги в отдельных странах. Международная открытость прогрессирует, и страны с низким уровнем доходов идут впереди. Цифровая связь поддерживается растущим числом людей, пользующихся интернетом, а это означает, что в настоящее время все больше стран могут использовать растущий список цифровых услуг туризма. При этом, как отмечает доклад 2019 г. [25], будущий спрос на транспортные услуги, особенно в отношении авиации, *может опередить улучшения инфраструктуры*. Необходимо также проделать дополнительную работу, чтобы обеспечить сохранение культурных и природных ценностей в условиях растущих туристских потоков.

Лучшие 10 стран-лидеров по развитости туризма остаются прежними [25]: Испания, Франция, Германия, Япония, США, Великобритания, Австралия, Италия, Канада и Швейцария. Из них только Великобритания потеряла свои позиции с 2017 г. (с 5-го на 6-е место), её место заняли США (с 6-го на 5-е место). Основные преимущества лидеров связаны с хорошо развитой инфраструктурой, природными и культурными ресурсами.

Конкурентоспособность туризма часто приводит к значительному *увеличению спроса на поездки и туризм*. Учитывая прогнозируемый рост туризма в ближайшее десятилетие, важно понимать последствия и влияние конкурентоспособности туризма, чтобы государственные и частные заинтересованные стороны могли совместно разрабатывать пути устойчивого управления сектором с течением времени. Например, развивающиеся страны могут столкнуться с резким увеличением числа посетителей, что в конечном итоге приведёт к перегрузке местной инфраструктуры, может вызвать нехватку жилья и ухудшить культурную и природную ценность дестинаций, которая привлекает туристов в первую очередь.

- **Общая характеристика и поведение современного туриста:**

1. Растущая частота, гибкость и краткосрочность поездок, растущий опыт путешествий.
2. Повышенные требования к качеству турпродуктов и услуг, уровню обслуживания, и обеспечению личной безопасности.
3. Ожидание предложений с учетом индивидуальных предпочтений и предыдущего опыта современных туристов.

4. Преимущественная ориентации на бренды¹ (как безопасные турпродукты).

5. Индивидуализация принятия решения по проведению отпуска, расширение дифференциации мотивов и видов деятельности [14].

6. Структура поездок по целям остаётся достаточно устойчивой: основными целями поездок в туризме в 2018 г. были досуг, отдых и праздники – 56%; посещение друзей и родственников, здоровье, религия и др. составляли 27%, бизнес и профессиональные задачи – 12% и прочее – 5% [16].

7. Доминирует ориентация на авиатранспорт для путешествий (58% в 2018 г.) [16]. Транспортные инновации влияют на рост мобильности пассажиров.

8. Современные туристы – активные и уверенные пользователи Интернета, мобильных телефонов, гаджетов и пр. [12], заинтересованы в «умных услугах» туризма.

9. Возвращение (и активное обращение) к услугам профессиональных турагентств.

10. Появление новых групп потребителей [13] – более богатых и пожилых. При этом значительную долю начинают занимать туристы поколения Z (молодые люди, родившиеся в конце 1990-х – начале 2010-х гг.).

11. Активное развитие новых форм отдыха и туризма [12]: совмещение бизнес-поездок с отдыхом, индивидуальные путешествия, короткие поездки на уикенд и коуч-туры. Главная мотивация: путешествие ради новых впечатлений.

12. Потребительское поведение определяет разные типы туристов [1].

- **Тенденции развития туристической индустрии**

1. Формирование «экономики впечатлений» [3,4,5].
2. Внедрение цифровых технологий в сфере туризма.
3. Особая актуальность качества обслуживания и услуг в туризме.
4. Индивидуальный подход к обслуживанию потребителей (туристов)[7].

- **Основные принципы развития туристической индустрии:**

1. Современное развитие в соответствии с принципами и целями устойчивого (ответственного) туризма [8,9, 23].

¹ У России как туристского направления, нет бренда и слогана [10]

2. Социальная инклюзивность туризма (включенность в путешествия всех социальных групп, в том числе требующих специальных/специализированных условий обслуживания). Растущий спрос на туристский продукт, предназначенный для так называемого «зрелого» (по возрасту) сегмента туристского рынка [14].

3. Учет национальных и религиозных особенностей туристов при организации путешествий [14].

В условиях быстрого развития экономики туризма основные **долгосрочные факторы**, такие как *изменение демографических показателей* (появление новых групп потребителей), *изменение спроса*, создание *цифровой среды* («умные» города и туристские дестинации, «умные» туристские услуги), *изменение климата*, *транспортные инновации* и другие факторы, влияющие на рост мобильности пассажиров, открывают новые возможности и ставят новые задачи. Так как рост влияния информационных технологий несомненно продолжится, по мнению Всемирной организации по туризму, «лицо» туризма к 2040 г. изменится кардинально [11].

Новая тенденция в области туризма – *повышенное внимание к мировым трендам*, а также осознание необходимости разработки стратегических подходов к адаптации в динамично развивающемся обществе, модернизации нормативно-правовой базы на основе широкого привлечения заинтересованных сторон и с учетом новых деловых подходов к предоставлению услуг.

Список литературы

1. Александрова А.Ю. Типы туристов//Международный туризм. Учебник. - М.: Аспект Пресс, 2002. – 470 с. Гл. 3. URL: http://tourlib.net/books_tourism/aleks.htm.
2. Александрова А.Ю. Актуальные тенденции развития сферы туризма в глобальных городах мира // Современные проблемы сервиса и туризма. №2. 2015. Т.9. С.5–13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-tendentsii-razvitiya-sfery-turizma-v-globalnyh-gorodah-mira>.
3. Александрова А. Ю. Туристская поездка как сумма впечатлений // Российские регионы: взгляд в будущее. 2015. №3 (4). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/turistskaya-poezdka-kak-summa-vpechatleniy>.
4. Афанасьев О.А. Экономика впечатлений в туристской индустрии: инновации и тренды отрасли // Современные проблемы сервиса и туризма. №2. 2019. Т.13. С.5–6. URL: <https://ru.calameo.com/read/00425107636233ce41f21>.

5. Вотцель Д., Кузнецова Е. Технологии умных городов: что влияет на выбор горожан? McKinsey Center for Government. Июль 2018. URL: <https://www.mckinsey.com/ru/~media/McKinsey/Industries/Public%20Sector/Our%20Insights/Smart%20city%20solutions%20What%20drives%20citizen%20adoption%20around%20the%20globe/smartcitizenbook-rus.ashx>.
6. Молчанова В.А. Тенденции инновационного развития туристских дестинаций: «умная дестинация» / М.А. Молчанова // Экономика и предпринимательство. 2017. № 9-3 (86-3). С. 715-720. URL: https://www.researchgate.net/publication/327269511_Tendencii_innovacionnogo_razvitia_turistskih_destinacij_umnaa_destinacia.
7. Никитинский Е.С. Тенденции и приоритеты инновационного развития туризма // Вестник КазНУ. Серия географическая. №1/2 (42) 2016. С. 43-49. URL: https://edutversu-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/yakovleva_si_tversu_ru/Eepex0OvAhxAnfc1NcJFju8BYNr89XEaWfzzXmNNXz_3sg?e=g8qF71.
8. Преобразование нашего мира: Повестка дня для устойчивого развития 2030 года. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>; http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=R.
9. Программа устойчивого туризма в составе 10-летней рамочной программы в области Устойчивого потребления и производства. ООН. URL: https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/brochure_10yfp_stp_rus_17_oct_2016_0.pdf.
10. Символика: бренды стран мира. URL: <http://tourbrand.russia.travel:65520/#examples>.
11. Тренды в туристической сфере в 2020 году. URL: <https://welcometimes.ru/opinions/trendy-v-turizme-v-2020-godu>.
12. 6 Трендов туризма в 2019 году. Март 14, 2019. URL: <https://welcometimes.ru/opinions/6-trendov-turizma-v-2019-godu>.
13. Фролова Е.А. Тенденции и проблемы развития мирового туризма // Вестник ГУУ. 2019. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-i-problemy-razvitiya-mirovogo-turizma>.
14. Яковлева С.И. Глобальные тренды туризма и характеристика современного туриста как новые условия развития туриндустрии//

- Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер. «География и геоэкология». 2018. Выпуск 1. С.102–116. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32658710>.
15. Burdack J. Internationaler Städtetourismus in Deutschland//. Aktuell.nationalatlas.de. URL: http://aktuell.nationalatlas.de/staedtetourismus-2_04-2018-0-html/.
16. Global and regional tourism performance. URL: <https://www.unwto.org/global-and-regional-tourism-performance>.
17. Infographics. URL: <https://webunwto.s3.eu-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/2020-01/Infografia-EN.pdf>.
18. Insight Report the Travel & Tourism Competitiveness Report 2017. Paving the way for a more sustainable and inclusive future. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-travel-tourism-competitiveness-report-2017>.
19. International Tourism Results 2018 and Outlook 2019. Source: World Tourism Organization (UNWTO), January 2019. URL: https://webunwto.s3-eu-west-1.amazonaws.com/imported_images/51589/unwto_barometer_jan19_presentation_en.pdf.
20. International tourism 2019 and Outlook for 2020. URL: <https://webunwto.s3.eu-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/2020-01/Barometro-Jan-2020-EN-pre.pdf>.
21. International tourism growth continues to outpace the global economy. 2020. URL: <https://www.unwto.org/international-tourism-growth-continues-to-outpace-the-economy>.
22. Insight Report the Travel & Tourism Competitiveness Report 2019 Travel and Tourism at a Tipping Point. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TTCR_2019.pdf.
23. Making Tourism More Sustainable - A Guide for Policy Makers, UNEP and UNWTO, 2005= Сделать туризм более устойчивым: руководство для разработчиков политики. Программа ООН по окружающей среде. p.18-19. URL: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/dtix0592xpa-tourismpolicyen.pdf>.
24. The Travel & Tourism Competitiveness Report 2017. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TTCR_2017_web_0401.pdf.
25. The Travel & Tourism Competitiveness Report 2019. Travel and Tourism at a Tipping Point. World Economic Forum. Geneva, 2019. 129 с. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-travel-tourism-competitiveness-report-2019>.

26. UNWTO Tourism Data Dashboard. URL: <https://www.unwto.org/unwto-tourism-dashboard>.
27. UNWTO World Tourism Barometer N°18 January 2020 =Всемирный туристический барометр ЮНВТО № 18, январь 2020 г. <https://www.unwto.org/world-tourism-barometer-n18-january-2020>; https://webunwto.s3.eu-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/2020-01/UNWTO_Barom20_01_January_excerpt.pdf.

MODERN TRENDS OF INTERNATIONAL TOURISM

S.I. Yakovleva

Tver State University, Tver

The purpose of the study is to identify the main modern features of tourism. These are global tourism trends, a characteristic of a modern tourist, principles and new conditions for the development of the tourism industry. The study and monitoring of cardinal changes in tourism is a hot topic of interdisciplinary research and strategic development.

Keywords: *tourism trends, international tourism, tourist flows, "smart cities", "smart destinations", overtourism, competitiveness of travel and tourism.*

Об авторе:

ЯКОВЛЕВА Светлана Ивановна – доктор экономических наук, кандидат географических наук, доцент, профессор кафедры туризма и природопользования ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170021 Тверь, ул. Прошина, д. 3, корп. 2; e-mail: Sv_Yakowleva@mail.ru.

УДК 911.372.4

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-1-2020-136-142>

РАССЕЛЕНИЕ И ТУРИЗМ ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е.С. Котова, М.С. Сергеева, С.И. Яковлева

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

Цель исследования – выявление особенностей расселения (сети населённых пунктов) и организации заповедного туризма на природоохранных территориях. Туризм в заповедниках и национальных парках – популярная тема междисциплинарных исследований и стратегических разработок, а также актуальный вопрос туристско-рекреационного природопользования. Географический анализ особенностей расселения природоохранных территорий – актуальная, но слабо изученная тема.

Ключевые слова: *особо-охраняемые природные территории (ООПТ), заповедный туризм, сельское расселение, специализированные пункты (центры).*

Природоохранные территории часто называют заповедными. Это подчёркивает их главную функцию – сохранение первозданного состояния природного ландшафта и биоразнообразия. Это возможно только при условии строгого соблюдения подлинного заповедного режима невмешательства в природные процессы. Данная функция базируется на научно-исследовательской деятельности.

Понятие заповедного туризма, как туризма в национальных парках и заповедниках, отражает разные виды экологического туризма: научные туры; познавательные туры (орнитологические, ботанические, ландшафтно-географические, археологические, этнографические и др.); приключенческие туры (пешие, водные, конные, горные); летние лагеря и программы для школьников; поездки выходного дня [2] и т.д.

Два направления – охрана природы (в том числе ради сохранения промыслового хозяйства) и массовый туризм – легли в основу организации первых советских заповедников. В 1933 г. в государственной политике заповедного дела «победил» массовый туризм как основное направление использования заповедников [6]. Целое десятилетие (до 1960 г.) большинство заповедников было закрыто и передано в лесозаготовительное хозяйство. Затем они вновь открылись, и развиваются по-разному: как научно-исследовательские центры в сочетании с экологическим туризмом или как охраняемые природные территории.

Заповедные территории – популярная тема исследований различных специалистов. В нашем исследовании предпринята попытка показать два совершенно разных типа заповедных территорий: *научно-*

исследовательский тип (на примере Центрально-лесного биосферного заповедника [5]) и *представительский* тип (на примере национального парка «Завидово» [3]). В сравнительном анализе показаны только два элемента – расселение (система населённых пунктов) и туризм. Пространственное сочетание системы расселения местного населения и специализированных пунктов (опорных центров заповедных территорий), а также режим туристского использования заповедных территорий в анализируемых природоохранных территориях совершенно разные.

На территории **национального парка «Завидово»** расположена резиденция президента России. Это определяет строгий пропускной режим посещения территории вокруг объекта. Поэтому никаких форм массового экологического туризма нет и не предполагается.

Т а б л и ц а 1

Поселенческая сеть Завидовского национального парка
и его охранных зон
(рассчитано М.С.Сергеевой)

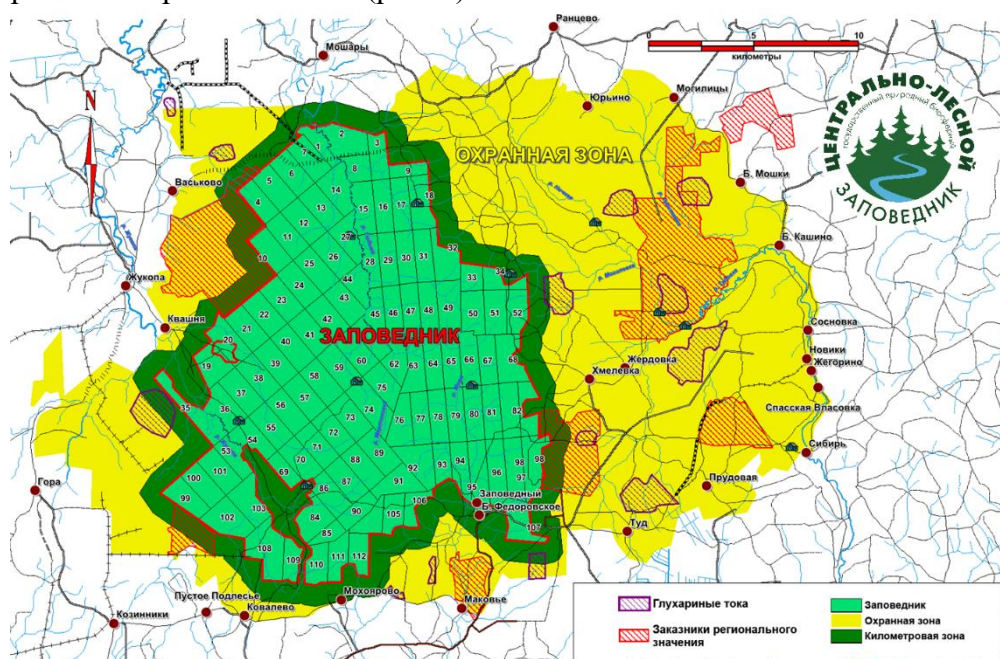
№	Функциональные зоны природного парка	Кол-во населенных пунктов в функциональных зонах				
		Опорные центры (название, людность)	деревни	сёла	посёлки	Всего
1	Заповедная	пгт.Козлово, Конаковский район Тверской области (3884 чел.)	73	2	4	79
2	Буферная зона заповедника (1 км вокруг национального парка)	Конаковский район Тверской области: пгт Редкино 11703 чел.), пгт Новозавидовский (7479 чел.), п.Изоплит (1769 чел.)	29	3	3	35
3	Охранная зона заповедника	п.Решетниково Московская обл. (3118 чел.)	14	1	3	18
	Всего в опорных центрах	27953 чел.	116	6	10	132

Заповедник организован в 1972 г. (на базе охотхозяйства с 1929 г.), с 1992 г. – национальный парк «Завидово». Создан на территории с уже сложившимся расселением, поэтому многие населённые пункты

оказались на территории природоохранного объекта. Территория национального парка и его охранных районов плотно заселена: общая численность населения – 38 355 чел. (2010). Поселенческая сеть включает 132 пункта (из них 5 – рабочие посёлки, остальные – сельские пункты). Непосредственно в национальном парке расположено 79 населенных пунктов и еще 53 – в буферной и охранной зонах (см. табл.1).

Сельских пунктов без постоянных жителей немного, их нет в охранной зоне. Опорные центры расселения функциональных зон национального парка – рабочие посёлки Козлово, Редкино, Новозавидовский, Изоплит (это посёлки Конаковского района Тверской области) и Решетниково (Московская обл.). В каждом из них работают промышленные предприятия, при этом территория считается экологически чистой. Территория национального парка и его охранные районы являются урбанизированными зонами (посёлками) с сельскими окрестностями. Ядром национального парка является участок особого назначения – резиденция «Русь».

Центрально-лесной государственный биосферный заповедник (1930) [4,5,7] – пример классического заповедника, его история отражает все этапы и проблемы развития заповедников в нашей стране. Основная часть заповедной территории находится в Нелидовском районе Тверской области (рис. 1).



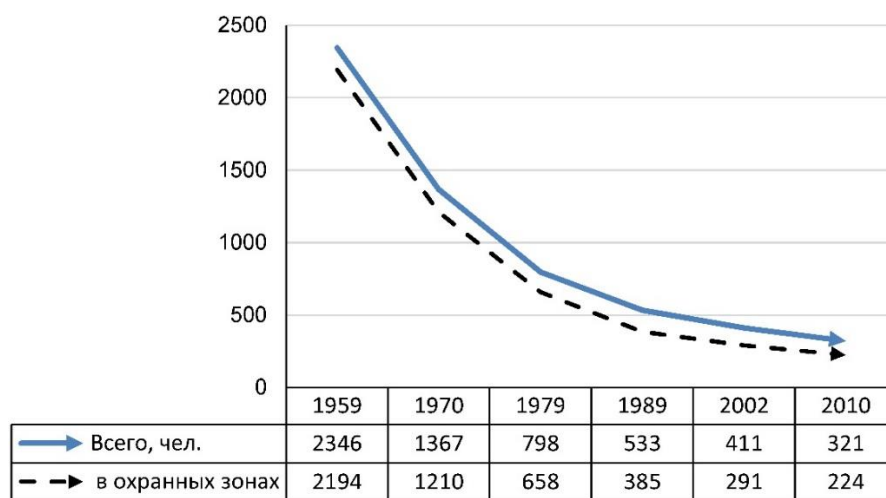
Р и с. 1. Территория Центрально-лесного заповедника и его охранные зоны (карта открыта на сайте заповедника: www.clgz.ru)

Территория редкого сельского расселения: процесс обезлюдения во всех зонах (и посёлках сотрудников заповедника) продолжается с 1959 г., к 2010 г. остался 321 чел. (рис.2). Расселение: 13 сельских населённых пунктов с постоянными жителями. *Заповедная зона*: опорный центр – посёлок Заповедный (39 чел., 2010). *Функции*: научно-исследовательский центр, объект туризма (музей, визит-центр). Рядом (1 км – *буферная зона*) находится д.Большое Федоровское (58 чел., 2010) – это основное место жительства сотрудников заповедника. Всего в буферной зоне 10 сельских пунктов, из них только два с населением. На территории заповедника есть 10 урочищ – это территории бывших деревень. *Охранная зона* (по линии сельского расселения вокруг буферной зоны): 48 сельских пунктов, из них в 38-ти нет постоянных жителей; остальные – малые деревни: 4 деревни с численностью населения от 1 до 5 чел.; 3 деревни от 6 до 20 чел.; 2 деревни людностью более 20 чел., 1 кордон, 12 урочищ (бывшие деревни) – табл.2.

Т а б л и ц а 2

Территориальная структура расселения Центрально-Лесного
государственного биосферного заповедника
(рассчитано Е.С. Котовой)

№	Функцио- нальные зоны заповедника	Количество сельских пунктов в функциональных зонах			
		Опорный центр (название, людность)	Деревни и пункты без постоянных жителей	Кордоны	Всего
1	Заповедная	Посёлок Заповедный (39 чел.)	1	-	11
2	Буферная	-	9	-	19
3	Охранная	-	48	1	61
	Всего	1	58	1	91



Р и с. 2. Обезлюдение территории Центрально-лесного заповедника и его охранных зон (составлено по материалам переписей населения)

На территории заповедника организовано 6 экологических троп (менее 1 км и протяженные – до 20 км): «Тайны Оковского леса» (900 м), «Лесная Азбука» (900 м), «Болото Старосельский мох» (6 км), «Урочище Красный Стан» (20 км), «Урочище Барсучиха» (20 км) и «Урочище Сибирь» (18 км). Каждый маршрут имеет паспорт и схему (открыты на сайте заповедника [5]). В опорном центре – пос. Заповедный работают визит-центр и современный музей. Для гостей (например, отдых в выходные дни) есть гостиница и гостевые домики (с 2013 г.), баня. В заповеднике проводятся событийные мероприятия и праздники, регулярно проводятся научные семинары и конференции. Для школьников организована летняя школа. В заповеднике проходят учебные практики студентов разных вузов страны. Число посетителей растет (около 1,5 тыс. чел. в год), среди посетителей – школьники (половина), студенты (до 15%) и туристы (треть)[7].

Заповедный туризм активно развивается во многих странах мира. Протяженные туристские, в том числе экологические тропы прокладываются через природоохранные территории. При этом «заповедные ядра» таких территорий закрыты для массового туризма [1]. Основным методом территориального планирования природоохранных территорий является функциональное зонирование с тем, чтобы каждой зоне определить строгость режима природопользования. Для туризма должны быть определены только отдельные участки вне «заповедного ядра», которые должны иметь туристскую инфраструктуру. Мы

поддерживаем предложения специалистов развивать заповедный туризм только в охранных зонах ООПТ (заповедников и национальных парков), для этого «законодательно должен быть закреплён принцип обязательности организации охранных зон достаточной ширины (по аналогии с водоохранными зонами) вокруг заповедников, а также согласовано с регионами закрепление за определёнными заповедниками участков земель, функционирующих в качестве биосферных полигонов (зон сотрудничества)» [1]. Считаем важным подчеркнуть, что заповедный туризм не должен носить массовый характер, сезоны и время посещения должны быть научно-обоснованы, количество туристов – строго регламентировано (необходимо объективно оценить пропускную способность туризма).

Список литературы

1. Бриних В. Организация туризма в заповедниках: право на жизнь. 20.06.2014. URL: <https://www.forest.ru/articles/organizatsiya-turizma-v-zapovednikakh-pravo-na-zhizn/>.
2. Галанин А. В., Долгалева Л. М. Стратегии, проблемы и перспективы развития экотуризма в Приморье в современных условиях, IV. URL: <http://botsad.ru/menu/activity/articles/galanin-v/strategii-problemy/strategii-problemy-i-perspektivy-razvitiya-ekoturizma-v-primore-/>.
3. Завидово национальный парк на сайте Росзаповедцентра. URL: <https://www.iacgov.ru/Home/GetOOPT?id=f5b17a63-3a52-45b6-9a5a-a83bd5fdb93f>.
4. Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник на сайте Росзаповедцентра. URL: <https://www.iacgov.ru/Home/GetOOPT?id=f31828a4-81b5-4ea9-87d7-49124289789a>.
5. Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник: сайт. URL: www.clgz.ru.
6. Шмыглева А. В. Заповедники раннесоветской эпохи: теория и практика // Вестник СибГИУ. 2017. №3 (21). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zapovedniki-rannesovetskoy-epohi-teoriya-i-praktika>.
7. Шуйская Е. А., Киселева К. И., Кирьянова Ю. В. Перспективы туризма в Центрально-Лесном заповеднике // Мордовский заповедник. 2013. №5 (5). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-turizma-v-tsentralno-lesnom-zapovednike>.

SETTLEMENTS AND TOURISM IN NATURE CONSERVATION AREAS

E.S. Kotova, M.S. Sergeeva, S.I. Yakovleva

Tver State University, Tver

The purpose of the study is to identify the features of resettlement (a network of settlements) and the organization of tourism in nature conservation territories. Tourism in nature reserves and national parks is a popular topic of interdisciplinary research and strategic planning, as well as an urgent issue of tourist-recreational nature management. A geographical analysis of the features of the settlement of nature conservation areas is an urgent, but poorly studied topic.

Keywords: *especially protected natural territories, tourism in nature reserves and national parks, rural settlements, specialized points (centers).*

Об авторах:

КОТОВА Екатерина Сергеевна – студентка 1 курса магистратуры по направлению «География», ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет». 170021 Тверь, ул. Прошина, д. 3, корп. 2, e-mail: ekaterina.kotov2017@yandex.ru.

СЕРГЕЕВА Маргарита Сергеевна – студентка 2 курса магистратуры по направлению «География», ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет». 170021 Тверь, ул. Прошина, д. 3, корп. 2, e-mail: margarita.sergeeva.6911@mail.ru.

ЯКОВЛЕВА Светлана Ивановна – доктор экономических наук, кандидат географических наук, доцент, профессор кафедры туризма и природопользования ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет». 170021 Тверь, ул. Прошина, д. 3, корп. 2, e-mail: Sv_Yakowleva@mail.ru.

Контактные данные редакционной коллегии

170021, г. Тверь, ул. Прошина, д. 3, корп. 2, комн. 101

Тверской государственный университет

телефон/факс: (4822) 77-84-17;

Главный редактор – Яковлева Светлана Ивановна (89157256091);

Зам. главного редактора – Тихомиров Олег Алексеевич;

Отв. секретарь – Кравченко Павел Николаевич;

Yakovleva.SI@tversu.ru

Вестник Тверского государственного университета.

Серия: География и геоэкология № 1 (29), 2020

Подписной индекс: **80208** (каталог российской прессы «Почта России»)

Подписано в печать 17.03.2020. Выход в свет 20.03.2020.

Формат 70 x 108 ¹/₁₆. Бумага типографская № 1.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,5.

Тираж 500 экз. Заказ № 93.

Издатель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный университет».

Адрес: Россия, 170100, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33.

Отпечатано в редакционно-издательском управлении Тверского государственного университета.

Адрес: Россия, 170100, г. Тверь, Студенческий пер., д. 12, корпус Б.

Тел. РИУ: 8 (4822) 35-60-63. *Цена свободная.*