

- [5] Human Development Report 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://hdr.undp.org/> (дата обращения: 23 09 2016).
- [6] IMF: World Economic Outlook Database, April 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/index.aspx> (дата обращения: 3 08 2016).
- [7] International debt statistics 2016. Washington, DC: World Bank, 2016.
- [8] Landlocked Countries: Opportunities, Challenges, Recommendations. Strany, ne imeyushchie vyhoda k moryu: vozmozhnosti, problemy, rekomendacii // Evropejskaya ehkonomicheskaya komissiya OON, 2002. (Original: TRADE/2002/23 Landlocked Countries: Opportunities, Challenges, Recommendations). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.unece.org/trade/ctied6/trd-02-23r.doc> (дата обращения: 29 08 2016).
- [9] UN: Development Policy and Analysis Division (DESA). [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.un.org/en/development/desa/policy/cdp/ldc_info.shtml (дата обращения: 9 09 2016).
- [10] World Bank database. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators> (дата обращения: 09 09 2016).
- [11] World Bank. New country classifications by income level. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://blogs.worldbank.org/opendata/new-country-classifications-2016> (дата обращения: 06 09 2016).
- [12] World Bank, World Development Indicators database. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://data.worldbank.org/russian> (дата обращения: 06 09 2016).

Изв. РГО. 2017. Т. 149, вып. 4

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕЛЬСКОГО РАССЕЛЕНИЯ ВАЛДАЙСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ И ЕГО ТРАНСФОРМАЦИИ НА РУБЕЖЕ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ И НОВОГО ВРЕМЕНИ

© О. Н. ТРАПЕЗНИКОВА,^{1*} А. А. ФРОЛОВ^{2}**

^{*} Институт геоэкологии им. Е. М. Сергеева РАН, Москва

^{**} Институт всеобщей истории РАН, Москва

E-mail: ¹ ontolga@gmail.com

² npkfrolov@gmail.com

Статья посвящена анализу исторической системы сельского расселения Валдайской возвышенности, входившей в состав Деревской пятины Новгородской земли, и ее трансформации в XVI—XVII вв. на примере Городенского и Березайского погостов. С учетом главной методической проблемы данного исследования, а именно невозможности точной локализации значительного числа деревень конца XV в., было предпринято не детерминированное, а вероятностное моделирование системы расселения на основе марковского потока и пуассоновского распределения. Эмпирическая проверка показала в целом соответствие системы сельского расселения в данном регионе закону Пуассона в том случае, когда наблюдается однородность природных и социально-экономических условий. Характерно, что при смене системы расселения с малодворной на многодворную, но значительно более разреженную сохранилось соответствие закону Пуассона, но существенно сократилась аграрная освоенность территории.

Ключевые слова: система сельского расселения, локализованные поселения, Генеральное межевание, моренно-камовые холмы, писцовая книга, вероятностное моделирование, распределение Пуассона.

При распространении пашенного земледелия на водораздельные ландшафты в лесной зоне возникали элементарные агрогеосистемы, представлявшие собой сравнительно небольшой ареал постоянной пашни, окружающей малое поселение (1—2 двора). Такая деревня была населена, как правило, близкими родственниками, им же принадлежали близлежащие кормовые и прочие угодья. Пока хватало земельных ресурсов, шло экстенсивное сельскохозяйственное освоение территории, но когда продуктивная емкость прилегающей пашни оказывалась недостаточной для выросшего населения данного населенного пункта, происходило отселение одной из малых семей на новое место, где возникала новая элементарная агрогеосистема с новым мелким поселением в центре [9]. Антропогенная нагрузка на территорию распределялась равномерно. Такое экстенсивное расселение и сельскохозяйственное освоение отмечались многими исследователями [1, 14] на всей территории лесной зоны Восточно-Европейской равнины.

Относительно полные данные для изучения в историко-географическом отношении есть по территории Валдайской возвышенности, описанной в составе земель Деревской пятины Новгородской земли (древнейшие данные содержатся в писцовой книге Деревской пятины письма 1495—1496 гг. (ПКДП)) [7, 13]. К концу XV в. территория возвышенности была освоена путем более или менее свободного расселения, и сформировавшаяся в результате структура, согласно нашей гипотезе, отвечала природным условиям региона. Во 2-й половине XVI в. началась коренная перестройка структуры расселения, результат которой отражен материалами Генерального межевания (ГМ) земель Российской империи, начатого в 1765 г. и продолжавшегося еще в XIX в.

Городенский и Березайский погосты находятся в пределах Восточно-Валдайского ландшафта. Рельеф территории в значительной степени является результатом ледниковой и водно-ледниковой аккумуляции различных стадий Валдайского оледенения. Конечно-моренные гряды чередуются с мелкими моренными холмами, камами, зандрами. Высота холмов и гряд достигает 60 м. Характерна частая смена почвенно-растительного покрова. На песчаных камовых комплексах и зандровых равнинах произрастают сосняки и различные заболоченные типы сосновых и сосново-мелколиственных лесов. Межхолмные понижения заняты болотами и озерами. На территории Городенского погоста расположено не менее 35 озер, с площадью до 5 км². Распахивались в первую очередь моренные и камовые холмы, первоначально занятые ельниками сложными с дубом, кленом, липой.

Городенский погост расположен на Валдайской возвышенности в пределах одного ландшафта моренно-камовых холмов. В границах погоста выделены две крупные природные единицы ранга местности, по классификации Н. А. Солнцева с соавторами [2] (рис. 1).

1. Большая юго-восточная часть Городенского погоста расположена выше 200 м над ур. моря, а отдельные участки всхолмлений превышают высоту 240 м.

2. Северо-западная меньшая часть Городенского погоста расположена на отметках менее 200 м над ур. моря, за исключением отдельных всхолмлений. Эта пониженная ландшафтная местность, по которой протекают две основные реки микрорегиона: Полометь и ее правый приток Лонница. Долины

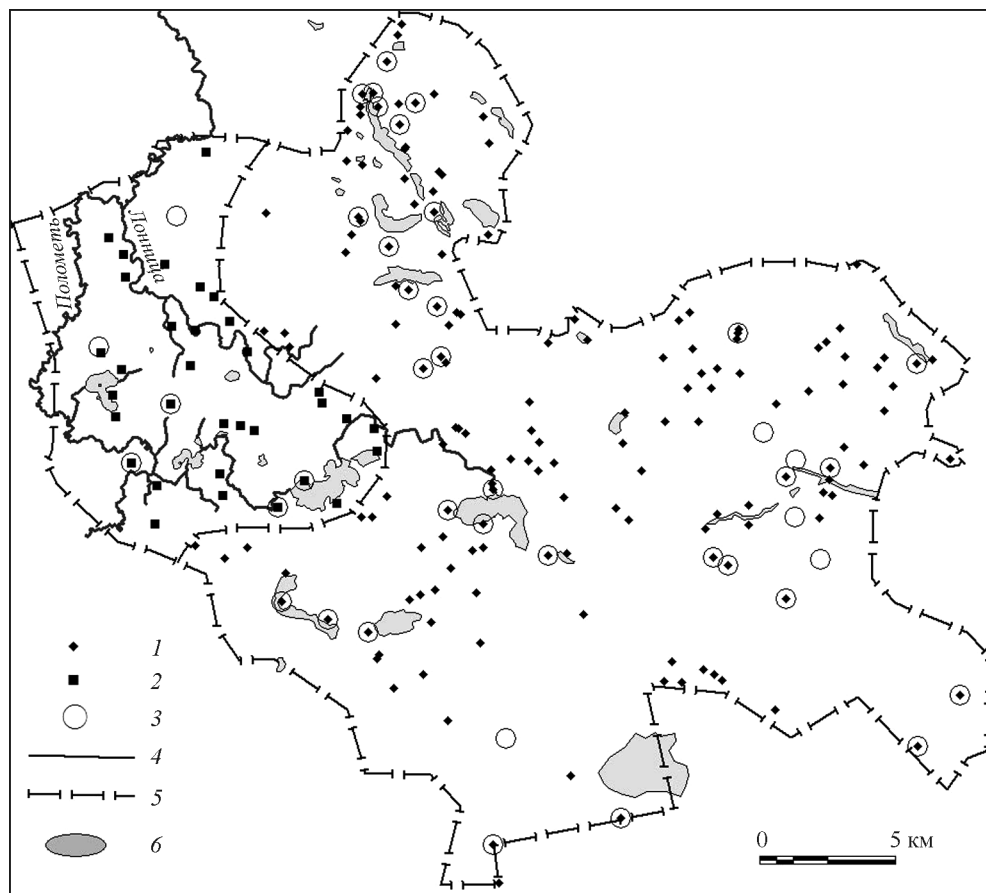


Рис. 1. Картосхема Городенского погоста.

1 — поселения возвышенной местности, 2 — поселения пониженной местности, 3 — поселения по схеме Генерального межевания в границах бывшего Городенского погоста, 4 — реки, 5 — границы частей погоста, 6 — озера.

этих малых рек голоценового возраста плохо сформированы и слабо выражены в рельефе, фактически они занимают межамовые понижения, включая озерные котловины (озера Русское, Озер).

Микрорегион в нижнем течении р. Березайка расположен также в пределах Валдайской возвышенности, в 100 км к северо-востоку от Городенского погоста, здесь абсолютные высоты не превышают 180 м. По природным условиям микрорегион близок к пониженной северо-западной части Городенского погоста. Это же относится и к долине р. Березайка, основной реке Березайского микрорегиона (рис. 2).

Методика исследований. Для анализа системы расселения конца XV в. использованы данные о расположении 191 селения (при другой методике подсчета 243 — см. далее) Городенского погоста и 34 поселения на р. Березайке, включая крупное (95 дворов [12]) главное поселение — Березовский рядок.

Главная методическая проблема данного исследования — невозможность точной локализации значительного числа деревень конца XV в. В Городен-

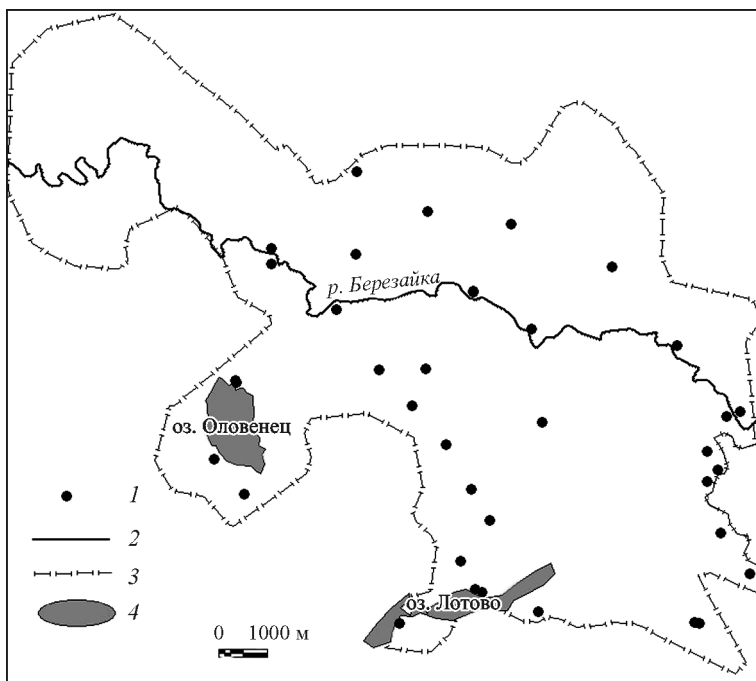


Рис. 2. Картограмма Березайского микрорегиона.

1 — поселения, 2 — реки, 3 — граница микрорегиона, 4 — озера.

ском погосте — основном объекте исследования — из 381 поселения (это число получено путем учета нескольких частей одной деревни, описанных в писцовой книге, как одного поселения) удалось локализовать только 191 (243 из 486 при учете отдельно составных частей), причем в основном с невысокой степенью точности. Точность определяется площадью, в пределах которой удастся локализовать селение. Она варьирует в широких пределах в зависимости от размеров земельной дачи Генерального межевания. Поэтому для контроля мы также проанализировали расселение в небольшом микрорегионе по соседству (в нижнем течении р. Березайки), где поселенческая структура реконструирована почти на 100 % [13], причем поселения локализованы на местности археологическими методами [11]. В основном этот микрорегион совпадает с восточной частью Березайского погоста Деревской пятины.

Таким образом, мы получили неполную систему сельского расселения XV в. Городенского погоста и сравнили ее с надежно реконструированной структурой того же времени в нижнем течении р. Березайки, а затем — с картиной расселения конца XVIII в. на территории Городенского погоста.

Поскольку детерминированное моделирование в данном случае невозможно из-за проблем с локализацией объектов, мы выбрали стохастический подход, который позволяет работать с неточной локализацией, но накладывает определенные ограничения на исследуемую территорию, а именно однородность физико-географических и социально-экономических условий территории. Под физико-географической однородностью, необходимой для стохастического моделирования, мы принимаем, как и А. С. Викторов [4], сочетание следующих особенностей: однотипность и единый генезис рельефа

поверхности, постоянный вещественный состав поверхностных и подстилающих отложений, сохраняющаяся на протяжении всего участка мощность поверхностных отложений, нахождение в пределах одной геологической структуры. Естественно предполагается не абсолютная однородность, а лишь статистическая однородность, допускающая случайные колебания. То же относится и к социально-экономическим условиям: необходима равноудаленность от основных аттракторов расселения, городов, крупных рек и трактов, а также отсутствие каких-либо административных границ, создающих различные условия хозяйствования в различных частях изучаемого региона.

Методика моделирования включала «набрасывание» в пределах ключевого участка (Городенского погоста, например) случайным образом пробных площадок и подсчет числа поселений, попавших на каждую площадку [4]. Достаточно большой размер площади, равный удельной площади, приходящейся на одно поселение и более, частично нивелирует неточность локализации поселений. «Набрасывание» пробных площадок производилось с помощью датчика случайных чисел (100 бросаний). Площадки имели форму круга. Для каждой площадки с помощью программного пакета определялось число деревень, попавших в площадку. Процедура производилась для площадок трех-четырёх разных размеров. Базовый размер (R) определялся так, чтобы величина площадки была примерно равна доле общей площади, приходящейся в среднем на одно поселение на рассматриваемом участке. Остальные размеры пробных площадок были больше базового. Таким образом формировалось несколько выборок числа поселений на случайно выбранной площадке, каждая для площадок своего размера. Проверка соответствия эмпирически полученных распределений теоретическому производилась с помощью программного пакета для статистического анализа с использованием критерия Пирсона (хи-квадрат) [6]. Предварительно по выборке определялись свободные параметры распределения. Затем определялось значение критерия и полученное значение критерия сравнивалось с критическим на уровне значимости 0.95 и 0.99. Критическое значение определялось числом степеней свободы, которое зависело от количества интервалов, на которые разбивалась выборка программой при определении значения критерия и от числа свободных параметров.

С точки зрения однородности природных условий в Городенском погосте выделяется две зоны расселения, отличающихся природными условиями: возвышенная и пониженная ландшафтные местности одного и того же ландшафта моренно-камовых холмов (рис. 3). Фоновая поверхность основной возвышенной части погоста расположена выше 200 м над ур. моря. Ее площадь превышает 480 км² или 80 % от всей территории погоста. Для нее характерны преимущественно водораздельный и приозерный типы расселения, при этом средняя высота поселений равна 213.5 м (табл. 1).

Пониженная северо-западная часть территории площадью 122.2 км² с фоновой поверхностью ниже 200 м над ур. моря характеризуется средней высотой расположения поселений, равной 199.9 м. При этом она отличается более разреженной сетью поселений на водоразделах с плотностью на 20 % меньше средней по погосту. В то же время здесь выделяется долина р. Лонницы, где плотность поселений приближается к средней (табл. 1, рис. 1).

Исходная гипотеза вероятностного моделирования базируется на предположении, что система сельского расселения в регионе происходила стихийно и в единых социально-экономических условиях. В этом случае система рассе-

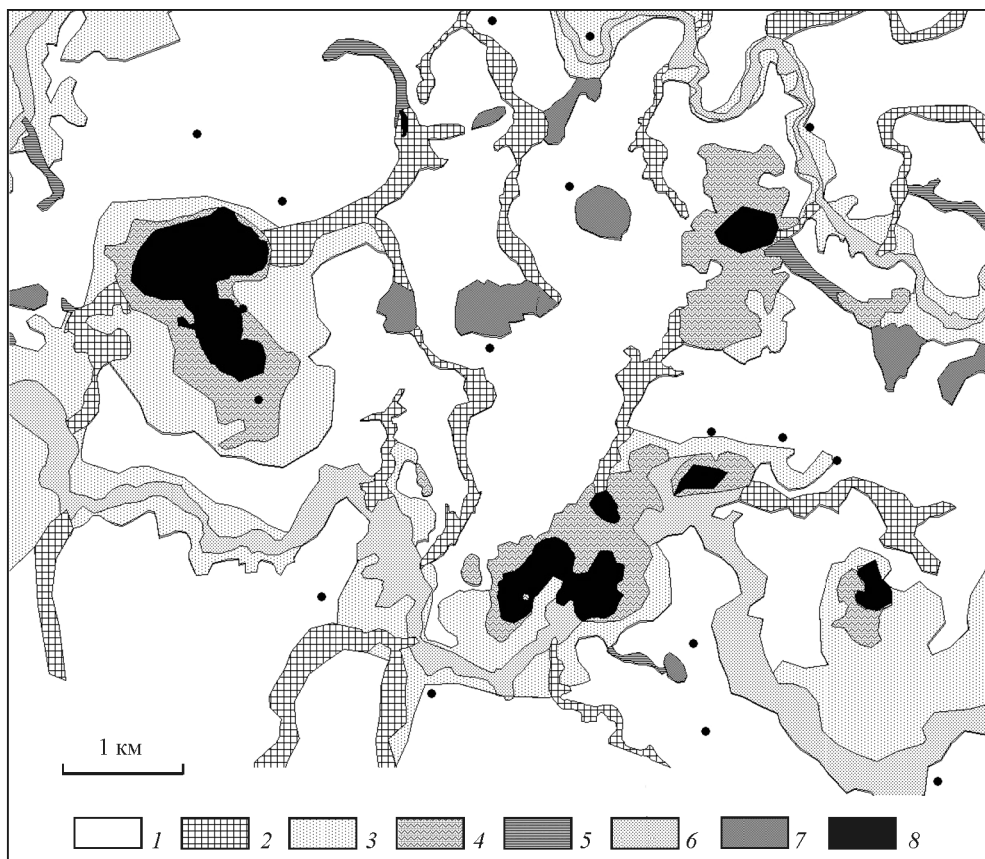


Рис. 3. Фрагмент ландшафтной карты Городенского погоста (пониженная местность).

1 — камовые холмы, сложенные водно-ледниковыми супесями с прослоями песка и глины, занятые хвойными лесами с преобладанием дерново-средне- и слабоподзолистых почв; 2 — долины малых рек и ручьев, сложенные аллювиальными супесчано-суглинистыми отложениями с комплексом дерново-подзолистых и дерново-глеявых почв разной степени оподзоленности под мелколиственными лесами и злаково-разнотравными лугами; 3 — речные террасы, сложенные террасовым супесчано-суглинистым аллювием, занятые хвойно-мелколиственными лесами с дерново-слабо- и среднеподзолистыми почвами различной степени оглеенности; 4 — днища озерных котловин с болотными низинными и переходными комплексами; 5 — заболоченные ложбины, сложенные болотно-делювиальными суглинистыми отложениями с дерново-болотными почвами под мелколиственными лесами; 6 — поймы рек, сложенные аллювиальными отложениями, занятые злаково-разнотравными лугами и прибрежными кустарниковыми зарослями с дерновыми пойменными почвами разной степени заболоченности; 7 — межхолмовые депрессии, занятые в основном переходными болотами, сложенные торфами различной мощности; 8 — озера. Черными точками обозначены деревни XV в.

ления определяется характером природных условий и потребностями каждого поселения в индивидуальном агроландшафте, т. е. территории определенной площади, занятой комплексом сельскохозяйственных угодий, обрабатываемых и используемых жителями данного поселения. Эти угодья окружают каждое поселение, при пашенном земледелии в лесной зоне их неотъемлемым свойством является близость к поселению с целью минимизации трудозатрат, включая затраты на транспортировку [9].

При этом делается предположение, что расселение (появление новых и исчезновение старых поселений) шло по законам простейшего марковского

Таблица 1

Параметры системы расселения в Городенском погосте и устье р. Березайки

Параметр	Устье р. Березайка по ПКДП	Городенский погост, лока- лизованные деревни ПКДП (пониженная часть)	Городенский погост, лока- лизованные деревни ПКДП (возвышенная часть)	Городенский погост, локализован- ные деревни ПКДП	Городенский погост по ГМ
Площадь, км ²	104.36	122.20	481.47	603.67	603.67
Число поселений	34	33	158	191	42
Средняя высота расположения посе- лений, м	153.1	199.9	213.5	211.1	200.3
Среднее расстояние между соседними поселениями, км	1.0	1.01	0.84	0.87	1.89
Средняя плотность поселений на 1 км ²	0.33	0.27	0.33	0.32	0.07
Коэффициент бли- жайшего соседства	1.15	1.05	0.96	0.98	0.99
Число (доля) водо- раздельных поселе- ний	15 (44 %)	13 (39 %)	109 (69 %)	120 (63 %)	21 (50 %)
Число (доля) при- речных поселений	13 (38 %)	13 (39 %)	2 (1 %)	18 (10 %)	2 (5 %)
Число (доля) при- озерных поселений	6 (18 %)	7 (21 %)	47 (39 %)	53 (27 %)	19 (45 %)
Плотность поселе- ний на водоразде- лах на 1 км ²	0.19	0.19	0.23	0.25	0.04
Плотность приозер- ных поселений на 1 км ²	1.04	0.55	0.89	0.67	0.24
Плотность приреч- ных поселений на 1 км ²	1.1	0.28	0.35	0.32	0.04

(пуассоновского) потока. Он отличается следующими свойствами: события (появление или исчезновение деревень) на непересекающихся площадках и непересекающихся промежутках времени не зависят друг от друга. При этом вероятность одновременного возникновения или в одном и том же месте двух и более событий пренебрежительно мала по сравнению с вероятностью попадания одного события [6]. Таким образом, мы предполагаем, что в результате процесса расселения каждое поселение располагается на некотором расстоянии от соседнего, при этом однородность природных условий позволяет предположить случайное расположение поселений по территории, т. е. в однородных природных условиях поселение может возникнуть в любом месте территории на одном из камовых холмов, которые расположены случайным образом или около одного из озер, также расположенных случайно.

Отсутствие природной неоднородности ландшафтной структуры, такой как полосчатость, выраженная ориентация в пространстве на уровне природных урочищ подтверждается, в частности, выявленной на материалах дистанционного зондирования мелкоконтурной фрагментацией современного природного и природно-антропогенного ландшафта Валдайской возвышенности [3], которая колеблется, не меняясь, в очень узких пределах (коэффициент фрагментации 0.18—0.24) при средней размерности контуров 1.2—2.7 га. Расположение поселений вдоль рек в общем случае не является случайным, однако в рамках данного моделирования было выдвинуто предположение, что их влияние не слишком значительно в силу небольшого размера рек и невыраженности их долин, которые мало изменяют природную структуру территории [10]. Обратная гипотеза предполагает неслучайный характер расселения, например линейный.

Если наша гипотеза о марковском характере процесса расселения верна, то поселения появляются в пределах изучаемого однородного участка территории независимо друг от друга и вероятность их появления зависит только от размера рассматриваемого участка. Более того, для малых площадок вероятность возникновения одного поселения много больше, чем вероятность возникновения нескольких поселений. Такая ситуация в теории вероятности описывается распределением Пуассона (1), т. е. распределение поселений имеет вид [6]:

$$P(k, s) = \frac{(\gamma s)^k}{k!} e^{-\gamma s}, \quad (1)$$

где γ — среднее число поселений на единицу площади, s — площадь пробной площадки.

Обсуждение результатов. Сначала было проведено традиционное исследование структуры сельского расселения изучаемых территорий. Согласно полученным результатам, система расселения XV в. характеризуется следующими особенностями (табл. 1).

Средняя плотность поселений Городенского погоста равна 0.63 на 1 км² (0.32 локализованных поселений на 1 км²). Далее мы сравниваем между собой параметры только локализованных поселений, имея в виду, что поселений на самом деле было вдвое больше и степень локализации поселений при водоемах несколько выше, чем водораздельных. Это существенно для анализа характера расселения, но даже без учета этого фактора доля поселений на водораздельной территории равна 63 % (120 поселений), что свидетельствует о водораздельном в целом характере расселения на территории погоста. Для качественной оценки наших результатов мы будем ориентироваться также на показатели Березайского микрорегиона.

Несмотря на преимущественно водораздельный характер расселения (63 % локализованных поселений), число поселений при водоемах в Городенском погосте достаточно велико: на расстоянии не более 500 м от какого-либо водоема расположено 71 поселение (37 %). Много приозерных деревень (27 %), в то время как в 500-метровой береговой зоне рек расположено всего 18 деревень (10 %). Среднее число дворов в поселениях Городенского погоста равно 2.1. Поселения при водоемах закономерно более крупные, среднее число дворов в приозерьях равно 2.3, а в поречьях 2.4. Плотность локализованных поселений выше всего в приозерьях (до 0.89 поселений на 1 км²).

Лишь отчасти это объясняется тем, что приозерные поселения более полно локализованы, так как этот показатель выше, чем средняя плотность всех поселений погоста, включая нелокализованные (0.63 поселения на 1 км²).

Площадь Березайского микрорегиона равна 104 км², что составляет 17 % от площади Городенского погоста. Плотность поселений здесь значительно ниже (если сравнивать с общим числом поселений Городенского погоста, а не только с локализованными): 0.33 поселения на 1 км². Березайский микрорегион полностью попадает в бассейн р. Березайка. Доля приречных поселений составляет 18 %, что в 1.8 раза выше, чем в Городенском погосте. Наивысшая плотность поселений также в приречной зоне и в целом вблизи водоемов.

Коэффициент ближайшего соседства [5] поселений Городенского погоста $R = 0.98$ свидетельствует о негнездовом типе расселения ($R = 1$ при нормальном случайном расселении, $R \rightarrow 0$ при гнездовом типе, $R \rightarrow 2.15$ — регулярная сетка поселений). Коэффициент ближайшего соседства в Березайском микрорегионе значительно выше, $R = 1.15$, что объясняется упорядочивающим влиянием главного аттрактора — реки.

Среднее расстояние между ближайшими селениями в Городенском погосте очень маленькое, всего 0.87 км, при этом реальный показатель должен быть еще меньше (с учетом нелокализованных поселений). Тем не менее порядок значений ясен, он доказывает тесную пространственную связь между поселениями и очень плотную поселенческую структуру. Создается впечатление, что заселенность территории к этому времени была близка к своему пределу. Среднее расстояние между поселениями в Березайском микрорегионе больше и равно 1 км.

Отдельно мы рассмотрели параметры расселения для возвышенной и пониженной частей Городенского погоста, анализ которых выявил различия в характере расселения этих участков. Так, пониженная часть погоста отличается меньшей плотностью деревень (несмотря на лучшие условия локализации благодаря привязке к водным объектам) и соответственно большим средним расстоянием между ближайшими селениями. При этом, как и в Березайском микрорегионе, коэффициент ближайшего соседства здесь превышает 1, в отличие от погоста в целом и его возвышенной части, что подтверждает наш вывод, сделанный для Березайского микрорегиона, об упорядочивающем влиянии рек на расселение. В пониженной части погоста закономерно преобладают поселения при водоемах (хотя не исключено, что это кажущееся преобладание и оно связано с особенностями локализации поселений). В то же время приозерных поселений мало (всего 21 %), зато много приречных — столько же, сколько водораздельных. Однако следует иметь в виду, что Полометь и Лонница — малые реки со слабо выраженными долинами. Фактически их долины представляют собой небольшую пойму, шириной редко превышающей 200—300 м. Склонами долины являются склоны камовых холмов, а между ними нередко озера или болота. Таким образом, поселения, расположенные в 500-метровой зоне от реки, — это поселения на вершинах или склонах приречных камовых холмов, т. е. по факту они не отличаются своим расположением от водораздельных поселений.

К XVIII в. система расселения претерпела принципиальные изменения. В Городенском погосте из примерно 381 деревни осталось лишь 42. По-видимому, большинство деревень сохранились или восстановились на местах прежней селитбы, причем с прежними названиями, лишь для шести дере-

Таблица 2

Результаты проверки распределения озёр на соответствие распределению Пуассона

Участок	Радиус пробной площадки, м	Среднее число озёр на площадку	Значение критерия χ^2	Число степеней свободы	Значение критерия χ^2 на уровне значимости 0.95 (0.99)
Городенский погост в целом	2000	0.76	2.48	1	3.84 (6.63)
	3000	1.75	4.84	3	7.81 (11.3)
	4000	1.88	8.65	3	7.81 (11.3)
Городенский погост (возвышенная часть)	2000	0.41	5.34	1	3.84 (6.63)
	3000	1.36	7.59	2	5.99 (9.21)
Городенский погост (пониженная часть)	2000	1.24	4.32	2	5.99 (9.21)

вень не удалось идентифицировать предшественников в XV в. Средняя плотность поселений в Городенском погосте составила 0.07 деревни на 1 км², то есть она упала в 9 раз, а среднее расстояние между ближайшими поселениями увеличилось минимум в 2 раза. Размер поселений, согласно Экономическим примечаниям к ГМ, при этом значительно увеличился, его среднее значение превысило 15 дворов. Как и следовало ожидать, больше всего сократилось число селений на водоразделах — со 120 (локализованных) поселений до 21. В результате на водоразделах в XVIII в. располагалось лишь 50 % от общего числа поселений против 63 % в XV в. Наряду с этим опустели многие поозерья: если в XV в. не было заселено только пять озёр, то в XVIII в. — десять. Кроме того, опустели берега ручьев и речек, включая плотно заселённую в XV в. долину р. Лонницы. Почти полностью исчезли поселения в южной части погоста.

В результате смены системы расселения на территории Городенского погоста возросла неравномерность расселения, но коэффициент соседства R для системы расселений XVIII в. практически не изменился (0.99 против 0.98 в XV в.). При этом плотность селений на водоразделах упала до 0.04 деревни на 1 км² и значительная часть территории обезлюдела, что в дальнейшем привело к забрасыванию большей части угодий и освоению новых в окрестностях поселений XVIII в. Затем мы перешли к проверке гипотезы пуассоновского распределения поселений в регионе. Для этого были использованы средства геоинформационной системы (ГИС) и программа статистической обработки данных. Было проверено распределение центров озёр на закон Пуассона, результат приведен в табл. 2. Проверка распределения озёр в пределах Городенского погоста в целом показала их пуассоновский, т. е. случайный характер положения на местности. Поскольку озера расположены в межхолмовых понижениях, это косвенно подтверждает случайное распределение холмов, которое сложнее проверить напрямую. Для пониженной местности из-за ее небольшого размера и незначительного числа озёр в ее пределах удалось получить результаты лишь для пробной площадки одной величины, для других величин пробной площадки данных оказалось недостаточно. Для возвышенной местности удалось получить результаты двух проверок.

Таблица 3

**Результаты проверки распределения поселений XV века на соответствие
распределению Пуассона**

Участок	Радиус пробной площадки, м	Среднее число поселений на площадку	Значение критерия χ^2	Число степеней свободы	Значение критерия χ^2 на уровне значимости 0.95 (0.99)*
Городенский погост в целом	1000	1.17	12.12	2	5.99 (9.21)
	1500	2.84	21.65	5	11.1 (15.1)
	2000	4.92	58.42	6	12.6 (16.8)
	3000	11.23	67.54	3	7.81 (11.3)
Городенский по- гост — возвышен- ная часть	1000	0.77	4.19	1	3.84 (6.63)
	1125	1.06	9.56	2	5.99 (9.21)
	1700	2.57	13.3	4	9.49 (13.3)
	2250	4.91	18.45	6	12.6 (16.8)
Городенский по- гост — пониженная часть)	800	0.44	5.45	1	3.84 (6.63)
	1000	0.91	2.78	2	5.99 (9.21)
	1320	1.39	5.32	3	7.81 (11.3)
	1500	1.74	14.06	3	7.81 (11.3)
Березайский микрорегион	1500	0.76	0.17	1	3.84 (6.63)
	2000	1.56	1.44	3	7.81 (11.3)
	3000	2.95	12.71	5	11.1 (15.1)
Городенский погост ГМ	2000	0.95	0.44	2	5.99 (9.21)
	3000	2.76	5.29	5	11.1 (15.1)

Примечание. * Выделены те значения, которые демонстрируют согласие с гипотезой на уровне значимости 0.95 и/или 0.99.

Результаты проверки системы расселения исследуемых территорий на соответствие распределению Пуассона приведены в табл. 3. Проверка гипотезы о пуассоновском характере системы сельского расселения показала, что пуассоновское распределение не подтверждается для системы поселений Городенского погоста XV в. в целом. Это соответствует нашему выводу о том, что территория погоста характеризуется внутренней неоднородностью природных условий, в ней выделяется две крупные природные единицы ранга местности — возвышенная юго-восточная и пониженная северо-западная. Для возвышенной и пониженной местностей порознь пуассоновское распределение в целом подтвердилось (за исключением измерений с большим размером пробной площадки). Также подтвердилась гипотеза о пуассоновском распределении поселений в пределах Березайского микрорегиона.

Важным результатом следует считать соответствие распределению Пуассона системы сельского расселения в пределах бывшего Городенского погоста в XVIII веке, несмотря на сохраняющуюся неоднородность природных условий.

Выводы

По результатам исследований структуры и трансформации системы сельского расселения Валдайской возвышенности можно сделать следующие выводы.

Система расселения изучаемых микрорегионов, скорее всего, формировалась стихийно и ее структура определялась в первую очередь особенностями природной структуры территории, а именно случайным распределением моренно-камовых холмов и озер в межхолмовых понижениях, которые являются наиболее подходящими природными урочищами для поселения и занятия земледелием. Структура сельского расселения, сформировавшаяся здесь к концу XV в., также отличается случайным (пуассоновским) характером расселения. При этом сельское расселение XV в. четко реагирует на природные различия внутри погоста: гипотеза о пуассоновском распределении не проходит для территории погоста в целом, но подтверждается для его пониженной и возвышенной частей порознь. Соответственно не наблюдаются ни гнездовой, ни линейный, ни какие-либо упорядоченные типы расселения. Наличие долин малых рек в Березайском микрорегионе и в пониженной части Городенского погоста также не меняет характер расселения в целом, хотя и отмечается аттрактивная и упорядочивающая роль рек, а именно средняя плотность поселений в 500-метровой приречной полосе выше средней по региону как бассейне Березайки, так и Городенском погосте; кроме того, в пониженной части Городенского погоста и Березайском микрорегионе, где расположены долины рек, коэффициент ближайшего соседства превышает 1, что свидетельствует о тенденции в сторону упорядочивания структуры расселения. Столь незначительное влияние рек на систему расселения региона, по нашему мнению, объясняется следующими факторами: во-первых, все эти реки относятся к малым, т. е. их вклад в ландшафтную структуру территории сам по себе незначителен; во-вторых, это очень молодые реки, возникшие в голоцене после деградации валдайского ледника. Вследствие этого их долины еще не сформированы, у них практически нет террас, узкие поймы, а склонами долин служат склоны моренных и камовых холмов. Фактически эти реки вписываются в структуру холмов и межхолмовых понижений, не изменяя ее.

Произошедшая на рубеже Средневековья и Нового времени коренная перестройка системы расселения организационно носила количественный, но не качественный характер, т. е., несмотря на многократное сокращение числа поселений и увеличение их людности, сохранился пуассоновский характер их распределения по территории. Более того, за счет укрупнения системы расселения (более крупные поселения на большем расстоянии друг от друга) сгладился эффект различий между пониженной и повышенной частями территории бывшего Городенского погоста, и вся система расселения в целом соответствует пуассоновскому распределению. Анализ экологической предпочтительности при изменении системы расселения показывает, что такой эффект связан с отказом от расселения как на наиболее возвышенных участках, так и на пониженных, например вблизи рек. Первое, возможно, связано с предпочтением более пологих склонов низких холмов, второе — с недостаточной дренированностью пониженных участков. В результате средняя абсолютная высота поселений над уровнем моря снизилась в результате трансформации поселенческой сети с 211 до 200 м (табл. 1).

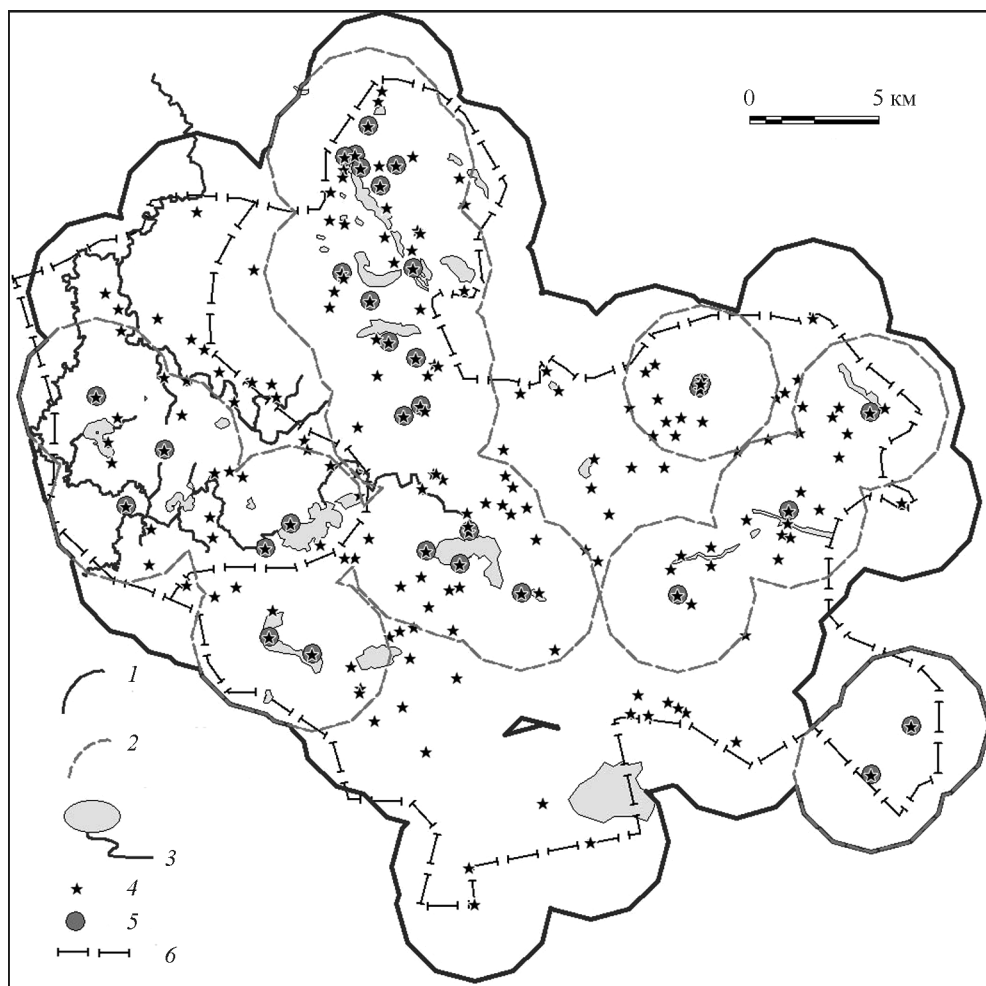


Рис. 4. Изменение агроландшафтной структуры Городенского погоста в результате трансформации системы расселения XV—XVIII вв.

1 — граница 3-километровой буферной зоны вокруг поселений XV в., 2 — граница 3-километровой буферной зоны вокруг поселений XVIII в., 3 — реки и озера, 4 — поселения XV в., 5 — поселения XVIII в., 6 — граница Городенского погоста.

К негативным последствиям изменения системы расселения следует отнести забрасывание ранее обрабатываемых сельскохозяйственных угодий, оказавшихся вдали от новой сети поселений. Впоследствии это привело к избыточной нагрузке на земли вблизи поселений, удаленные угодья вышли из сельскохозяйственного обращения (рис. 4).

Так, если в XV в. практически вся территория Городенского погоста была занята культурными (агро)ландшафтами, что символизируется 3-километровым буферным покрытием вокруг деревень (обоснование 3-километрового радиуса для элементарного культурного (агро)ландшафта дано в статье [9]), то в конце XVIII в. и позднее эта зона распалась на четыре отдельных ареала, не покрывающих всю территорию погоста. Наиболее значимая для поселений зона уменьшилась почти в 1.5 раза с 820 км² в XV в. до 567 км² в конце

XVIII в., что привело в дальнейшем к острой нехватке пригодных для сельского хозяйства земель в регионе и распашке кормовых угодий [8].

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-18-02121-П (создание ГИС) и РФФИ № 15-05-04948 а (математическое моделирование).

Список литературы

- [1] Аграрная история Северо-Запада России. XVI век. Общие итоги развития Северо-Запада. Л.: Наука, 1978. 402 с.
- [2] Анненская Г. Н., Видина А. А., Жучкова В. К., Солнцев Н. А. и др. Морфологическое изучение географических ландшафтов // Ландшафтоведение. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 5—28.
- [3] Белоновская Е. А., Кренке-мл. А. Н., Тишков А. А., Царевская Н. Г. Природная и антропогенная фрагментация растительного покрова Валдайского поозерья // Изв. РАН. Сер. географическая. 2014. № 5. С. 67—82.
- [4] Викторов А. С. Основные проблемы математической морфологии ландшафта. М.: Наука, 2006. 255 с.
- [5] Дегтярев А. Я. Русская деревня в XV—XVII веках. Очерки истории сельского расселения. Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. 176 с.
- [6] Крамер Г. Математические методы статистики. М.: Мир, 1970. 648 с.
- [7] Новгородские писцовые книги, изданные Императорской археографической комиссией. СПб.: Сенат. типография, 1859—1862. Тт. 1—2.
- [8] Трапезникова О. Н. Геоэкологические принципы исследования агроландшафтов на примере лесной зоны Восточно-Европейской равнины // Геоэкология. 2009. № 6. С. 495—506.
- [9] Трапезникова О. Н. Геоэкологическая концепция агроландшафта // Изв. РГО. 2014. Т. 146, вып. 1. С. 56—68.
- [10] Трапезникова О. Н. Исторические типы агроландшафтов лесной зоны Восточно-Европейской равнины и природные факторы их пространственной организации // Вопр. географии Сб. 138. Горизонты ландшафтоведения. М.: Кодекс, 2014. С. 384—408.
- [11] Фролов А. А. Археологическое изучение систем расселения в бассейне р. Березайки // Новгород и Новгородская земля: История и археология. Велик. Новгород, 2002. Вып. 16. С. 55—63.
- [12] Фролов А. А. Березовский ряд Деревской пятины в конце XV—первой половине XVI в. по документам писцовых описаний // Новгородский архивный вестник. Вып. 4. Велик. Новгород, 2004. С. 3—13.
- [13] Фролов А. А., Пиотух Н. В. Исторический атлас Деревской пятины Новгородской земли (по писцовым книгам письма 1495—1496 годов). М.; СПб.: Альянс-Архео, 2008. Т. 1. 369 с.
- [14] Чернов С. З. Сельское расселение в Московском княжестве второй половины XIII в: «традиционные» и «новационные» модели выхода из кризиса (по материалам археологических исследования 1990-х годов волостей Пехорка и Воря) // Русь в XIII веке. Древности темного времени. М.: Наука, 2003. С. 168—227.

Поступило в редакцию
31 марта 2017 г.

Mathematical modeling and geoenvironmental evaluation of the Valdai Hills upland settlement pattern and its transformation on the turn of the Middle Ages and the Modern Age

© O. N. Trapeznikova,¹* A. A. Frolov^{2**}

* Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS, Moscow

** Institute of World History RAS, Moscow

E-mail: ¹ ontolga@gmail.com

² npkfrolov@gmail.com

The paper deals with analysis of historical rural settlement pattern within the Valdai upland as a part of Derevskaya Pyatina of Novgorod Principality and its transformation during the 16th—17th centuries taking Gorodenskii and Berezaiskii pogosts as examples. Due to the main methodical difficulty such as impossibility of settlements accurate location for the end of the 15th century, we made not a deterministic, but probabilistic, modeling of the settlement pattern using Markov (Poisson) process and Poisson distribution. Empirical testing demonstrated that the rural settlement pattern in general corresponds to Poisson law, in case of uniform nature and socio-economic environment. It should be mentioned that when the settlement pattern changed from few-household to multi-household, but much more sparse, concordance with Poisson law had been maintained, though the agrarian development of the territory was substantially reduced.

Key words: rural settlement pattern, located settlements, General Land Survey, cadaster books, kame-moraine hills, probabilistic modeling, Poisson distribution.

References

- [1] Agrarnaya istoriya Severo-Zapada Rossii. XVI vek. Obshhie itogi razvitiya Severo-Zapada. L.: Nauka, 1978. 402 p.
- [2] Annenskaya G. N., Vidina A. A., Zhuchkova V. K., Solncev N. A. i dr. Morfologicheskoe izuchenie geograficheskikh landshaftov // Landshaftovedenie. M.: Izd-vo AN SSSR, 1963. S. 5—28.
- [3] Belanovskaya E. A., Krenke-m. A. N., Tishkov A. A., Carevskaya N. G. Prirodnaya i antropogennaya fragmentatsiya rastitel'nogo pokrova Valdajskogo poozer'ya // Izv. RAN. Ser. geograficheskaya. 2014. N 5. P. 67—82.
- [4] Viktorov A. S. Osnovnye problemy matematicheskoy morfologii landshafta. M.: Nauka, 2006. 255 p.
- [5] Degtyarev A. Ya. Russkaya derevnya v XV—XVII vekax. Ocherki istorii sel'skogo rasseleniya. L.: Izd-vo LGU, 1981. 170 p.
- [6] Kramer G. Matematicheskie metody statistiki. M.: Izd-vo Mir, 1970, 648 p.
- [7] Novgorodskie piscovye knigi. SPb.: Senat. typography, 1859—1862. Tt. 1—2.
- [8] Trapeznikova O. N. Geoe'kologicheskie principy issledovaniya agrolandshaftov na primere lesnoj zony Vostochno-Evropejskoj ravniny // Geoe'kologiya. 2009. N 6. P. 495—506.
- [9] Trapeznikova O. N. Geoe'kologicheskaya koncepciya agrolandshafta // Izv. RGO. 2014. T. 146, Vyp. 1. P. 56—68.
- [10] Trapeznikova O. N. Istoricheskie tipy agrolandshaftov lesnoj zony Vostochno-Evropejskoj ravniny i prirodnye faktory ix prostranstvennoj organizacii // Voprosy geografii. V. 138. Gorizonty landshaftovedeniya. M.: Izd-vo Kodeks, 2014. P. 384—408.
- [11] Frolov A. A. Arxeologicheskoe izuchenie sistem rasseleniya v bassejne r. Berezajki // Novgorod i Novgorodskaya zemlya: Istoriya i arxeologiya. Velik. Novgorod, 2002. Vyp. 16. P. 55—63.
- [12] Frolov A. A. Berezovskij ryad Derevskoj pyatiny v konce XV—pervoj polovine XVI v. po dokumentam piscovykh opisaniy // Novgorodskij arxivnyj vestnik. Vyp. 4. Velik. Novgorod, 2004. P. 3—13.

- [13] *Frolov A. A., Piotux N. V. Istoricheskij atlas Derevskoj pyatiny Novgorodskoj zemli (po piscovym knigam pis'ma 1495—1496 godov). M.; SPb.: Al'yans-Arxeo, 2008. T. 1. 369 p.*
- [14] *Chernov S. Z. Sel'skoe rasselenie v Moskovskom knyazhestve vtoroj poloviny XIII v: «tradicionnye» i «novacionnye» modeli vыхoda iz krizisa (po materialam arheologicheskix issledovaniya 1990-x godov volostej Pexorka i Vorya) // Rus' v XIII veke. Drevnosti temnogo vremeni. M.: Nauka, 2003. P. 168—227.*

Изв. РГО. 2017. Т. 149, вып. 4

ЗНАЧЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНТАКТОВ ГЕОГРАФОВ-ЛАНДШАФТОВЕДОВ ДЛЯ ГЕОГРАФИИ XX ВЕКА

© А. Г. ИСАЧЕНКО

Санкт-Петербургский государственный университет
E-mail: greg. isachenko@gmail.com

Интерес к достижениям отечественных географов-ландшафтоведов возник лишь после Второй мировой войны. С этого времени начались контакты советских географов с зарубежными коллегами. Эти контакты имели разный характер в силу политических и идеологических факторов. Наиболее тесным и плодотворным было сотрудничество с географами стран социалистического лагеря, особенно ГДР, Польши и Чехословакии. Контакты с географами стран западного блока имели более ограниченный и односторонний характер. Наибольший интерес к советской географии возник в США. С 1960 г. в этой стране стал выходить ежемесячный журнал «Soviet geography», в котором за 30 лет были опубликованы на английском языке сотни статей советских географов.

Ключевые слова: географы-ландшафтоведы, международные контакты, страны социалистического лагеря, ГДР, Польша, Чехословакия, американская география, журнал «Soviet geography».

Достижения отечественных географов-ландшафтоведов, во многом унаследовавших идеи докучаевской школы, оставались мало известными для зарубежных географов вплоть до середины XX в. Интерес к ним в возник лишь после Второй мировой войны в связи с общим усилением в странах Западной Европы и США интереса к научно-техническому потенциалу СССР. Отметим, что вместе с вновь присоединенными территориями в состав СССР вошли важные центры науки, в том числе и географической: Рига, Тарту, Львов и др. Достаточно назвать хорошо известные географам имена К. И. Геренчука, К. Г. Рамана, А. А. Крауклиса, В. В. Мазинга.

В послевоенный период усилились контакты советских географов с коллегами из зарубежных стран. Но характер этих контактов и влияния отечественной географии на зарубежную науку существенно зависели от политических и идеологических факторов.

Сотрудничество советских географов с коллегами из стран социалистического лагеря вызывало наименьшее число препятствий. Интерес наших коллег был очевиден. Они активно посещали Советский Союз, изучали