

Трапезникова Ольга Николаевна

СТРУКТУРА И ЭВОЛЮЦИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ
НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ
ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ

25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

доктора географических наук

Москва 2017

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт геоэкологии им Е.М. Сергеева Российской академии наук.

Официальные оппоненты: **Колбовский Евгений Юлисович**, доктор географических наук, профессор, ведущий научный сотрудник географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Москва.

Чистяков Кирилл Валентинович, доктор географических наук, профессор, директор Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, г. Санкт-Петербург.

Трофимов Илья Александрович, доктор географических наук, заместитель директора по научной работе Всероссийского научно-исследовательского института кормов имени В.Р. Вильямса, Московская область.

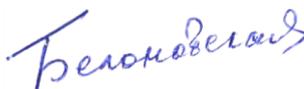
Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Воронежский Государственный Университет.

Защита состоится «09» февраля 2018 года в 11.00 часов на заседании диссертационного совета Д 002.046.03 при Институте географии РАН по адресу 119017, Москва, Старомонетный переулок, дом 29.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте <http://www.igras.ru/defences> Института Географии РАН, e-mail: d00204603@igras.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2017 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат географических наук,



Е.А. Белоновская

Общая характеристика работы

Сельское хозяйство – это исторически первая отрасль производящего хозяйства, появление которого рассматривается как "Неолитическая революция". Агроландшафты представляют собой один из первых результатов сознательного масштабного преобразования человеком природной среды. С тех пор сельское хозяйство распространилось на огромные территории, от его эффективного функционирования зависит благополучие человечества. При этом сплошь и рядом мы сталкиваемся с деградацией агроландшафтов, со снижением урожайности сельскохозяйственных культур, развитием неблагоприятных процессов.

Социальные изменения, происходящие в нашем обществе, обуславливают необходимость новых геоэкологических подходов к анализу различных аспектов взаимодействия общества и природы, особенно в такой тесно связанной с природными условиями области как сельское хозяйство. Агроландшафты Нечерноземной (лесной) зоны Восточно-Европейской равнины (ВЕР) подверглись наиболее значительным трансформациям вплоть до почти полного исчезновения в ряде регионов. В то же время на протяжении веков Нечерноземье было основным аграрным регионом страны, до недавнего времени в нем было сосредоточено более 20% сельскохозяйственных угодий РФ. Обновление сельского хозяйства региона невозможно без изучения его организации в прошлом и настоящем, закономерностей его эволюции и особенностей функционирования.

Цель работы – выявить закономерности структуры и эволюции агроландшафтов Нечерноземной (лесной) зоны ВЕР.

Основные задачи:

- 1) разработать теоретико-методическую базу исследования агроландшафтов Нечерноземной зоны в их историческом развитии с учетом взаимодействия природной и антропогенной составляющих;
- 2) выявить закономерности аграрного развития региона, изучить особенности формирования структуры и трансформации агроландшафтов в зависимости от изменения природных и социально-экономических условий во времени;

- 3) установить закономерности распространения и ландшафтной приуроченности агроландшафтов региона, разработать классификацию агроландшафтов;
- 4) разработать новые подходы к анализу внутренней структуры, организации и трансформации агроландшафтов региона.

Объект и методы исследования. Объектом исследования являются агроландшафты (агрогеосистемы) Нечерноземной (лесной) зоны ВЕР.

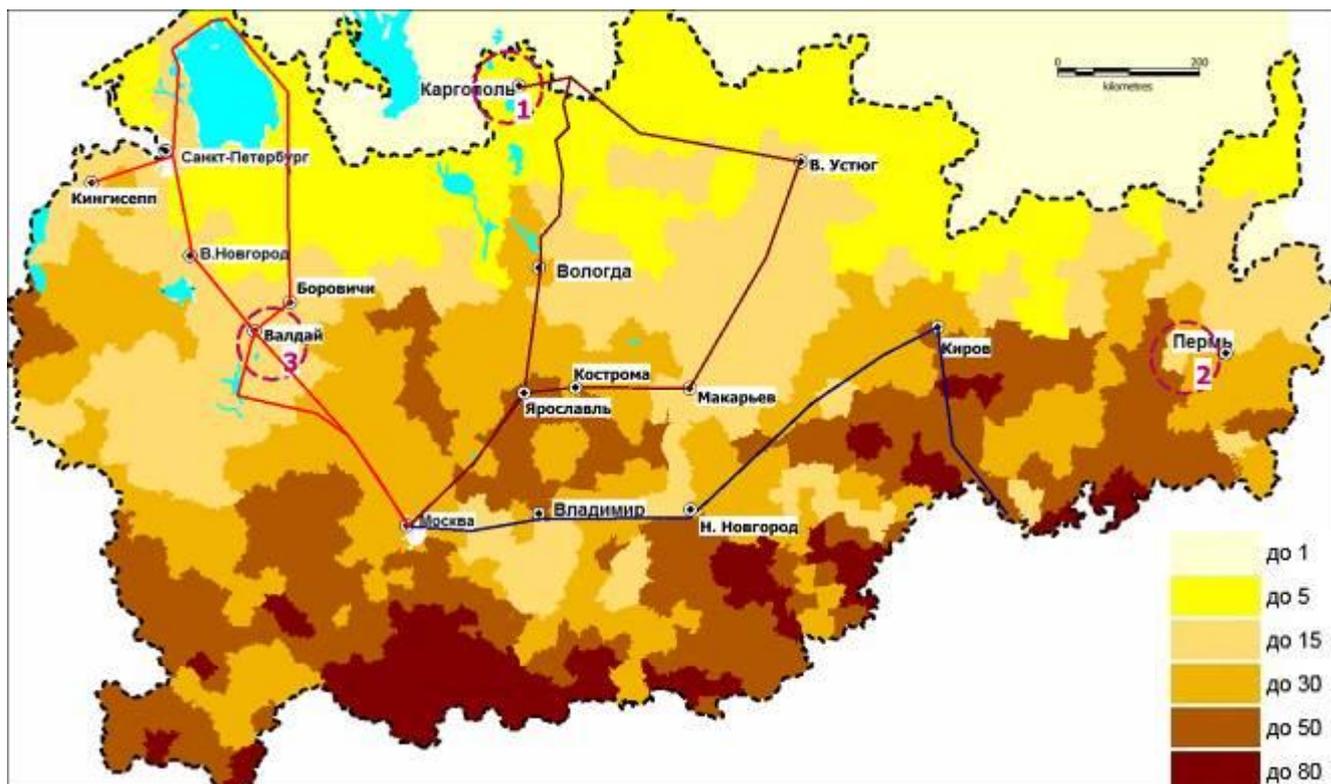


Рисунок 1. Территория исследования. Сельскохозяйственно-освоенная Нечерноземная (лесная) зона Восточно-европейской равнины обведена черным пунктиром. Цветом показана доля в процентах распаханых земель по административным районам (Почвенно-геологические условия Нечерноземья, 1984); — полевой маршрут 2008 г. (2800 км), — полевой маршрут 2009 г. (1500 км), — полевой маршрут 2010 г. (2500 км).

○ ключевые участки, 1,2,3 - номера ключевых участков.

Территория исследования (Рисунок 1) расположена в северной части Восточно-Европейской равнины, ограниченная на западе границами Российской Федерации¹, на юге она включает в себя ополье-полесский пояс, т.е. южная граница проходит между 52 и 58 градусами с.ш. примерно по линии Брянск, Калуга, Рязань, Чебоксары, Пермь, и не включает зону широколиственных лесов. Северной границей исследуемой территории мы приняли границу сельскохозяйственной освоенности территории по А.Н. Ракитникову. К северу от этой линии площадь сельскохозяйственных угодий никогда не превышала 3% от общей площади административных районов, и сельское хозяйство не играло самостоятельной экономической роли. На востоке границей исследуемого региона является долина р. Камы, к востоку от которой начинаются отроги Уральских гор.

Исходные материалы. В основу работы положены материалы, собранные автором в ходе полевых работ (1989-2012 гг.), данные дистанционного зондирования, и исторические картографические материалы (планы генерального межевания конца XVIII в. (ГМ), карта Менде, Военно-топографическая карта середины-конца XIX в., «Новая специальная карта Европейской России» 1891 г. (Карта И.А. Стрельбицкого), топографические карты XX в.), исторические источники (Писцовые книги, материалы земств), статистические данные, результаты исторических, историко-географических и археологических исследований, ландшафтная карта СССР (ред. А.Г. Исаченко) и др.

Методы исследования. Для исследования агроландшафтов Нечерноземной зоны ВЕР был использован набор разнообразных методов, включая методы:

- дистанционного зондирования;
- геоинформационный;
- сравнительно-географический;
- исторический (диахронический);

¹ Калининградская область в целом не входила в область исследований.

- ландшафтный и ландшафтно-индикационный;
- математического (вероятностного) моделирования;
- количественного анализа статистических и картографических данных.

Личный вклад соискателя. Личный вклад автора состоял в разработке теоретической концепции исследования, сборе и обработке данных, анализе и обобщении результатов работы.

Автор проводила полевые исследования агроландшафтов Нечерноземья РФ с 1989 г. по 2013 г. Полевые работы включали региональные маршрутные наблюдения и детальные исследования ключевых участков (Рисунок 1).

Маршрутные региональные наблюдения были проведены во Владимирской, Ярославской, Костромской, Вологодской, Архангельской, Ленинградской, Новгородской, Тверской, Кировской областях и республиках Удмуртия и Карелия в течение полевых сезонов 2008-2010 гг. Они позволили предметно изучить современное состояние и пространственную организацию агроландшафтов значительной части региона, выявить и провести сравнительное полевое исследование различных исторических типов агроландшафта, осуществить полевую заверку камерального дешифрирования материалов дистанционного зондирования, включавшую краткие описания маршрутных точек и подробные комплексные описания опорных точек. Кроме того во время маршрутных региональных полевых исследований была проведена оценка репрезентативности изученных ранее ключевых участков (Западное Прикамье и Валдайская возвышенность), а также выделен третий ключевой участок - Каргополье.

Детальные полевые исследования проходили на трех ключевых участках в 1989-91 гг. в Пермском крае (южнотаежное Западное Прикамье), в 2005-2008 гг. в Валдайском районе Новгородской области (Валдайская возвышенность), в 2011-2013 гг. в Каргопольском районе Архангельской области.

Была разработана ГИС изучаемой территории на трех уровнях генерализации: первый уровень – вся Нечерноземная зона, включая разработку схемы агроприродного макрозонирования, второй уровень – отдельные ключевые

регионы (Каргопольский район Архангельской области, Валдайский район Новгородской области, южнотаежное Западное Прикамье), включая создание ландшафтных и агроландшафтных карт, третий уровень – детальное крупномасштабное картирование (ландшафтное, агроландшафтное, культурного ландшафта, системы расселения) агроландшафтов ключевых участков.

Методами ГИС-анализа были проведены оценка пространственной организации агроландшафтов региона на ключевых участках и анализ их временной изменчивости, проведено вероятностное моделирование систем сельского расселения на ключевых участках.

Научная новизна. Новизна работы обусловлена развитием нового комплекса представлений о строении и эволюции агроландшафтов Нечерноземной зоны ВЕР, включающего следующие элементы: 1) предложена и обоснована историко-геоэкологическая концепция агроландшафта, являющаяся теоретической и методической основой исследования; 2) выделены исторические типы агроландшафтов, показана их связь с природными ландшафтами и предложена схема агроприродного макрозонирования Нечерноземной зоны, обусловленная агроприродными трендами и ландшафтной приуроченностью исторических типов агроландшафта; 3) впервые проведен анализ эволюции агроландшафтов лесной зоны ВЕР; 4) выполнено вероятностное математическое моделирование исторических типов агроландшафтов и связанных с ними систем сельского расселения.

Защищаемые положения.

1. В Нечерноземной зоне Восточно-Европейской равнины можно выделить ограниченный набор исторически сложившихся в течение первой половины второго тысячелетия нашей эры типов агроландшафта (исторические типы агроландшафта), которые в силу особенностей аграрного развития территории отличаются друг от друга не столько набором сельскохозяйственных культур, агроэкосистем и агротехнологий, сколько пространственной организацией и ландшафтной приуроченностью.

2. Предпосылки для формирования агроландшафтов с различными типами пространственной организации, таких как поречья, поозерья, ополья, сушь, «островной» водораздельный и другие создают природные факторы, поскольку в условиях Нечерноземной зоны Восточно-Европейской равнины они являются естественными жесткими ограничителями сельскохозяйственного использования земель, с которыми связана крайняя избирательность используемых угодий при однородности сельского хозяйства региона в целом.

3. В Нечерноземной зоне Восточно-Европейской равнины можно выделить пять макрозон, для которых характерен свой набор исторически сложившихся типов агроландшафта; эти макрозоны отличаются по природным параметрам, значимым для формирования и развития агрогеосистем, и формируются под воздействием двух агроприродных трендов, климатического и литогенного.

4. Устойчивости исторических типов агроландшафтов региона при изменении социально-экономических условий способствовали сложные природные условия, поэтому при переходе от Средневековья к Новому времени структура и эффективность агроландшафтов сохранилась в менее благоприятной природной среде востока и северо-востока Восточно-Европейской равнины в отличие от агроландшафтов центра, запада и юга региона.

5. Перспективным средством анализа пространственной организации исторических типов агроландшафта являются методы вероятностного моделирования, базирующиеся на учете природных условий конкретного типа агроландшафта.

Практическая значимость и реализация результатов работы. Работа выполнена в рамках грантов РФФИ: 08-05-00755-а «Закономерности формирования пространственно-временной организации агрогеосистем в Нечерноземной зоне Восточно-Европейской равнины» (руководитель проекта), а также 11-06-98802-р_север_а, 13-05-00960-а, 13-05-12049 офи_м (исполнитель).

Полученные результаты по структуре агроландшафтов и систем сельского расселения могут быть использованы при планировании сельскохозяйственного

производства в Нечерноземной зоне ВЕР и работах по районной планировке, включая: 1) оценку геоэкологической ситуации в условиях сельскохозяйственного использования земель лесной зоны и разработку природоохранных мероприятий на базе учета количественных закономерностей морфологического строения агроландшафтов, 2) формирование структуры агроэкологического мониторинга на базе региональной геоинформационной системы, 3) оптимизацию сельскохозяйственного использования территорий и формирование экологически сбалансированной организации агроландшафтов региона.

Теоретико-методические и исторический разделы могут быть использованы при обучении студентов по специальностям историческая география, ландшафтоведение, география сельского хозяйства, моделирование расселения.

Апробация работы, публикации. По теме диссертации опубликовано 64 работы, в том числе 13 в изданиях списка ВАК, Scopus, WoS. Материалы диссертации докладывались и опубликованы в трудах международных и российских конференций, включая съезды Русского географического общества (2005, 2010 гг.), конференции Международного географического союза (IGU) (2002, 2013, 2015 гг.) конференции по ландшафтной экологии (IALE) (2007, 2016 гг.), исторической геоэкологии (ISEH) (2013 г.), конференции Международной ассоциации математических геонаук (IAMG) (2002, 2005, 2010, 2013, 2015 гг.), Международные геологические конгрессы (IGC) (2004, 2008 гг.), Ландшафтные конференции (Москва 2006, Тюмень 2017, Тбилиси 2017).

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и приложений. Объем работы 360 страниц, включая список литературы и приложения.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность всем сотрудникам лаборатории дистанционного мониторинга геологической среды ИГЭ РАН за постоянную моральную поддержку и практическую помощь в работе над диссертацией, А.А. Фролову и Н.И. Тормосовой за помощь в работе и предоставление материалов для исследования, а также В.М. Макееву, П.С.

Микляеву и И.В. Коробовой за совместные полевые работы, и всем жителям деревни Крестовая Валдайского района, особенно Т.А. Поликарповой, за помощь в изучении культурного ландшафта деревни Крестовая.

Особую благодарность я хотела бы выразить ушедшим от нас В.А. Николаеву, моему учителю, Н.Ф. Глазовскому, поддержавшему мои исследования в самый сложный для меня момент, и Д.И. Люри за поддержку и плодотворное сотрудничество.

Содержание работы

Глава 1 «Агроприродные концепции и историческая геоэкология агроландшафта» посвящена изучению агроландшафтов различными науками: географическими, историческими, экономическими. Рассмотрен ряд концепций, в рамках которых изучались агрогеосистемы, в частности, генетико-эволюционный подход В.В. Докучаева, историческое ландшафтоведение (В.С. Жекулин, В.А. Низовцев), концепция геотехнических систем (В.С. Преображенский, К.Н. Дьяконов, А.Ю. Ретеев), концепции антропогенного и природно-антропогенного ландшафта (Ф.Н. Мильков, В.А. Николаев), культурного ландшафта (Г.А. Исаченко, В.Л. Каганский, В.Н. Калущков, Е.Ю. Колбовский), концепция агроэкосистем (Ю.П. Одум, F. Buttell, S. R. Gliessman), а также агроэкологическое направление (Л.Г. Раменский, К.В. Зворыкин), концепция ландшафтно-экологического земледелия (А.Н. Каштанов, В.И. Кирюшин, Ф.Н. Лисецкий, И.А. Трофимов, Г.И. Швобс), исследования агрогенных почв (А.Л. Александровский, М.И. Герасимова, С.В. Горячкин, А.А. Гольева, Н.А. Караваева, Л.О. Карпачевский). Подробно разобрана концепция агроландшафта, сложившаяся в рамках традиционного ландшафтоведения (В.А. Николаев). Также рассмотрены широко распространенные в экономической географии, особенно зарубежной, моделирование и количественный пространственный анализ сетей сельского расселения (Ю.Р. Архипов, В.А. Шупер, J.Neyman, E. L.Scott; E.Bylund; R.Haining).

Основываясь на анализе рассмотренных агроприродных концепций и собственном опыте исследований, автором предложена историко-геоэкологическая концепция агроландшафта, в рамках которой рассматриваются соотношение природной и собственной структуры агроландшафта, закономерности временного (исторического) развития агроландшафтов, пространственная организация и иерархия агроландшафтов. Главное различие между природными и сельскохозяйственными геосистемами (агроландшафтами, агрогеосистемами) состоит в том, что агроландшафты – это не самостоятельные системы, какими можно считать природные комплексы, а управляемые подсистемы более сложной самоорганизующейся (в общем случае) системы социума. Поэтому агрогеосистемы нельзя рассматривать только в качестве больших или меньших модификаций природных комплексов, следует признать, что это принципиально другой тип систем с особой организацией, структурой, динамикой и функционированием. Из этого, в частности, вытекает необходимость разработки иных методологических подходов к исследованию и оценке агрогеосистем. В таблице 1 отражено соотношение основных характеристик природных комплексов и агрогеосистем. В основе рассматриваемых систем лежит *элементарный агроландшафт*, представляющий собой комплекс агроэкосистем, пространственно организованных вокруг поселения, создавшего и использующего эти агроэкосистемы (поля, сенокосы, пастбища, сады, огороды и др.).

Элементарные агроландшафты пространственно связаны между собой в агрогеосистему более высокого ранга, названную нами «историческим типом агроландшафта», характеризующуюся определенной общностью организации, природных условий, пространственной структуры и исторического развития.

Сравнительная характеристика параметров организации и функционирования природных комплексов и агроландшафтов

Параметры	Природные комплексы (ПТК)	Агроландшафты
Источники энергии	Природные	Природные и антропогенные
Роль антропогенных факторов	Нарушающая	Управляющая
Роль природных факторов	Организующая	Лимитирующая
Границы	Природные, встречаются как дискретные, так и диффузные	Антропогенные, типичны дискретные; в частном случае совпадают с некоторыми природными
Пространственная организация	Закономерное сочетание морфологических единиц: урочища, фации и т.п.	Элементарные уголья-агроэкосистемы группируются вокруг поселения, которое играет роль управляющей подсистемы культурного ландшафта в целом (нуклеарная система)
Иерархия	Определяется распределением вещества и естественными энергетическими потоками	Определяется иерархией системы расселения и инфраструктурой
Устойчивость	Основана на возможностях самоорганизации	Основана на эффективном управлении
Возраст	Разновозрастные компоненты: самая старая и устойчивая – литогенная основа	Исторический

Также в Главе 1 предложены принципы моделирования агрогеосистем и связанных с ними систем сельского расселения, являющихся согласно геоэкологической концепции составной частью агроландшафта. Предложен альтернативный подход к моделированию, особенностью которого является анализ расселения не абстрактного или конкретного региона, как это принято в экономической географии, а определенного типа сельскохозяйственных геосистем, а именно сложившихся в лесной зоне «исторических типов

агрландшафта» и соответствующих систем сельского расселения. Это обеспечивает главное условие вероятностного моделирования согласно концепции математической морфологии ландшафта А.С. Викторова: рассматриваются территории, построенные однотипно в генетическом и геолого-геоморфологическом отношении. Применение данного подхода к агрландшафтному моделированию обуславливает те же требования к социально-экономическим условиям.

Глава 2 «Природные факторы формирования и организации агрландшафтов в Нечерноземной зоне ВЕР» рассматривает роль природных факторов в формировании агрландшафтов. Особенностью аграрного освоения лесной зоны Европы является определенное историко-социальное своеобразие, а именно удивительная однородность сельского хозяйства территории при всем ее огромном размере и разнообразии природных условий. «То же господство трехполья в сочетании с огневым земледелием (играющим второстепенную роль и сохранившимся не повсеместно). Схожий набор культур. Схожие орудия труда. Наконец, та же неустойчивость и скачкообразность урожаев и тот же их уровень» (Аграрная история..., 1978). Причина заключается в том, что пашенное земледелие в регионе существовало на грани своей рентабельности в условиях, когда природные факторы жестко лимитируют систему земледелия, включая сельскохозяйственные культуры и их потенциальную урожайность, так что более высокие показатели урожайности, иные культуры и т.п. были практически невозможны, в то время как при еще более низкой урожайности вложенные затраты бы просто не окупились. Соответственно, отмеченная многими исследователями однородность сельского хозяйства лесной зоны достигалась крайней избирательностью угодий, которые оно использовало. **особенностью аграрного развития Нечерноземной зоны ВЕР является тот факт, что исторически сложившиеся агрландшафты отличаются друг от друга не набором сельскохозяйственных культур, агроэкосистем и агротехнологий, а главным образом пространственной организацией и**

ландшафтной приуроченностью. Именно в этом проявляется при пашенном земледелии в Нечерноземной зоне лимитирующая и дифференцирующая роль природных факторов. Это не означает, что в регионе вообще не существовало природно-обусловленной дифференциации отраслей сельского хозяйства, однако она была выражена заметно меньше, чем природная дифференциация региона.

Так сформировался некоторый ограниченный набор типов агроландшафта, образованных совокупностью элементарных агроландшафтов и характеризующихся собственной пространственной организацией, которые мы назвали историческими типами агроландшафта. Среди исторических типов агроландшафта наиболее характерны следующие:

- Поречья – целостные агрогеосистемы (агроландшафты), сформировавшиеся в долинах рек, характеризующиеся дендритовым рисунком, окруженные лесными и болотными междуречными ландшафтами.

- Поозерья – агроландшафты, сформировавшиеся на плодородных иловато-глинистых почвах в лимногляциальных котловинах вокруг крупных озер (Ильмень, Неро и др.).

- Сушь – агроландшафты, сложившиеся на относительно возвышенном известняковом плато с хорошо дренированными, плодородными почвами. Каргопольская сушь – агроландшафт, с преобладанием элементарных агроландшафтов относительно правильной округлой формы, сформировавшихся в пределах однородного известнякового плато.

- Водораздельный и «островной» водораздельный типы агроландшафта, привязанные к моренным и камовым холмам в умеренном и влажном климате в условиях слабой разработанности речных долин.

- Ополья - самые освоенные агроландшафты во всей лесной зоне, где площадь максимальной распашки превышает 75 %, занимающие возвышенные вторичные моренные равнины, сложенные покровными лессовидными суглинками. Ополья окружены полесьями - древнеаллювиально-зандровыми и озерно-ледниковыми песчаными равнинами, почти не используемыми в земледелии.

Среди других исторических типов агроландшафта можно назвать переходные типы: предополье, приречно–озерные, а также псевдоополье (северное ополье)², водораздельный и долинный (под)типы агроландшафтов.

Факторами макродифференциации агроландшафтов лесной зоны ВЕР выступают климатические и геологические (литогенные) характеристики природной среды. При этом климатическая группа факторов на макроуровне характеризуется определенным трендом, то есть закономерным изменением своих свойств в определенном направлении, связанным с снижением температур с севера на юг и усилением континентальности климата с запада на восток. Макрогеологические факторы также характеризуются определенным трендом. Если макроклиматический тренд направлен в сторону улучшения климатических условий с северо-востока на юго-запад, то геологический тренд в Нечерноземной зоне ВЕР, связан с закономерной сменой возраста и генезиса литогенной основы в зависимости от удаленности от центра плейстоценовых оледенений и направлен с северо-запада (зона самого молодого Валдайского оледенения) на юго-восток в перигляциальную зону с самыми древними ландшафтами региона. Именно возраст является интегральным показателем влияния литогенной основы ландшафта на агрогеосистемы, так как от него в значительной степени зависит уровень развития ландшафта, включая дренированность долин, уровень плодородия почв (условия накопления гумуса), особенности материнских пород, что (при прочих равных условиях), позволяет говорить об общем увеличении благоприятности литогенной основы для земледелия в этом направлении. На основе сочетания этих трендов в Нечерноземной зоне Восточно-Европейской равнины можно выделить пять макрозон, отличающихся по природным параметрам, отличающихся по типу пространственной организации агрогеосистем (Таблица 2, Рисунок 2).

Граница холодных и умеренных макрозон проведена по границе холодного и умеренного климата. Критерием проведения границы, характеризующей общую

² Впервые описано Т.Г. Нефедовой

суровость климатических условий, является соотношением сумм активных температур (больше 10⁰С) и сумм отрицательных температур воздуха, накопленных за год. К югу от этой границы первый параметр превышает второй по абсолютной величине, тогда как к северу ситуация обратная (Углов, 1987).

Граница молодых и зрелых (древних) ландшафтов проведена по границе распространения моренных отложений самого молодого валдайского оледенения. Вдоль южной границы региона проходит выделяемый в отдельную макрону ополье-полесский структурно-морфологический ландшафтный пояс (по Ф.Н. Милькову) – южная теплая макрону зрелых ландшафтов. Переходная центральная умеренная макрону относительно зрелых ландшафтов расположена между ополье-полесским поясом и остальными макронами.

Таблица 2

Ландшафтная приуроченность исторических типов агроландшафтов лесной зоны

Макрону	Преобладающие исторические типы агроландшафтов
Северо-восточная холодная макрону зрелых перигляциальных ландшафтов (холодная древняя)	Поречье
Западная умеренная макрону молодых ландшафтов (умеренная молодая)	западный (валдайский) моренно-водораздельный тип, поозерье
Северо-западная холодная макрону молодых ландшафтов (холодная молодая)	поозерье, сушь, поречье
Южная теплая макрону зрелых ландшафтов (южная древняя)	ополье, предополье
Центральная умеренная макрону относительно зрелых ландшафтов (центральная)	водораздельный, долинный, псевдоополье.

Таким образом, природные факторы, являющиеся естественными ограничителями сельскохозяйственного использования земель, обеспечивают их дифференциацию на макро-, мезо - и микроуровнях, создавая предпосылки для формирования агроландшафтов с различными типами пространственной организации. Описанные выше типы агроландшафтов появились под влиянием факторов природной дифференциации, но в условиях определенной системы

земледелия, а именно пашенного земледелия с постоянной пашней, в течение всего второго тысячелетия нашей эры и явились основой традиционного сельского культурного ландшафта исторической России. Поэтому мы назвали выделенные нами характерные типы агроландшафтов лесной зоны ВЕР историческими типами агроландшафта. При этом в том или ином виде эти агроландшафты просуществовали до конца XX века, несмотря на смену агротехнологий и социально-экономических условий и, однако, сохранения системы пашенного земледелия с постоянной пашней.

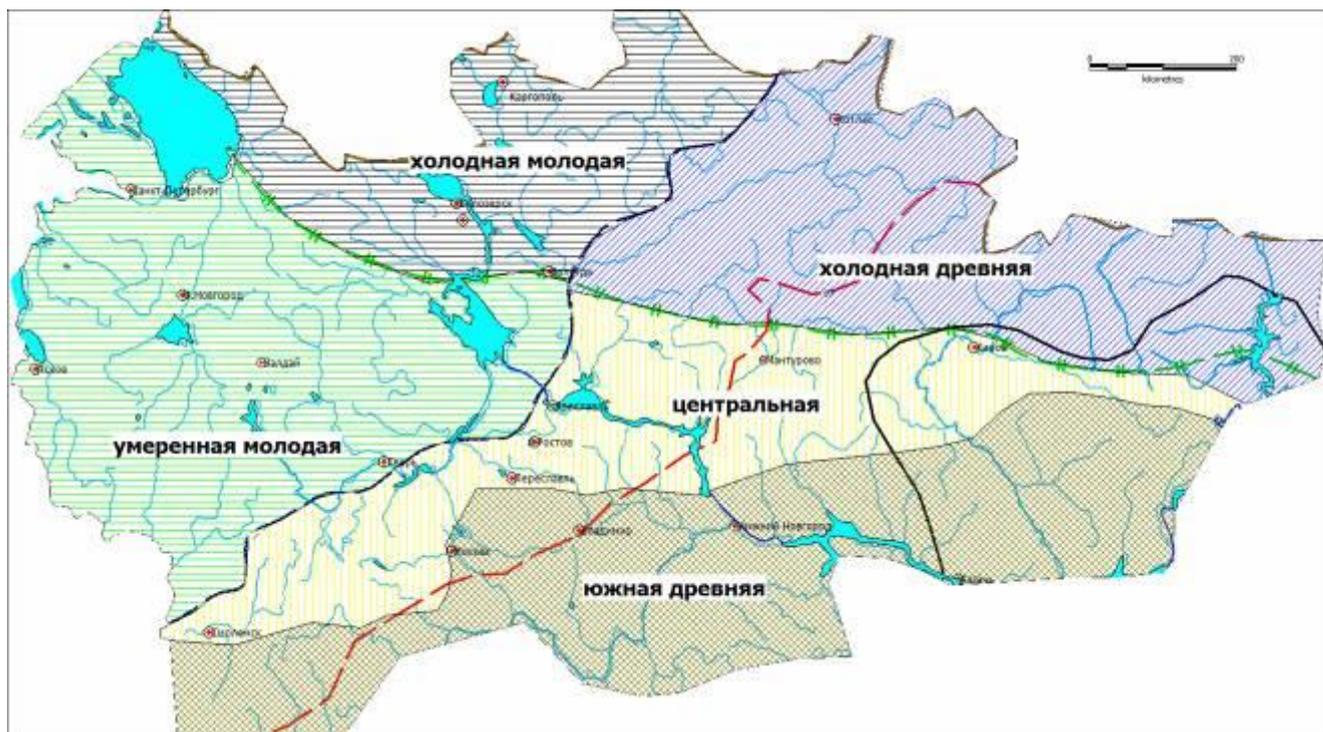


Рисунок 2. Агроприродное макрозонирование лесной зоны ВЕР. Границы оледенений: — Валдайского, — Московского, — Днепроовского. Граница холодного и умеренного климата: —+—.

Глава 3. «История аграрного освоения лесной зоны Восточно-Европейской равнины до становления централизованного государства»

В лесной зоне сменилось несколько систем земледелия и соответствующих им типов агроландшафта. В задачу исследования входило выявить исторически сменявшие друг друга типы агроландшафтов региона, связанные с различными системами земледелия, их отличительные черты и факторы, обуславливающие их эволюцию и смену. Для решения этой задачи автором был проведен историко-геоэкологический анализ развития агроландшафтов региона по фондовым и

литературным источникам. Использовались работы археологов (В.В. Седов, В.Л. Янин, В.Я. Конецкий, Н.А. Макаров, Н.А. Кренке, В.А. Оборин, О.Н. Бадер и др.) и историков (Л.В. Милов, А.Я. Дегтярев, М.В. Витов, А.Л. Шапиро и др.).

Первые агрогодья («поля») появились на безлесых участках в поймах крупных рек (ананьинская культура, бронзовый век: 2000 до 700 г. до н.э.). Следующим этапом аграрного развития этой территории было освоение местными племенами (дьяковская, городецкая, ананьинская культуры) подсечно-огневого мотыжного земледелия, развитие которого связано с распространением в начале железного века лесорубной техники. Тогда же, в первой половине I тысячелетия н.э., сложился основной набор сельскохозяйственных культур в лесной зоне ВЕР. Археологические исследования указывают на возделывание мягкой пшеницы, ячменя, проса, кормовых бобов, гороха, льна и конопли. Только рожь в этот период была второстепенной и, по-видимому, яровой культурой.

Пашенное земледелие с постоянной пашней достоверно стало проникать в лесную зону ВЕР с конца I тысячелетия н.э. Оно представляет собой более развитый хозяйственно-культурный тип по сравнению с подсечно-огневым мотыжным земледелием. Основу пашенного земледелия составляют вкуче земледелие и животноводство, оно обладает конкретной и жестко обусловленной структурой и ориентируется на иные типы ландшафта нежели подсечно-огневое земледелие. Пашенное земледелие отличается от мотыжного подсечно-огневого следующими признаками:

- наличием пахотных орудий (соха, плуг и т.п.),
- использованием тягловой силы скота,
- наличием постоянной пашни в качестве основного источника сельскохозяйственной продукции,
- определенной системой севооборота на постоянной пашне, предусматривающей кратковременный (сезонный) период восстановления ее плодородия. Как правило, такой системой был двухпольный или трехпольный

севооборот. Двухпольный севооборот состоял из двух полей, распаханного и парового, трехпольный из ярового, озимого и парового.

При переходе к пашенному земледелию сменился тип расселения, а вслед за ним характер землевладения. Это связывается с изменением характера сельскохозяйственных работ, так как пахотное земледелие требовало длительных усилий в течение теплого времени года по распашке, удобрению и другим необходимым полевым работам, и близость пашни становилась очень важным условием. Проведенный анализ показал, что пашенное земледелие создало новый тип агрогеосистем. Возникший элементарный пашенный агроландшафт представлял собой устойчивое ядро сельскохозяйственных угодий вокруг небольшого поселения с динамичной периферией, где обрабатываемые и облесенные участки чередовались во времени и пространстве. Когда продуктивная емкость прилегающей пашни оказывалась недостаточной для выросшего населения, происходило отселение одной из малых семей на новое место, где возникала новая элементарная агрогеосистема. Тем самым, в результате аграрного освоения лесной зоны ВЕР к концу данного периода сформировались агроландшафты, представляющие собой совокупность звеньев (элементарных агрогеосистем) с устойчивым ядром сельскохозяйственных угодий вокруг небольшого поселения и динамичной периферией, где обрабатываемые и облесенные участки чередовались во времени и пространстве. При этом сами угодья были вписаны в определенные природные урочища, пригодные для сельскохозяйственного использования. Так возникли устойчивые крупные агрогеосистемы – исторические типы агроландшафтов – поречья, поозерья, ополья и другие с «мелкоядерной» внутренней структурой, образованной малодворной системой расселения.

Глава 4. «История развития агроландшафтов лесной зоны Восточно-Европейской равнины при централизованном государстве» посвящена анализу эволюции агроландшафтов региона начиная с Нового времени, когда произошло становление централизованного государства на базе Московского княжества. Используются исторические труды (Ю.В. Готье, С.Б. Веселовский,

Н.Н. Воронин, И.Д. Ковальченко, М.А. Давыдов, Н.А. Нефедов и др.), кроме того привлекались картографические и статистические материалы, значительно более доступные для этого периода. В задачи данного исследования входит исследование трансформаций исторических типов агроландшафта, возникших в предыдущий исторический период (Глава 3), включая изучение роли природных и антропогенных факторов на каждом этапе развития.

На рубеже Средневековья и Нового времени произошла радикальная смена внутренней организации исторических типов агроландшафта, сложившихся в предыдущий период. В XVI веке в стране возник серьезнейший социально-экономический кризис, в котором большую роль играло тяжелое состояние сельского хозяйства и сельского населения. Историки называют много причин кризиса, при этом трудно установить, какие из них играли ведущую роль. В результате (или после) кризиса произошла существенная трансформация системы землевладения, землепользования и расселения.

Если при переходе к пашенному земледелию в лесной зоне сформировалась система расселения с преобладанием малодворных населенных пунктов, то по мере выхода из кризиса в начале XVII в. во многих районах сформировалась гораздо более редкая сеть относительно крупных деревень уже не с родственными, а соседскими общинами. Результатом этого полустихийного процесса стала смена системы расселения с малодворной на многодворную в центральных, западных и южных районах лесной зоны России, в то время как северные и северо-восточные районы, включая таежное Прикамье и Каргополье, сохранили прежнюю систему расселения, но подверглись новой волне колонизации.

При этом, как показывает наш анализ, вновь возникшая многодворная система расселения не была результатом демографических процессов, напротив, численность населения и площадь распашки в северо-западном и центральном районах катастрофически сократилась, не была она следствием развития новых аграрных технологий – в укрупненных деревнях и селах практиковалась та же

трехпольная система с тем же набором сельскохозяйственных растений и орудий. Одновременно изменилась пространственная агроландшафтная структура: возникло большое количество пустошей, т.е. заброшенных пахотных земель на месте бывших поселений. В задачи исследования входила оценка этой трансформации системы землевладения, землепользования и расселения, и ее роль в изменении организации агроландшафта.

В результате смены системы расселения крестьяне оказались обречены на постоянную нехватку близко расположенной и доступной для регулярного удобрения плодородной земли. Надел каждого крестьянина в большой деревне-общине состоял из отдельных участков как близкой, так и удаленной пашни, с "хорошей" и "плохой" землей. Так возникла чересполосица и, следовательно, принудительный, обязательный для всех членов общины севооборот. К тому же, от поколения к поколению ситуация с количеством людей в каждом дворе менялась, и стали необходимыми переделы земли. Другого способа учесть интересы всех членов общины и обеспечить всех примерно равным по количеству и качеству земли наделом не существует. Но в этом случае крестьянин не слишком заинтересован в поддержании, а тем более, повышении плодородия земель, поскольку его надел ему не принадлежит и в любой момент может перейти кому-то еще. Так как сельскохозяйственный труд, в том числе, связанный с поддержанием плодородия, очень тяжел, то недостаток мотивации несомненно играет свою отрицательную роль. Все это в целом не способствовало сохранению плодородия почв и повышению урожайности.

Поэтому одно только изменение системы расселения с мелкоселенной (малодворной) на крупноселенную (многодворную) неминуемо приводит к лишению крестьянской семьи права распоряжаться своей наделной землей и переходу к общинному землевладению и землепользованию. Это означает, что система расселения изменилась не в результате каких-либо технологических новшеств для повышения эффективности сельского хозяйства, а система землепользования неизбежно поменялась в результате одного лишь изменения

системы расселения. Описанные выше процессы, в свою очередь, вынуждали крестьян стремиться к минимизации обработки земель, что, в свою очередь, вело к общему падению эффективности сельского хозяйства.

Не удивительно, что в середине XIX века снова разразился аграрный кризис. Было необходимо реформировать сельское хозяйство, однако реформа 1861 г. не привела к желаемым результатам. Как это ни парадоксально, ее результатом явилось лишь усиление геоэкологического аграрного кризиса. Наглядным показателем такого кризиса в Нечернозёмной зоне служат данные по средней урожайности зерновых по губерниям: **максимальная урожайность зерновых в регионе достигалась в северных Олонецкой и Архангельской губерниях, в то время как наименьшей она была в более южных Калужской, Владимирской и Нижегородской губерниях.** Очевидно, что причиной не могут быть ни природные условия, ни аграрные технологии, так как ни те, ни другие не изменились. Анализ показывает, что наиболее убедительным объяснением представляются описанные выше геоэкологические причины падения урожайности в центральных губерниях Нечерноземья. Возникал своеобразный замкнутый круг:

- Увеличение населения при неизменной системе расселения приводило к тому, что выборочная распашка наиболее плодородных угодий сменялась сплошной распашкой близлежащей территории (за исключением болот и других неудобий), что само по себе снижало среднюю урожайность. Чем лучше агроприродные условия, тем легче шел этот процесс.

- В результате увеличения пахотных земель сокращалась площадь кормовых угодий и соответственно количество скота. Сократившееся количество удобрения (навоза) надо было вывозить на большую площадь, следовательно, дальние поля испытывали значительный недостаток удобрения, что еще больше снижало среднюю урожайность.

- Снижение урожайности требовало увеличения распашки и интерпретировалось как нехватка пахотной земли. Увеличение распашки при

неизменности системы расселения и земледелия приводило к еще большему падению урожайности.

В XX веке произошла принципиальная смена типа сельского хозяйства в регионе – от экстенсивного натурального хозяйства в товарному, ориентированному, главным образом, на животноводство, однако эта смена сопровождалась целым рядом неблагоприятных последствий, в том числе нарушением внутренней организации агрогеосистем, что не могло не сказаться на их эффективности. В советское время масштабы сельскохозяйственного производства, включая поголовье скота и размеры посевных площадей, жестко контролировались сверху и тем самым искусственно поддерживались. Это стало очевидно в 90-х годах XX века, когда в стране произошли принципиальные изменения, в том числе в области сельского хозяйства и землепользования. Потери сельскохозяйственных угодий за последние 10 лет XX века составили в России почти 20 миллионов га, потери пашни по официальным данным составили за тот же период 12 миллионов га.

Несмотря на это, многие агроландшафты продолжают существовать с момента возникновения на протяжении многих столетий, что заставляет рассматривать их как образования, имеющие собственные закономерности развития и строения, устойчивые к социально-экономическим изменениям.

Глава 5. «Анализ пространственно-временной организации агроландшафтов Нечерноземной зоны ВЕР» посвящена ГИС-анализу и вероятностному моделированию пространственно-временной организации конкретных исторических типов агроландшафта на двух уровнях детализации, уровне исторических типов агроландшафтов и элементарных агроландшафтов. Рассмотрено три ключевых участка в трех различных макроразнообразиях лесной зоны ВЕР (Рисунок 1), северо-западной, восточной и западной соответственно, представляющих собой типичные исторические типы агроландшафтов данных макроразнообразий. Все три участка являются староосвоенными агроландшафтами, возраст которых приближается к тысяче лет несмотря на сложные природные условия. С

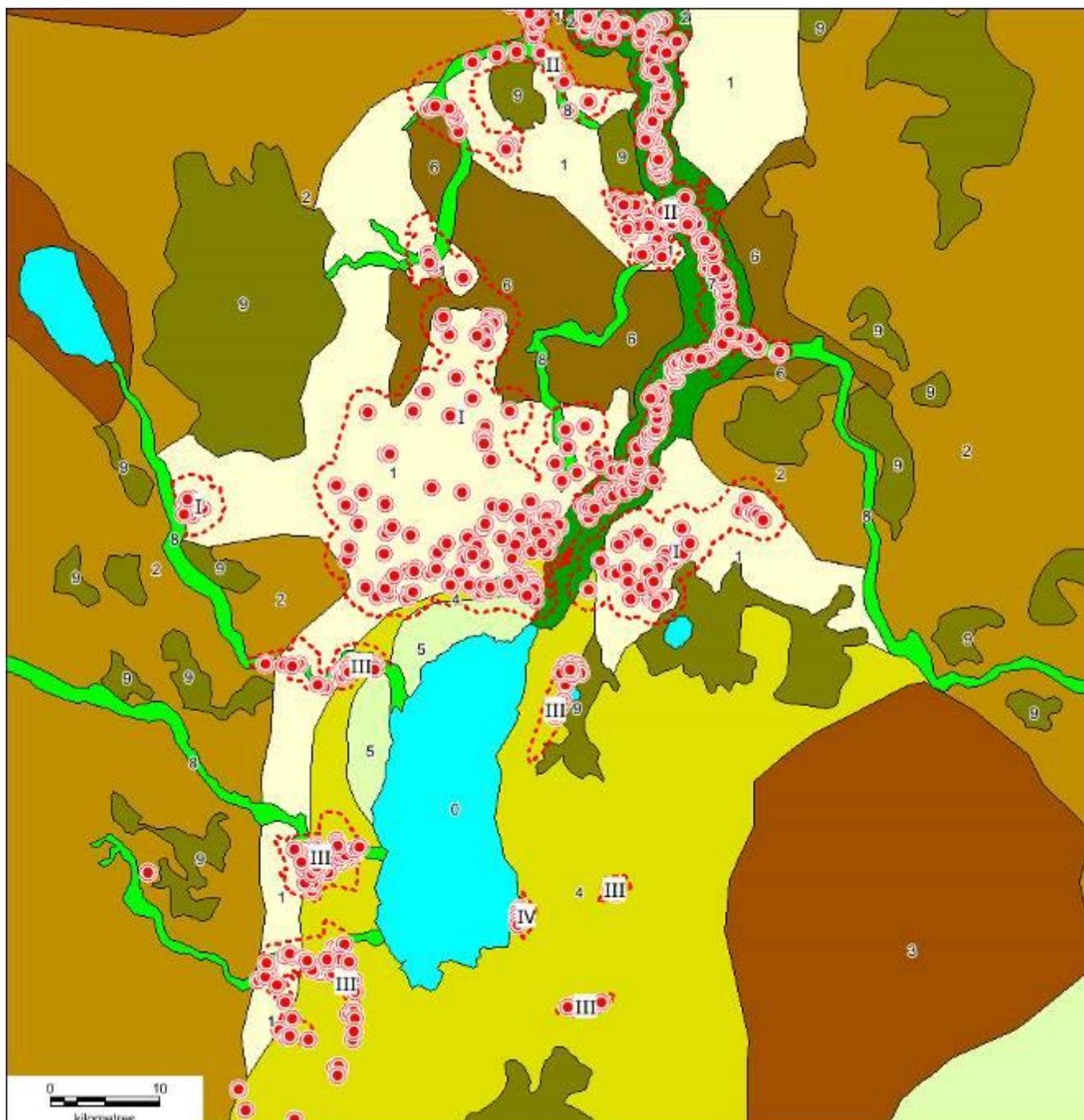
геоэкологической точки зрения важно, что для каждого из исторических типов агроландшафта характерна самобытная реакция на изменения природных, социальных и экономических условий, отличающаяся от реакции других агроландшафтов, поэтому каждый тип следует анализировать по отдельности с учетом всех факторов его развития.

Участок 1, Каргополье, является одним из самых северных староосвоенных аграрных регионов России, включающий несколько исторически сформировавшихся агроландшафтов (Рисунок 3).

Каргопольская сушь, расположенная в центре Каргополья, занимает возвышенное карстовое известняковое плато, перекрытое маломощными рыхлыми четвертичными отложениями с богатыми почвенными ресурсами, пригодное для развития земледелия несмотря на сложные климатические условия.

В Каргополье наглядно проявляется влияние как природных, так и социально-экономических факторов. Если природные факторы определяют (агро)ландшафтную приуроченность поселений, то социально-экономические факторы отчетливо проявляются при анализе плотности расселения.

На однородной по природным условиям Каргопольской суши хорошо заметны структура «центр-периферия» и «квазитюненский ландшафт», описанные в работах Г.В. Иоффе и Т.Г. Нефедовой. В частности, Каргополь окружен плотным кольцом пригородных поселений, непосредственно примыкающих к городу. Сравнение ландшафтной карты региона и картограмм заселенности показывает, что освоение Каргополья тесно связано с его природными условиями. Зоны интенсивного и хорошего освоения в основном приурочены к известняковому плато с дерново-карбонатными глинисто-суглинистыми почвами, за исключением Большешальской волости на востоке, где за счет увеличения четвертичных ледниковых отложений образовался моренный ландшафт на известняковом пластовом основании, но условия для аграрного освоения также оказались достаточно хорошими, дополнительным фактором является то, что эта волость также примыкает к Каргополю.



Условные обозначения

- | | |
|---|--|
|  1. Карстовые плато на палеозойских известняках |  6. Карстовые плато заболоченные |
|  2. Моренные на известняковом пластовом основании |  7. Крупные речные долины |
|  3. Холмистые моренные с участками камов |  8. Долины малых рек |
|  4. Озерно-ледниковые глинистые, местами карбонатные |  9. Крупные болотные массивы |
|  5. Зандровые заболоченные |  Границы агроландшафтов |

Рисунок 3. Типы агроландшафтов в Каргополье. I - водораздельный (сушь), II - поречье, III - приречно-озерный тип, IV - поозерье. Кружками обозначены деревни.

Приуроченность плато преимущественно к левому берегу реки Онеги обуславливает развитие Каргополья на запад в большей степени, чем на восток. Характерно, что Волковская волость и волость Ловзанга, в отличие от других волостей (Павловской и Саунинской), расположенных вблизи г. Каргополя, характеризуются средними показателями по коэффициенту заселенности (Рисунок 4а). Дело в том, что эти волости расположены преимущественно не на известняковом плато, а на участке менее дренированной зандровой равнины с легкими, не очень плодородными подзолистыми почвами. Фактически Волковская волость делится на две примерно равных половины: северную плотно заселенную и южную, где поселения отсутствуют. Несомненно, это связано с указанной выше сменой природных условий.

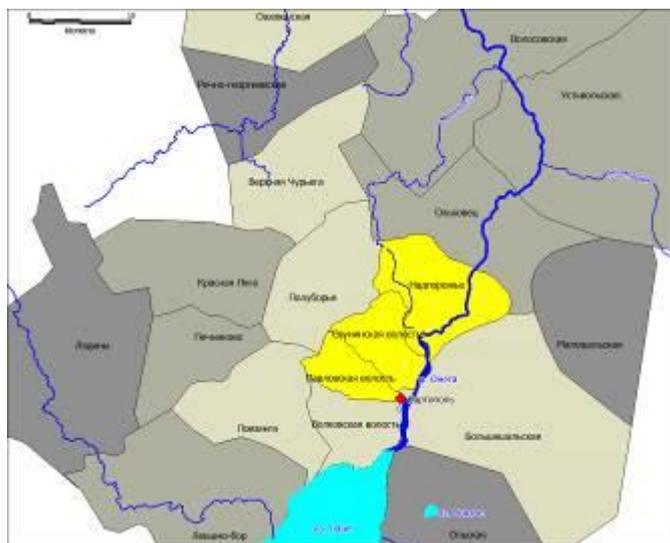


Рисунок 4а.
Распределение исторических волостей Каргополья по коэффициенту заселенности.

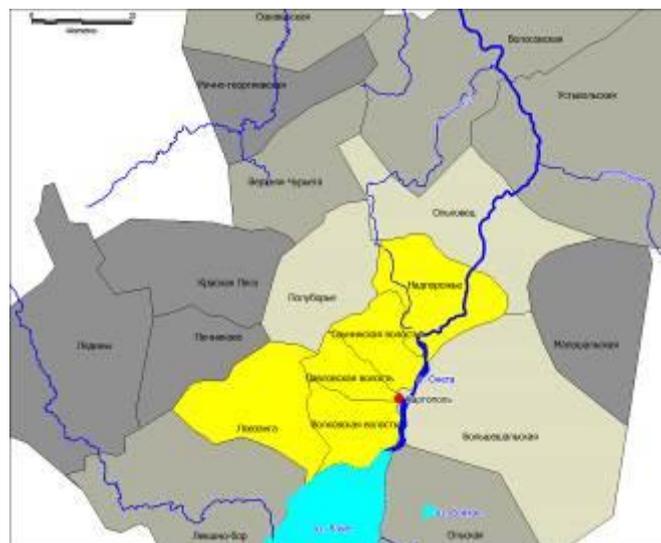


Рисунок 4б.
Распределение исторических волостей Каргополья по общей плотности поселений.



ГИС-анализ исторической системы расселения Каргополья показал, что в условиях однородных природных условиях (известняковое плато) она подчиняется распределению согласно модели «квзитуененского ландшафта». Изменения природных условий вносят свои коррективы в это распределение:

наличие мощной водной артерии, р. Онега, определяет вытягивание зоны освоения вдоль долины, напротив, в условиях зандрового ландшафта, даже вблизи центра расселения, г. Каргополя, плотность поселений резко падает.

Однако на расстоянии, превышающем 5-10 км от города, его непосредственное влияние на систему расселения исчезает и центрами элементарных агроландшафтов в пределах Каргопольской суши выступают часто встречающиеся небольшие озерца карстового происхождения, по-местному «ляги», к которым естественным образом тяготеют сельские поселения, поскольку на плато мало других источников воды. Некоторые деревни так и называются: Красная ляга, Савина ляга, Новгородова ляга, Турова ляга. Таким образом, исторический тип агроландшафта Каргопольской суши представляет собой совокупность таких элементарных агроландшафтов, гнезд деревень (или одной деревни) вокруг карстовых озер, окруженных кольцом сельскохозяйственных угодий.

В рамках вероятностного моделирования агроландшафтной структуры Каргопольской суши была рассмотрена следующая гипотеза: поскольку сельские поселения приурочены к озерам, т.е. очагам карстового процесса, то и закономерности расположения как их самих, так и окружающих их агрогеосистем должны отвечать закономерностям расположения очагов карстового процесса. В этом случае распределение сельских поселений и центров элементарных агрогеосистем также должны подчиняться математической модели морфологической структуры равнин с господством просадочно-суффозионных и карстовых процессов по А.С. Викторову, а именно, на однородных территориях с развитием карстовых процессов (независимо от климатических, геологических, физико-географических и других условий) пространственное расположение элементарных агроландшафтов должно подчиняться распределению Пуассона. С учетом выдвинутой выше гипотезы это означает, что данному распределению также должно отвечать распределение центров поселений с одной стороны, и центров элементарных агрогеосистем, с другой. Проведенная эмпирическая

проверка показала, что и центры элементарных агрогеосистем, и центры гнезд поселений порознь распределены по территории по закону Пуассона (по критерию согласия Пирсона, размер выборок 57 объектов). Таким образом, изложенная гипотеза подтверждается. Одновременно было проанализировано наличие связи между расположением центров поселений и геометрических центров соответствующих элементарных агрогеосистем. Если бы геометрические центры элементарных агрогеосистем и соответствующих поселений располагались независимо друг от друга, то расстояние между центром поселения и ближайшим геометрическим центром элементарной агрогеосистемы подчинялось бы распределению Релея, как это показано в аналитических выкладках различных исследователей, поскольку исследуемые центры поселений и элементарных агрогеосистем (как было показано выше) распределены по закону Пуассона. Однако распределение Релея не подтвердилось, что доказывает связь расположения геометрического центра элементарной агрогеосистемы и центра соответствующего поселения.

Участок 2, южнотаежное Западное Прикамье, представляет собой эталонный пример агроландшафтов поречий, при этом их возникновение связано не со славянской, а с угро-финской аграрной колонизацией, однако закономерности сельскохозяйственного освоения этой территории сохраняются примерно такими же, как и в других частях лесной зоны ВЕР, что подчеркивает их универсальный характер для всего региона в целом.

Поречья – это особый тип агрогеосистем, который сформировался именно в пределах таежной (главным образом, южно-таежной) зоны. Выделение поречий как самостоятельных агрогеосистем связано с выборочным и очаговым характером использования природных комплексов в таежной зоне, так что значительные пространства залесенных междуречий, не используемых в земледелии, естественным образом разделяют отдельные интенсивно окультуренные агрогеосистемы. Поречья формируются в интразональных природных условиях хорошо разработанных речных долин, где только они

пригодны для земледелия, в то время как окружающие их таежные междуречья не используются в земледелии (что справедливо до сих пор) и часто малодоступны.

Поречья широко распространены в северо-восточной холодной макроне зрелых ландшафтов, где они являются основным (практически единственным) типом агроландшафта. Поречья встречаются также в западных макроне молодых ландшафтов, но здесь они формируются, главным образом, в долинах наиболее крупных рек, где при условии умеренной ледниковой аккумуляции сохранились крупные унаследованные долины (Онега, Северная Двина и др.).

Обвинское и Иньвенское поречья очень близки по историческим, социально-экономическим и геолого-геоморфологическим условиям, но Иньвенское поречье расположено на 300-400 км севернее Обвинского. Можно сказать, что Обвинское поречье представляет собой типичный южно-таежный агроландшафт, тогда как Иньвенское расположено на границе южной и средней тайги. Как крупные агрогеосистемы поречья начали формироваться с VI-VIII веков, и до XII-XVII веков их развитие протекало примерно одинаково.

Для поречий характерна особая поселенческая структура, привязанная к главной реке и ее притокам. Часто деревни вытянуты вдоль берега ровной линейной полосой с очень небольшими промежутками. В зависимости от строения долины встречаются симметричные и асимметричные поречья. Причем большинство деревень малодворны. Это характерно как для поречий северо-востока ВЕР, так и для северо-запада. Основная причина этого связана с преимущественно сельскохозяйственной занятостью жителей.

В поречьях сформировалась своеобразное внутреннее строение агрогеосистем, представляющих собой дендритовую (иногда линейную) последовательность звеньев с устойчивым ядром сельскохозяйственных угодий вокруг небольшого поселения. При этом сами поселения и окружающие их сельскохозяйственные угодья приурочены к разветвленной и хорошо структурированной речной сети, что собственно и объясняет «лопастно-дендритовый рисунок» агроландшафтов поречий (Рисунок 5).

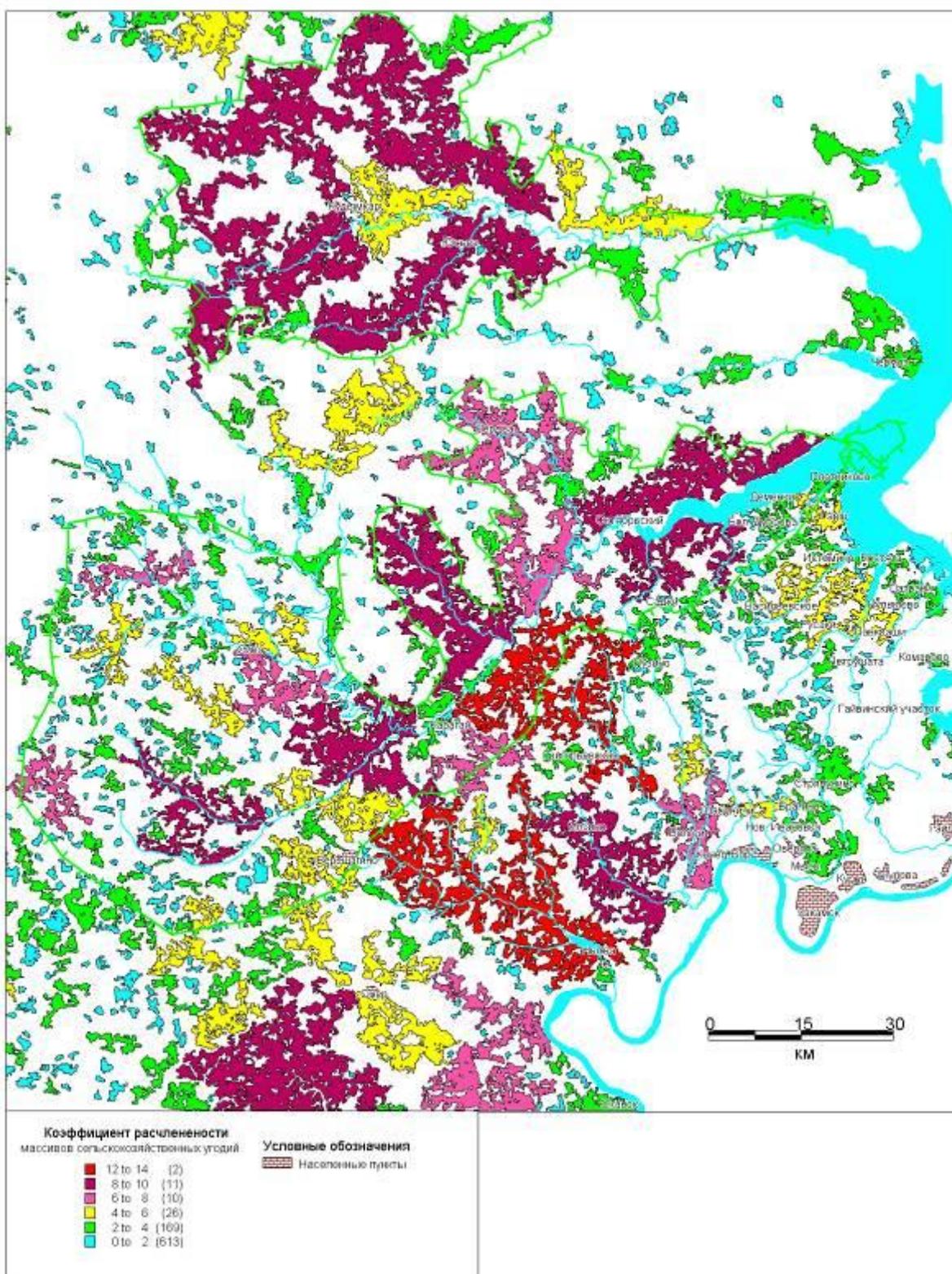


Рисунок 5. Карта расчлененности сельхозугодий в поречьях Прикамья.

При этом анализ морфологической структуры Обвинского и Иньвенского поречий показал, что при близости природных, исторических и экономических условий развития, они, тем не менее, различаются по своей пространственной структуре. Иньвенское поречье характеризуется более однородной структурой, тогда как Обвинское поречье крупнее, и для него характерна более разнообразная агроландшафтная структура. Поскольку Иньвенское поречье расположено севернее Обвинского, можно предположить, что различие климатических условий следует считать главной причиной изменения рисунка агроландшафта, так как в более суровых климатических условиях меняются критерии сельскохозяйственной пригодности земель, усиливается выборочность распашки и микроклиматическая роль малых долин; в частности, преимущественно распахируются земли на склонах и террасах южной экспозиции.

Механизм воздействия климатического фактора на агроландшафтную структуру в данном случае понятен: чем более благоприятны климатические условия, тем более разнообразен по своему составу набор природных урочищ, пригодных для сельскохозяйственного использования, а следовательно, более разнообразен рисунок, образованный массивами сельскохозяйственных угодий, что мы и видим при сравнении Обвинского и Иньвенского поречий.

Морфометрический анализ агроландшафтной структуры показал, что для северного Иньвенского поречья характерно преимущественное распространение массивов сельскохозяйственных угодий с высокой степенью расчлененности, что объясняется крайне избирательным использованием земель внутри Иньвенского поречья (Рисунок 5). Все они приурочены к долинным природным комплексам, лишь иногда выходя на придолинные участки водоразделов. Это объясняет дендритовый рисунок Иньвенского поречья. Напротив, Обвинское поречье, находящееся в более мягких климатических условиях, отличается большим природным разнообразием сельскохозяйственных угодий, что объясняет разнообразие показателя расчлененности, свойственное массивам угодий Обвинского поречья, так же как и более сложный рисунок, образованный

агрогеосистемой Обвинского поречья. Особняком стоят массивы угодий с крайне высокой степенью расчлененности. Они приурочены к холмисто-увалистой местности ландшафта Обвинско-Камских увалов.

Корреляционный анализ зависимости между распаханностью и распространенностью (долями площади) различных типов местности, характеризующихся своими наборами материнских пород, отдельно для Обвинского и Иньвенского поречья, а также бортов долин с преобладанием склонов разной экспозиции, показал, что поведение корреляционных зависимостей меняется не с севера на юг (между поречьями), а в зависимости от преобладающей экспозиции склонов долин. Поскольку первый вариант (северное и южное поречья) связан с изменением материнских пород, а второй (склоны северной и южной экспозиции обоих поречий) с перераспределением тепла (микроклимат), то можно сделать вывод, что именно климатический, а не почвенно-геологический фактор играет главную роль в распределении сельскохозяйственных угодий, а, следовательно, и агроландшафтной структуры этих поречий.

Вероятностное моделирование системы сельского расселения как каркаса агроландшафта поречий было проведено для трех поречий: 1) Онежское поречье - в долине крупной реки Онега в северо-западной макроне; 2) Иньвенское поречье – в долине средней реки Иньва в северо-восточной макроне; 3) Язьвинское поречье – в долине малой реки Язьва в северо-восточной макроне.

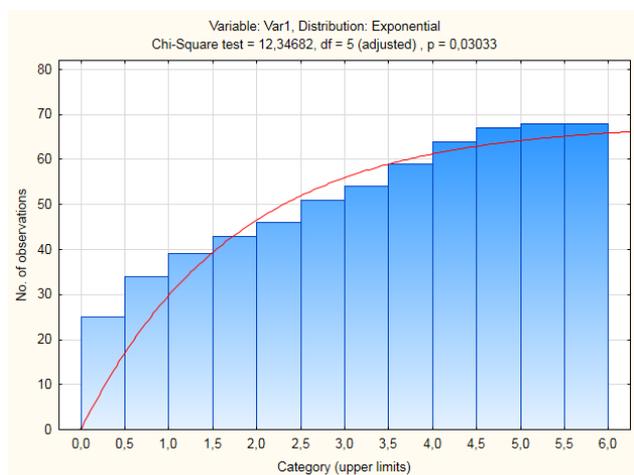
Модель базируется на том, что расселение в поречье происходило путем продвижения населения по реке до точки отхода от русла, и дальнейшем движении в сторону от русла до момента создания поселения. Для создания модели вводится специальная криволинейная система координат, где положение каждого поселения описывается двумя координатами ξ - вдоль реки и η - в сторону от русла, которые можно рассматривать как независимые случайные величины. Тогда модель расселения в поречьях может быть представлена в виде

двух составляющих: модель расселения вдоль реки, модель расселения в сторону от русла.

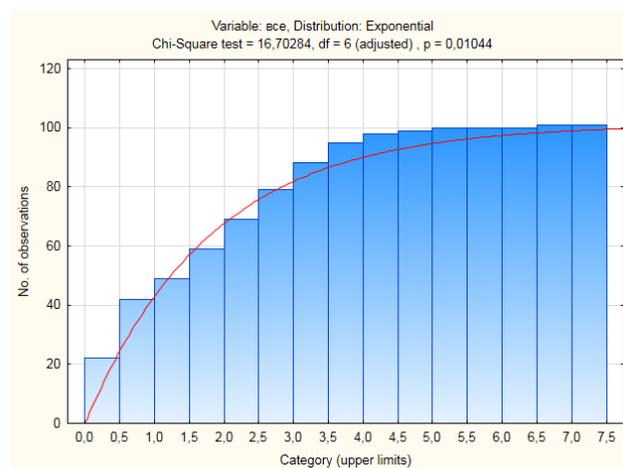
В основу допущений модели были положены следующие положения:

1. После завершения заселения поречья вероятность наличия точки отхода на отрезке русла определяется только величиной отрезка.
2. Формирование пунктов расселения в отношении к их удаленности от реки происходит независимо друг от друга, при этом на одной линии отхода располагается только один пункт.
3. Вероятность формирования населенного пункта на отрезке по линии отхода от реки при условии, что пункт не сформировался раньше (между рекой и началом отрезка), определяется только величиной этого отрезка.

Математический анализ допущений модели, выполненный в рамках совместных исследований, приводит к следующим выводам. 1. Распределение населенных пунктов вдоль русла (ξ) должно подчиняться **равномерному вероятностному распределению**. 2. Распределение удаленности населенных пунктов в сторону от реки должно подчиняться **экспоненциальному распределению**.



а



б

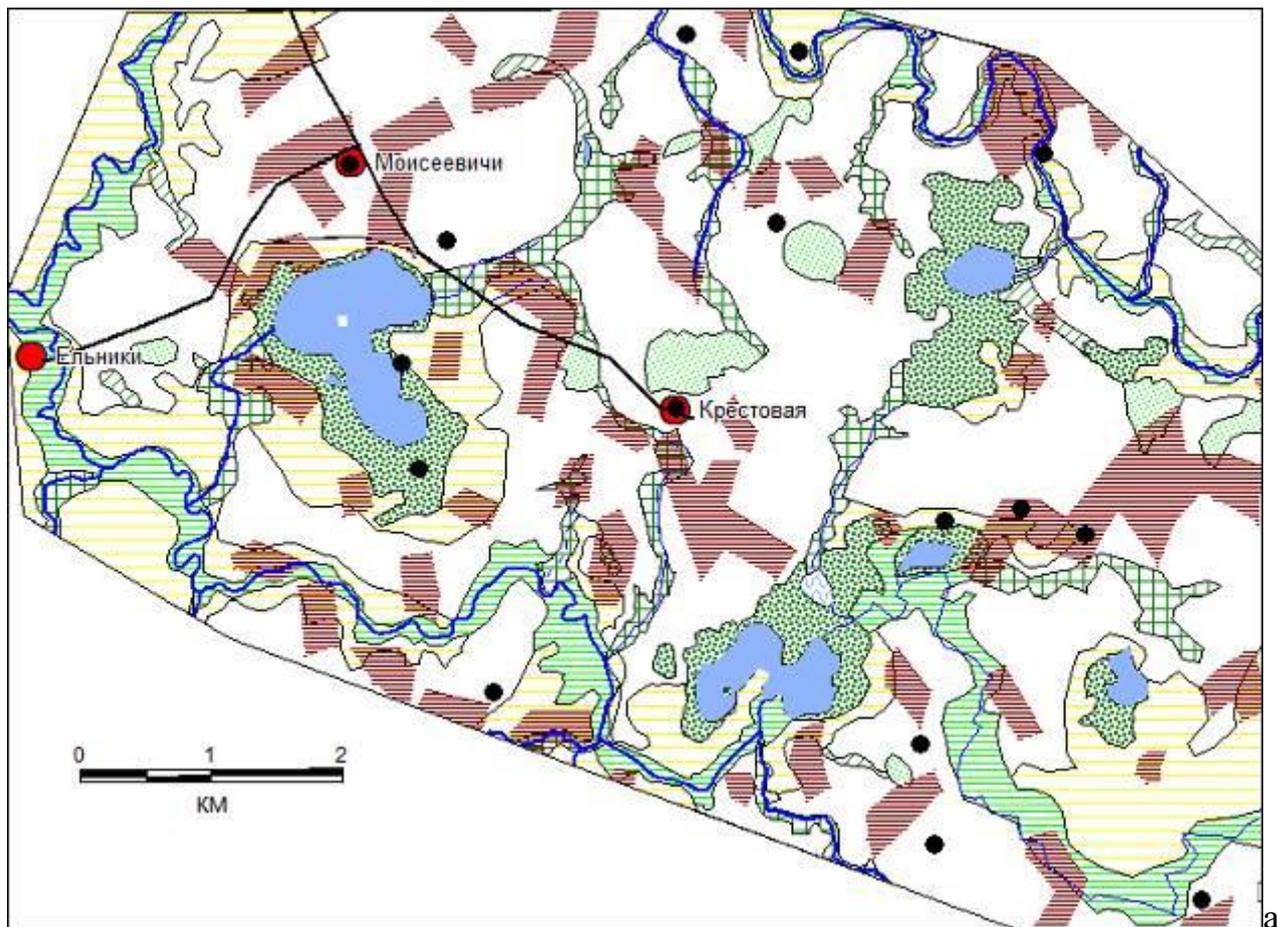
Рисунок 6. Экспоненциальное распределение поселений в сторону от русла: а – Иньвенское поречье, б – Язвинское поречье (красная линия – теоретическое распределение, голубые столбики – эмпирические частоты).

Результаты проверки соответствия эмпирических и теоретических распределений для названных двух составляющих математической модели расселения по всем трем поречьям с использованием критерия согласия Пирсона показывают соответствие реальных распределений предложенной математической модели по крайней мере на уровне значимости 0,99. Таким образом, независимо от места расположения и размера реки и ее долины, система расселения в поречьях отвечает одним и тем же закономерностям (Рисунок 6).

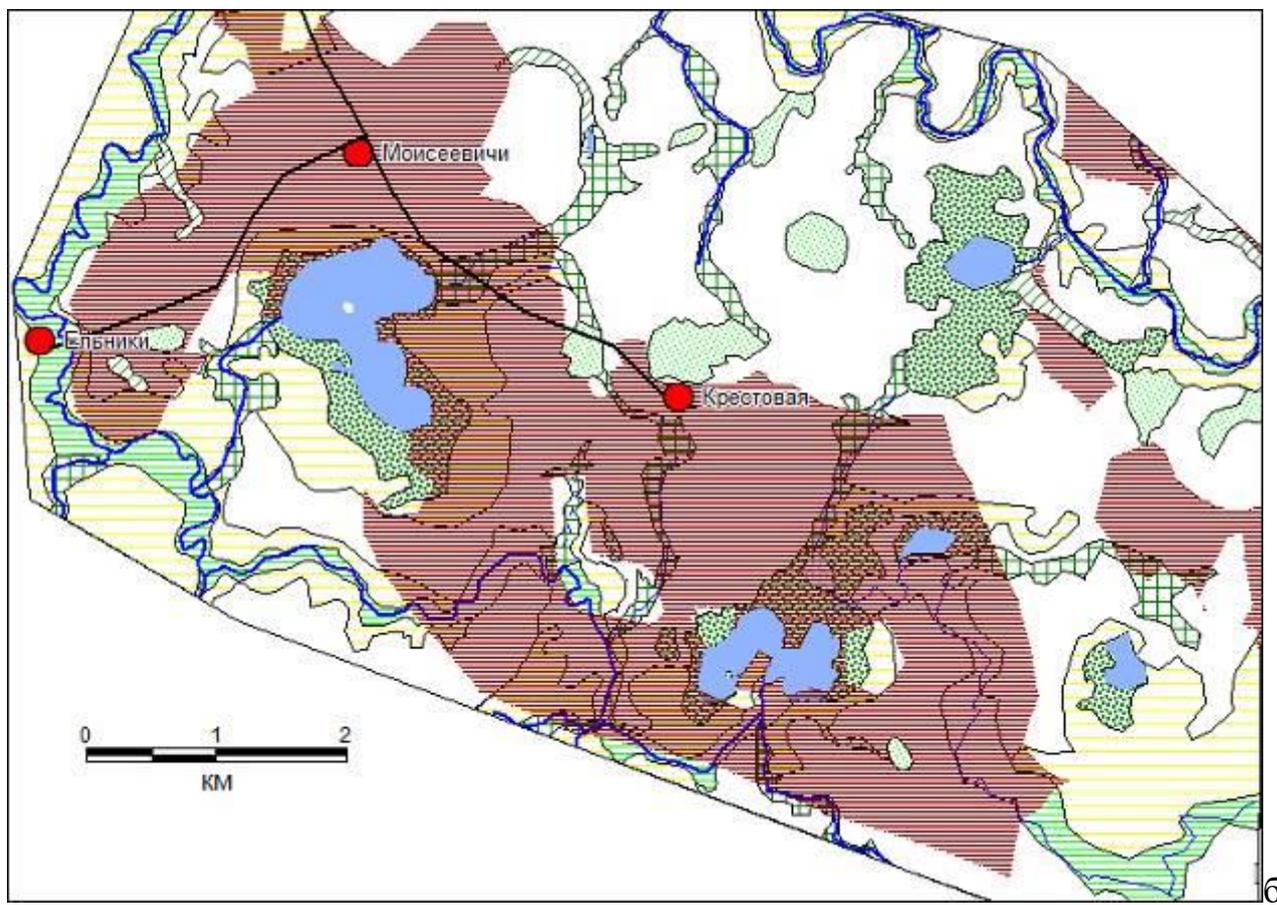
Участок 3, Валдайская возвышенность, интересен тем, что для этого региона сохранился большой объем исторических документов, позволяющий проследить эволюцию агроландшафтов и связанной с ними сети сельского расселения, на максимально длительный срок (с конца XV века). При этом это одна из наиболее заселенных территорий Нечерноземной зоны к концу XV века, и большинство существующих ныне деревень возникло не позднее этого времени.

К концу XV в. территория возвышенности была освоена путем более или менее свободного расселения, и сформировавшаяся в результате малодворная система расселения, отвечала природным условиям региона. Однако во второй половине XVI в. началась коренная перестройка системы расселения, результат которой отражен материалами Генерального межевания (ГМ) земель Российской империи, (вторая половина XVIII в.), в результате чего число деревень значительно сократилось при увеличении их людности. Последовательные изменения пространственной структуры элементарного агроландшафта Валдайской возвышенности представлены на фоне ландшафтной карты территории (Рисунок 7).

На плане ГМ сохранились пахотные угодья, унаследованные от прежней малодворной системы расселения. Их ландшафтная приуроченность однозначно показывает, что большинство пахотных угодий располагалась на пологих вершинах и склонах камовых холмов (Рисунок 7а). Исходя из средней плотности поселений в Городенском погосте на этой территории находилось около 33 малодворных деревень.



а



б

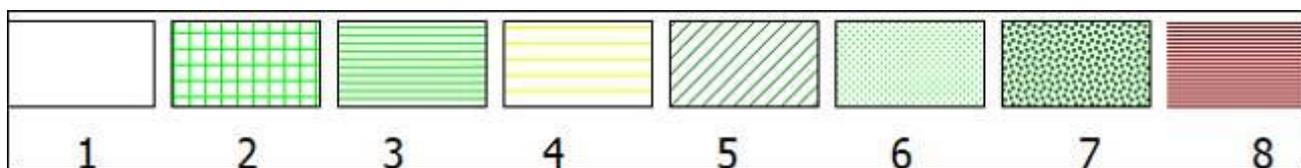
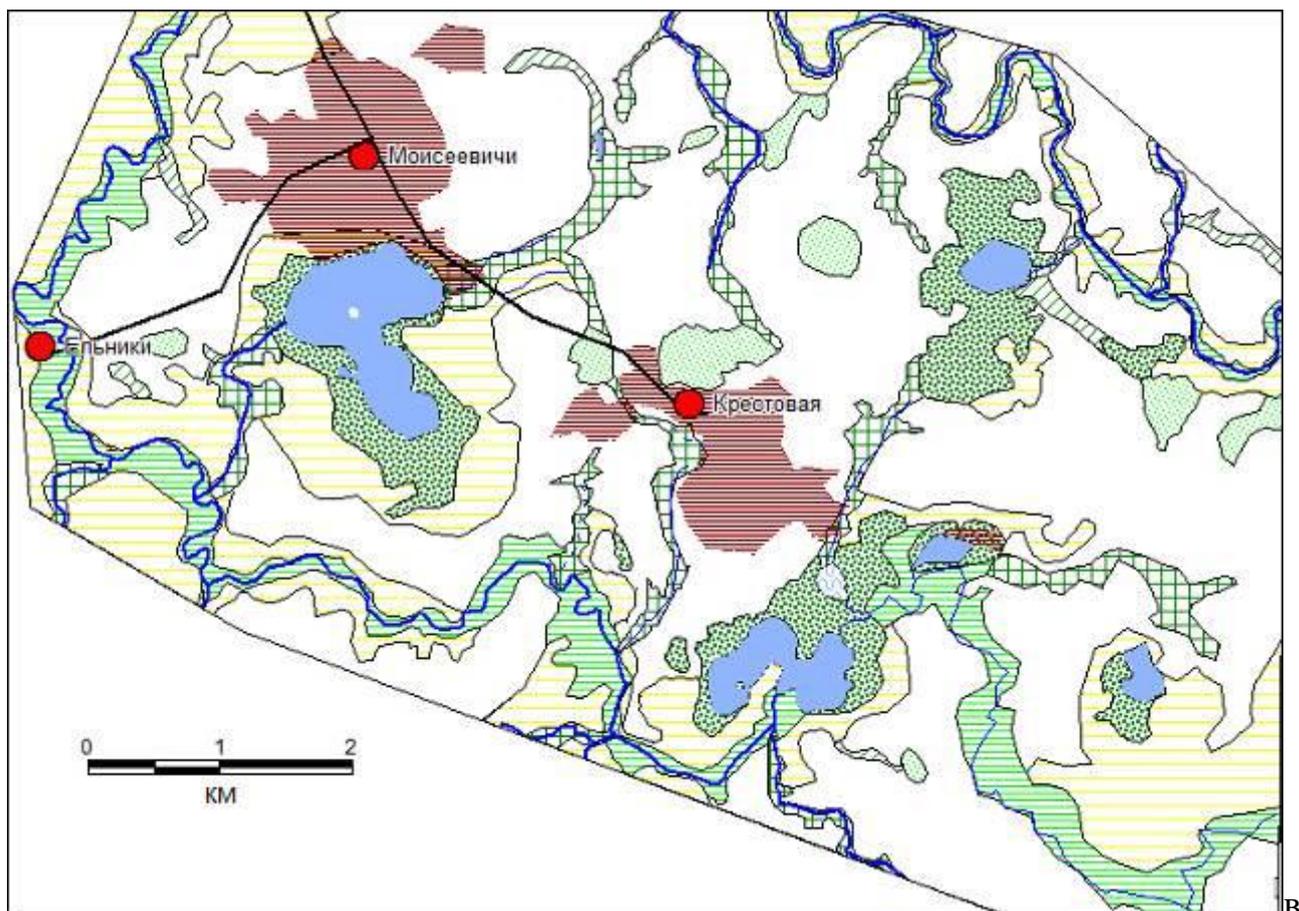


Рисунок 7. Ландшафтная карта деревень Крестовая и Моисеевичи с расположением сельскохозяйственных угодий а) конец XVIII в. по ГМ с поселениями XV в. по (Фролов, Пиотух, 2008); б) конец XIX века по карте Стрельбицкого; в) конец XX века.

Условные обозначения: 1 – камовые холмы, 2 – долины ручьев, 3 – поймы рек, 4 – террасы, 5- заболоченные ложбины, 6 – межхолмовые депрессии, 7- днища озерных котловин, 8 - сельхозугодья. Красные кружки – деревни XVIII-XX вв., черные кружки – деревни XV в.

Однако к концу XVIII века сохранилось лишь три деревни, и зафиксированное на плане ГМ расположение пахотных земель (агроэкосистем) фактически реликтовое, так как оно соответствует прежней системе расселения. Поскольку близость пашни к деревне является в лесной зоне одним из самых главных факторов, то со временем расположение пахотных земель существенно

изменилось. В то же время выросло и число жителей, проживающих на данной территории. Так, с 1778 г. по 1909 г. численность жителей в деревнях Крестовая и Моисеевичи возросла почти в 3 раза со 174 человек до 496 человек. Как же при этом изменилась пространственная организация сельскохозяйственных угодий? Сохранились лишь те из них, которые были расположены в относительной близости от деревень. И это несмотря на то, что общая площадь сельскохозяйственных угодий выросла в несколько раз в силу роста населения.

В результате, как показывает анализ ландшафтной приуроченности сельскохозяйственных угодий (Рисунок 7б), оказались сплошь распаханными самые различные урочища за исключением болот, где сельское хозяйство принципиально невозможно без проведения мелиорации, т.е. перехода на иной технологический уровень. Неудивительно, что на протяжении всего XX века площадь пахотных угодий неуклонно сокращалась несмотря на все усилия Советской власти по сохранению площади распашки. Однако уже в 70-х годах XX века сильно сократившиеся пахотные угодья снова располагались на вершинах и склонах камовых холмов, как наиболее благоприятных для ведения сельского хозяйства (Рисунок 7в).

Крупномасштабное исследование взаимосвязи элементарного агроландшафта и культурного ландшафта было проведено на примере типичной валдайской деревни. Старинная деревня Крестовая бывшего Городенского погоста, зафиксированная еще в XV веке в Новгородских писцовых книгах, сохранилась до наших дней. Благодаря местным жителям, проживающим в данной деревне в течение многих поколений, удалось составить карту локальных топонимов деревни Крестовая. Локальные топонимы играют важную роль при изучении традиционного сельского культурного ландшафта. С помощью локальных топонимов, в частности, можно очертить условные границы культурного ландшафта. Эти же топонимы отчасти позволяют выявить и внутреннюю структуру исторического культурного сельского ландшафта и его материальную основу - элементарный агроландшафт (Рисунок 8).

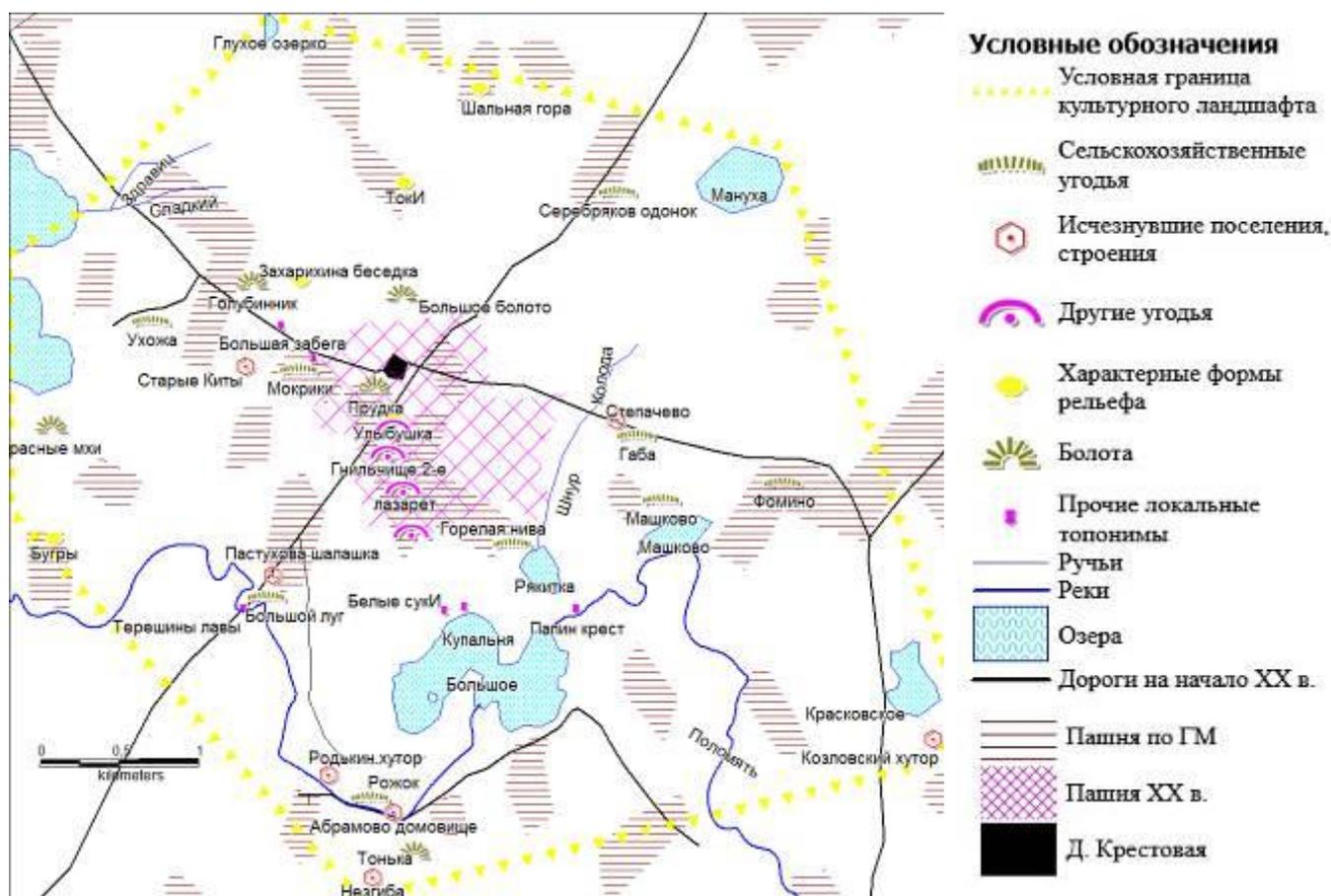


Рисунок 8. Локальные топонимы деревни Крестовая (маркеры культурного ландшафта).

Для математического моделирования исторической системы сельского расселения и ее трансформации на Валдайской возвышенности были выбраны Городенский погост (191 селения XV в. и 42 поселения в конце XVIII в.) и Березайский микрорегион (34 поселения XV в. Основным объектом исследования является Городенский погост, однако здесь мы сталкиваемся с главной методической проблемой данного исследования - невозможностью точной локализации значительного числа деревень конца XV в. В Городенском погосте – основном объекте исследования - из 381 поселения, А.А. Фролову удалось локализовать только 191. Точность локализации определяется площадью земельной дачи Генерального межевания, в пределах которой удастся локализовать селение. Поэтому для контроля был использован небольшой микрорегион по соседству (в нижнем течении р. Березайки), где поселенческая

структура реконструирована почти на 100%. 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.

Исходная гипотеза состоит в том, что система сельского расселения в регионе возникла стихийно и в единых социально-экономических условиях. В этом случае система расселения 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. В этом случае можно сделать вывод, что расселение (появление и исчезновение поселений) в пределах холмистой моренной равнины с участками камов в области верхнечетвертичного оледенения, частично на известняковом пластовом основании с хвойно-широколиственными лесами на дерново-подзолистых почвах различного мехсостава (по классификации ландшафтов А.Г. Исаченко) шло по законам марковского (пуассоновского) потока в силу случайного характера расположения небольших камовых холмов, на которых располагались поселения и пахотные земли (см. Рисунок 5).

Пуассоновский случайный поток базируется на следующих допущениях: 1) события (появление деревень) на непересекающихся площадках и в непересекающиеся промежутки времени не зависят друг от друга; 2) возникновение в одном месте двух и более поселений невозможно; 3) вероятность наличия данного числа поселений на площадке зависит только от ее размера.

Данные допущения представляются естественными, если в результате процесса расселения каждое поселение располагается на некотором расстоянии от соседнего, и при этом однородность природных условий позволяет предположить случайное расположение поселений по территории, то есть в однородных природных условиях поселение может возникнуть в любом месте территории на одном из случайно расположенных каменных холмов, или около озер, которые также расположены 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 (Белоновская, Тишков и др., 2013), 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, мало изменяющих природную структуру территории.

Нетрудно аналитически показать, что при выполнении названных допущений число поселений на случайно выбранной площади в любой момент времени t должно подчиняться закону Пуассона, то есть распределение поселений в любой момент времени имеет вид

$$P(k, s, t) = \frac{[\gamma(t)s]^k}{k!} e^{-\gamma(t)s},$$

где $\gamma(t)$ - среднее число поселений на единицу площади в момент времени t , s - площадь пробной площадки.

Методика эмпирической проверки моделирования включала «набрасывание» в пределах ключевого участка случайным образом пробных

площадок и подсчет числа объектов (озер, поселений), попавших на каждую площадку. Таким образом формировалось несколько выборок числа объектов 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.

Проверка распределения озер в пределах Городенского погоста в целом показала их пуассоновский характер положения на местности. Поскольку озера расположены в межхолмовых понижениях, это является косвенным подтверждением случайного характера распределения холмов, которое сложнее проверить напрямую. Проверка гипотезы о пуассоновском характере системы сельского расселения показала, что пуассоновское распределение не подтверждается для системы поселений Городенского погоста XV в. в целом. По-видимому, это объясняется тем, что территория погоста характеризуется некоторой внутренней неоднородностью природных условий, в ней выделяется две крупных ландшафтных единицы ранга местности, возвышенная юго-восточная и пониженная северо-западная. Для возвышенной и пониженной местностей погоста 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.

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, которые являются наиболее подходящими природными урочищами для поселения и занятия земледелием, а также озер в межхолмовых понижениях. Соответственно, структура сельского

расселения, сформировавшаяся здесь к концу XV века, также отличается случайным (пуассоновским) характером расселения. При этом сельское расселение XV века 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 местностей порознь. Таким образом, не наблюдаются ни гнездовой, ни линейный, ни какие-либо упорядоченные типы расселения. Наличие долин малых рек в Березайском микрорегионе и в пониженной местности Городенского погоста также не меняет характер расселения в целом, хотя и отмечается аттрактивная и упорядочивающая роль рек, а именно средняя плотность поселений в 500 м приречной полосе выше средней по региону как бассейне Березайки, так и Городенском погосте. Столь незначительное влияние рек на систему расселения региона, можно объяснить рядом факторов. Во-первых, все эти реки относятся к малым, то есть их вклад в ландшафтную структуру территории сам по себе незначителен. Во-вторых, это очень молодые реки, возникшие в голоцене после отступления валдайского ледника, вследствие этого их долины еще не сформированы, у них практически нет террас, поймы узкие, а склонами долин являются склоны моренных и камовых холмов. Фактически эти реки вписываются в структуру холмов и межхолмовых понижений, не меняя ее.

Существенно, что произошедшая на рубеже Средневековья и Нового времени коренная перестройка системы расселения носила в некотором смысле чисто количественный, но не качественный характер, то есть, 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 местностями территории бывшего Городенского погоста, и уже вся система расселения в целом соответствует пуассоновскому распределению.

Анализ геоэкологической 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 высота поселений над уровнем моря снизилась после трансформации поселенческой сети с 211 м до 200 м.

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 при том, что удаленные угодья вышли из сельскохозяйственного обращения.

Таким образом, пространственная организация изученных на ключевых участках агроландшафтов связана, в первую очередь, с организацией системы сельского расселения и в однородных социально-экономических условиях вне зоны действия городов и крупных магистралей система сельского расселения в лесной зоне ВЕР формируется исходя из существующих природных условий.

Одним из самых важных факторов является близость селения к природным урочищам, пригодным для распашки, так как близость пашни является важнейшим условием поддержания ее плодородия путем удобрения и иных агротехнических мероприятий. Вторым фактором является близость к водным источникам, отчетливо проявляющаяся при их недостатке, как это наблюдается в агроландшафте Каргопольской суши.

Рисунок изученных агроландшафтов и их пространственная организация закономерно связаны с лимитирующими сельское хозяйство природными условиями. Главными лимитирующими факторами в Нечерноземной зоне ВЕР являются климатические: недостаток тепла и избыток влаги. В результате сельскохозяйственные угодья характеризуются высокой избирательностью ландшафтной приуроченности, при этом дифференцирующая роль климатических

факторов проявляется благодаря компенсационным свойствам литогенной основы через выбор природных комплексов с лучшими микроклиматическими условиями и дренажом. Повышенное плодородие, быстрота созревания и отзывчивость на удобрение почв определяют ландшафтную приуроченность конкретных агроэкосистем как результат непосредственного влияния литогенной основы (свойства материнской породы, возраст почвы и др.)

Проведенное исследование позволило сделать следующие выводы:

1. Агрогеосистемы (агроландшафты) - это особый тип геосистем, отличный от природных ландшафтов, прежде всего тем, что он не является самоорганизующейся структурой, но находится под управлением социума. Специфика агрогеосистем заключается в следующих моментах: 1) появлении дополнительных источников энергии, 2) управляющей роли антропогенного фактора, 3) особой морфологической структуре, связанной с группировкой элементарных сельскохозяйственных угодий (агроэкосистем), группирующихся вокруг поселения, которое играет роль управляющей подсистемы. При этом устойчивость агроландшафта определяется эффективным управлением, а не возможностями самоорганизации, как в случае природного ландшафта.
2. Элементарный агроландшафт - это комплекс агроэкосистем, пространственно организованных вокруг поселения, создавшего и использующего эти агроэкосистемы. Особенностью организации элементарного агроландшафта лесной зоны ВЕР при пашенном земледелии является близость основной агроэкосистемы - пашни, к поселению в связи увеличением трудозатратности удобрения удаленных угодий, что необходимо для поддержания плодородия почв в агроландшафтах лесной зоны. Близость пашни к поселению оказывается более значимым фактором, чем естественное плодородие почв, поэтому при нехватке пашенных земель распашка увеличивается за счет менее плодородных, но близкорасположенных угодий.

3. Элементарные агроландшафты, сформировавшиеся при переходе к пашенному земледелию в конце первого - начале второго тысячелетия нашей эры, связаны между собой через систему поселений в агрогеосистемы более высокого ранга, сгруппированные нами в "исторические типы агроландшафтов" и характеризующиеся определенной общностью организации, пространственной структуры и исторического развития.
4. Изучение эволюции и структуры агроландшафтов лесной зоны ВЕР с геоэкологических позиций позволило выявить такие исторические типы агроландшафтов, как поречья, поозерья, ополья, водораздельный, "островной" водораздельный и некоторые другие. Для каждого типа характерна конкретная ландшафтная приуроченность, отражающаяся в агроприродном макрозонировании территории, так что для каждой макрозоны характерен свой набор исторических типов агроландшафта.
5. В организации и эволюции агроландшафтов природные факторы играют роль лимитирующих. Это означает, что природные факторы являются ограничителем для агрогеосистем, причем как пространственным, то есть даже в пределе своего роста сельскохозяйственные угодья занимают только те природные урочища, которые возможно и экономически оправданно использовать на данном этапе развития (аграрных технологий, транспорта и т.д.), так и сущностным, лимитирующим возможные типы агроэкосистем (при заданном уровне развития). При этом сложные агроприродные условия территории исторически определяли относительную однородность сельского хозяйства по агротехнологиям, набору сельскохозяйственных орудий, культур и их урожайности, достигавшуюся за счет крайней избирательностью ПТК, которые использовались как сельскохозяйственные угодья.
6. На макроуровне организация агроландшафтов лесной зоны Восточно-Европейской равнины лимитируется климатической группой факторов и более опосредованно геоморфолого-геологической. Таким образом, мы получаем два агроприродных тренда: климатический и геологический (литогенный).

Климатический тренд заключается в том, что общая суровость климата усиливается в направлении с юго-запада на северо-восток. Геологический (литогенный) тренд в Нечерноземной зоне ВЕР связан с закономерной сменой возраста и генезиса литогенной основы природного ландшафта в зависимости от удаленности от центра плейстоценовых оледенений, находившегося в Скандинавии, и направлен с северо-востока на юго-запад региона.

7. Организация и эволюция отдельных исторических типов агроландшафта была изучена на конкретных примерах, в том числе и на уровне элементарных агроландшафтов. В частности, были изучены эволюция и организация элементарного агроландшафта (деревня Крестовая, Валдайская возвышенность), зависимость сельского расселения от близости к центру исторического типа агроландшафта - малому городу (Каргополь и примыкающий к нему "Окологород"), трансформация сельского расселения на рубеже Средневековья и Нового времени и ее последствия (Городенский погост и эволюция агроландшафтов на примере деревень Моисеевичи и Крестовая), пространственная организация отдельных исторических типов агроландшафта.
8. Проведено математическое моделирование организации конкретных исторических типов агроландшафта, включая систему сельского расселения. Особенность предложенного вероятностного моделирования заключается в учете природных особенностей территории. Моделирование, в частности, подтвердило, что в западной макроне молодых ландшафтов неразработанные долины малых и средних рек не влияют существенно на систему расселения и организацию агроландшафта в пределах Валдайской возвышенности, в отличие от агроландшафтов поречий восточной макроне зрелых ландшафтов, где система расселения практически полностью контролируется расположением поселений вдоль и в стороны от речного русла как центра речной долины.

9. Дальнейшие исследования могут быть связаны с поиском закономерностей организации и эволюции агроландшафтов в других природных и социально-экономических условиях, а также расширением области применения математического моделирования для анализа организации и динамики агроландшафтов и связанных с ними сетей сельского расселения.
10. Результаты исследования могут быть практически использованы:
- для оценки геоэкологической ситуации в условиях сельскохозяйственного использования земель Нечерноземной зоны, так как позволяют прогнозировать распределение разнородных воздействий на природную среду, связанное с характерной пространственной агроландшафтной структурой и особенностями ее развития;
 - для изучения экологических процессов и разработки природоохранных мероприятий на базе учета количественных закономерностей морфологического строения агроландшафтов;
 - для оптимизации сельскохозяйственного использования территорий Нечерноземной зоны, поскольку выявленные исторические типы агроландшафтов обладают объективной устойчивой унаследованностью, заставляющей сделать вывод о ее вероятной оптимальности, как пространственной формы освоения территорий подобного типа в большом диапазоне социально-экономических и технологических условий.

Основные публикации по теме диссертации

- 1. Indicative Properties of Agricultural Landscapes for Studying Global and Local Changes of Environment within the Taiga Zone of the Russian Plain // Understanding Land-Use and Land-Cover Change Global and Regional Context, "Science Publishers, Inc." Enfield (NH), USA – Plymouth, UK, 2005, p. 47-60 – WoS.**

2. Палеоэкологические аспекты воздействия климатических изменений на природную среду Восточно-европейской равнины // *Геоэкология*, №3, 2006, с. 215-224 – список ВАК.
3. Исследование агроландшафтного и почвенно-геологического факторов на основе дешифрирования космических снимков (на примере южно-таежного Прикамья) // *Исследования Земли из космоса*, № 4, 2007, с. 51-61– список ВАК.
4. Геоэкологические принципы исследования агроландшафтов на примере лесной зоны Восточно-Европейской равнины // *Геоэкология* № 6, 2009, с. 495-506 – список ВАК.
5. Environmental Limitations on Agricultural Development of the Forest Zone at the East European Plain (Russian Federation) // In Wilson (ed.) *Human Interactions with the Geosphere: The Geoarchaeological Perspective*. Geological Society, London, Special Publications, 352, 2011, p.10-25 – WoS, Scopus.
6. Геоэкологическая концепция агроландшафта // *Известия РГО*, 2014, вып. 1, с. 56-68 – список ВАК.
7. Исторические парадоксы северного земледелия // *Успехи современного естествознания*, 2016, № 11-2, с. 417-421 – список ВАК.
8. Исторический анализ динамики земледелия лесной зоны Восточно-Европейской равнины // *Известия РАН. Серия географическая*, 2017, № 2, с. 87-99 – список ВАК.
9. Математическая модель эрозионных равнин как одна из основ интерпретации материалов космических съемок // *Исследования Земли из космоса* №6, 1996, с.40-51(соавтор А.С. Викторов) – список ВАК.
10. Математическая модель аллювиальных равнин как одна из основ интерпретации материалов космических съемок // *Исследования Земли из космоса* №2, 1997, с. 44-50 (соавтор А.С. Викторов) – список ВАК.

11. **Mathematical morphology of landscape application for karst landform // 15th international multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2015, pp. 445-450 (соавторы Т.В. Орлов, С.А. Садков) – WoS.**
12. **Особенности системы сельского расселения в агроландшафтах поречий // Известия РГО, т.148, вып.1, 2016, с. 72-87 (соавтор А.С. Викторов) – список ВАК.**
13. **Математическое моделирование и геоэкологическая оценка сельского расселения Валдайской возвышенности и его трансформация на рубеже Средневековья и Нового времени // Известия РГО, т.149, вып.4, 2017, с. 46-61 (соавтор А.А. Фролов) – список ВАК.**
14. **Применение аэрокосмических методов для изучения агроландшафтов южной тайги Западного Прикамья // Сборник научных трудов В/О “Союзводпроект” Аэрокосмические методы исследований при мелиоративном и водохозяйственном строительстве, М., 1990, - с. 41-47.**
15. **GIS and remote sensing techniques for space-time modeling of ecosystems of the east of Russian plain // Proceedings of the 8th Annual Conference of International Association for Mathematical Geology. IAMG 2002, Berlin, v.1, 2002.**
16. **Cultural Ecosystems of the Near Urals Taiga: Age, Natural and Human History // Proceedings of the 32nd International Geological Congress, Florence, Italy, August 20-28, 2004, v.1, p.490-491.**
17. **Поречья Прикамья как реликтовые агроландшафты // Доклады XII съезда РГО, т.2, С-Пб, 2005, с. 59-69.**
18. **Природные и социально-исторические особенности сельского хозяйства и землепользования в таежной зоне (исторический пример Прикамья) // Север: Проблемы периферийных территорий, Изд-во Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар, 2007, с.190-215.**
19. **Историческая геоэкология агроландшафтов // Труды 14 съезда РГО, Санкт-Петербург, 2010, т. I, ч.2.**

20. Пространственная организация и локализация традиционных агроландшафтов Русского Севера // Этнокультурный ландшафт Кенозерья: междисциплинарное исследование на пересечении естественных и гуманитарных наук. Сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции, Архангельск, 2011, с. 234-237.
21. Historical agricultural landscapes within the forest zone of the East European Plain // The problems of landscape ecology. Vol. XXX. Four dimensions of landscape. University of Warsaw, 2012, p. 217-224.
22. Исторические типы агроландшафтов лесной зоны Восточно-Европейской равнины и природные факторы их пространственной организации // Вопросы географии сб.138 Горизонты ландшафтоведения, 2014, с. 384-408.
23. Научно-исследовательская ГИС «Каргополье» как инструмент изучения и сохранения историко-культурных ландшафтов // Актуальные проблемы изучения и сохранения архитектурно-градостроительного наследия, М., 2016, с. 194-206 (соавтор Н.И. Тормосова).