

ЛАНДШАФТНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РЕГИОНА СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В статье рассматриваются вопросы комплексного ландшафтного районирования крупной территории России, находящейся в регионе Среднего Поволжья. Этот регион расположен на стыке двух природных зон: лесной и лесостепной, получив название бореального экотона. Впервые на основе методики нейронных сетей проведено автоматизированное ландшафтное районирование региона. Построена ландшафтная карта среднего масштаба, отражающая морфологическую структуру ландшафтов. Дается обоснование проводимых границ природного районирования и определяется уровень антропогенной нагрузки на ландшафты.

Постановка задачи

Ландшафты – это естественные единицы, на которые распадается природа любой территории, это генетически единая геосистема, заключающая в себе набор сопряженных локальных геосистем. Именно ландшафты определяют собой своеобразные фокусы, в которых скрещиваются взаимные влияния общего и местного климата с одной стороны, рельефа, геологических условий с другой, растительности и животного мира с третьей и т.д.

Несмотря на всю очевидную ценность ландшафтного подхода, большинство территорий России до настоящего времени не имеют среднемасштабных ландшафтных карт. Это же относится и к региону востока Русской равнины. В этой связи целью наших исследований являлось среднемасштабное ландшафтное картографирование и районирование территории в пределах Татарстана. В изучаемом регионе Среднего Поволжья проходит зональная граница, разделяющая два биоклиматических пояса умеренных широт: бореальный (таежнолесной) и суббореальный (лесостепной и степной). Спецификой региона также является наличие двух крупных рек: Волги и Камы, создающих естественные природные рубежи и во многом предопределяющие дискретность границ геосистем. По системе сформированных зональных границ исследуемая территория получила название «бореального экотона» (Коломыйц, 1998).

Изученность

Территория Среднего Поволжья неоднократно служила объектом ландшафтного (физико-географического) районирования. Об этом свидетельствуют схемы районирования, составленные А.В. Ступишиным (1964), Ф.Н. Мильковым (1953), А.Г. Исаченко (1988), Э.Г. Коломыйц (1995), И.И. Рысиным (1999) и др. Все эти схемы районирования представлены на мелкомасштабной, сильно генерализованной основе. Речь идет, как правило, о единицах ландшафтной таксономии более низкого ранга, т.е. уровня районов и отображения внутри этих районов морфологической структуры геокомплексов. В монографии «Сосудистые растения Татарстана» (Бакин, Рогова и др., 2000) сделана попытка комплексного среднемасштабного районирования и приводится схема, ошибочно названная ландшафтным районированием. При более внимательном прочтении это районирование скорее является геоботаническим, нежели ландшафтным, сетка же районов во

многом повторяет ранее проведенное А.П. Дедковым (1999) геоморфологическое районирование.

Если же говорить о морфологической структуре ландшафтов (урочищах, типах местностей) – элементах, в первую очередь необходимых для проведения экологического мониторинга, территориальных оценок и управления природопользованием, то на изучаемой территории до настоящего времени подобное картографирование практически не проводилось. Лишь небольшому кругу специалистов известна мелкомасштабная рукописная карта восстановленных ландшафтов РТ (1:1 000 000), составленная в 80-х гг. прошлого века Н.Н. Лаптевой, главным образом, на основе почвенной карты, а также рукописная ландшафтная карта Предволжья РТ (1:300 000) на уровне сложных урочищ Н.Н. Лаптевой и Н.Н. Чернышевой.

В связи с этим нами была поставлена задача по созданию ландшафтной карты РТ в масштабе 1:200 000, т.е. с детальностью, наиболее востребованной при различных видах регионального планирования. Работа продолжалась в период с 1997 по 2004 гг. В ходе ландшафтного картографирования привлекались следующие материалы: гипсометрическая карта, схема геоморфологического районирования, карты почв и их гранулометрического состава, растительных формаций, типологического районирования рельефа по комплексу морфометрических показателей с использованием нейронных сетей, ландшафтная карта СССР (1988) и ряд других. Контроль картографирования осуществлялся в ходе полевых работ в междуречьях Ика – Стярле, Дымки – Кандыза, где проводилась крупномасштабная ландшафтная съемка (1:50 000). Это позволило создать среднемасштабную ландшафтную карту, на которой отражена морфологическая структура природно-территориальных комплексов (ПТК) в ранге типов местности и сложных урочищ (Рис. 1).

Методика

Нами предлагается новый вариант ландшафтного районирования региона. Проведение границ районов осуществлялось как «от общего к частному», так и «от частного к общему». Реализовать последний принцип позволили результаты автоматизированного частного районирования рельефа, климато-ландшафтных условий, а также количественный анализ рисунка ландшафта на уровне типов местности. При этом геопространства обособлялись

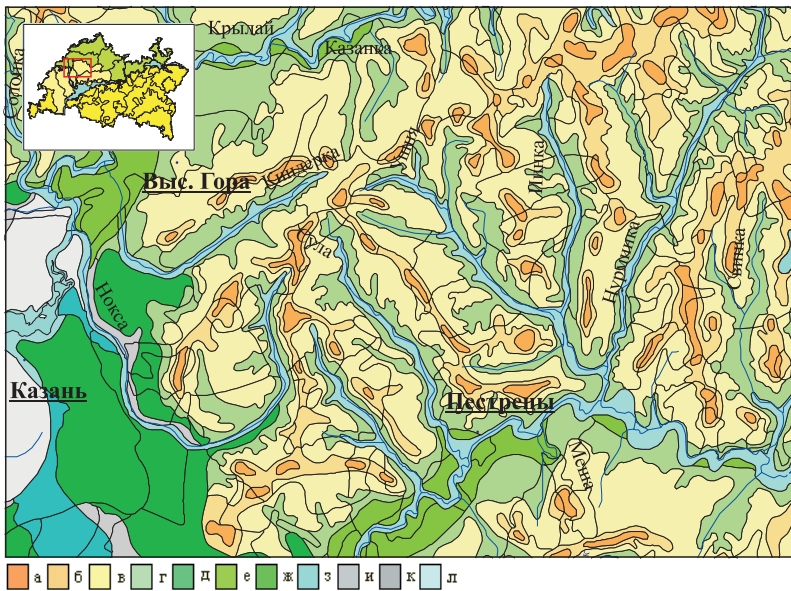


Рис. 1. Ландшафтная карта (фрагмент) (М 1 : 200 000). Типы местности: а – водоразделы, б – приводораздельные части склонов, в – средние части склонов, г – нижние части склонов, д – высокие террасы малых рек (3 и 4), е – низкие террасы малых рек (1 и 2), ж – 4-я терраса крупных рек, з – 3-я терраса крупных рек, и – 1 и 2-я террасы крупных рек, к – склоны террас крупных рек, л – пойма.

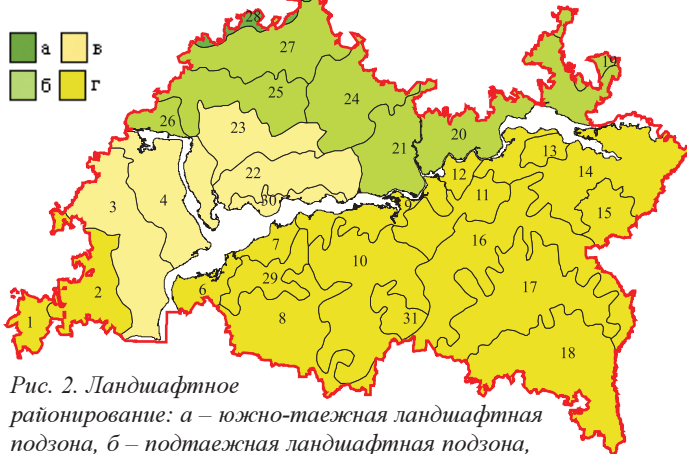


Рис. 2. Ландшафтное районирование: а – южно-таежная ландшафтная подзона, б – подтаежная ландшафтная подзона, в – широколиственная ландшафтная подзона, г – типичная и южная лесостепная ландшафтная подзона.

Суббореальная северная семигумидная ландшафтная зона
Широколиственная ландшафтная подзона

Волго-Мещинский (5) возвышенный район с Восточноевропейскими сосново-широколиственными (в настоящее время с преобладанием осинников и березняков) и сосновыми частично остепненными лесами на дерново-подзолистых, темно-серых лесных почвах; **Нижнемещинский** (23) возвышенный район со Среднерусско-волжскими широколиственными (липово-дубовыми) с елью неморальнотравяными лесами на светло-серых лесных, дерново-подзолистых и серых лесных почвах; **Южномещинский** (22) возвышенный район со Среднерусско-волжскими широколиственными (липово-дубовыми) с культурой сосны) неморальнотравяными лесами на светло-серых лесных, дерново-подзолистых и серых лесных почвах; **Прикамский** (30) возвышенный район со Среднерусско-волжскими широколиственными (липово-дубовыми) с доминированием осинников) неморальнотравяными лесами на светло-серых и серых лесных почвах; **Волго-Свияжский** (4) возвышенный район со Среднерусско-волжскими широколиственными (липово-дубовыми) неморальнотравяными лесами на серых и светло-серых лесных почвах; **Волго-Кубинский** (3) возвышенный район со Среднерусско-волжскими широколиственными (липово-дубовыми) неморальнотравяными, сосново-широколиственными неморально-остепненными, на юге – Приволжско-заволжскими широколиственными (липово-дубовыми с ясенем) остепненно-травяными лесами на серых, темно-серых и светло-серых лесных почвах;

Типичная и южная лесостепная ландшафтная подзона

Засвияжский (1) возвышенный район со Среднерусско-приволжскими луговыми степями в сочетании с широколиственными дубо-

выми (в настоящее время с доминированием осинников и культур сосны) остепненно-травяными лесами на выщелоченных и типичных черноземах; **Среднесвияжский** (2) возвышенный район со Среднерусско-приволжскими луговыми степями в сочетании с широколиственными дубовыми (с культурами сосны) остепненно-травяными лесами на выщелоченных и типичных черноземах; **Болгарский** (6) низменный район с семигумидными Восточноевропейскими сосново-широколиственными (с липой) частично остепненными травяными лесами, на типичных, выщелоченных черноземах; **Актай-Шенталинский** (7) низменный район с Закамско-заволжскими луговыми степями в сочетании с широколиственными дубово-липовыми и липовыми травяными лесами (с большой долей осинников) на оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземах; **Чистопольский** (9) возвышенный район с Закамско-заволжскими луговыми степями в сочетании с широколиственными дубово-липовыми и липовыми травяными лесами (с большой долей осинников) на выщелоченных, оподзоленных черноземах и аллювиальных дерново-насыщенных почвах; **Шешма-Сувлинский** (10) возвышенный район с лесами Приволжскими липово-дубовыми и Закамско-заволжскими в сочетании с липово-дубовыми и липовыми лесами на черноземах выщелоченных, темно-серых лесных почвах и черноземах

оподзоленных; **Сувлинский** (31) возвышенный район с приволжскими липово-дубовыми лесами на черноземах выщелоченных и темно-серых лесных почвах; **Нижнезанижский** (11) возвышенный район с Приволжскими липово-дубовыми лесами на серых, светло- и темно-серых лесных почвах; **Нижнекамский** (12) возвышенный район с окско-волжско-камскими дубовыми, вязовыми и приволжскими липово-дубовыми лесами (на юге) на светло-серых, серых лесных и аллювиальных дерново-насыщенных почвах; **Мензелинский** (13) возвышенный район с лесами Приволжскими липово-дубовыми и Закамско-заволжскими в сочетании с липово-дубовыми и липовыми лесами серых лесных почвах и выщелоченных черноземах; **Актанышский** (14) низменно-равнинный район с лесами Приволжскими липово-дубовыми и Закамско-заволжскими в сочетании с липово-дубовыми и липовыми лесами, а также Окско-волжско-камскими дубовыми, вязовыми лесами на выщелоченных черноземах и серых лесных почвах. **Бахта-Биллярский** (29) низменный район с приволжскими липово-дубовыми и Закамско-заволжскими лесами в сочетании с липово-дубовыми и липовыми лесами на выщелоченных и оподзоленных черноземах; **Малочеремшанский** (8) низменный район с Приволжскими липово-дубовыми лесами и Закамско-заволжскими в сочетании с липово-дубовыми и липовыми лесами на темно-серых лесных, оподзоленных черноземах и серых лесных почвах; **Черемшан-Икский** (16) возвышенный район с Приволжскими липово-дубовыми лесами и Закамско-заволжскими в сочетании с липово-дубовыми и липовыми лесами на выщелоченных, оподзоленных черноземах и серых лесных почвах; **Занский** (15) возвышенный район с Приволжскими липово-дубовыми и Заволжскими вязово-дубовыми, липово-дубовыми лесами и участками типчаковых степей на серых лесных почвах и выщелоченных черноземах; **Альметьевский** (17) возвышенный район с Приволжскими липово-дубовыми лесами и Закамско-заволжскими в сочетании с липово-дубовыми и липовыми лесами на выщелоченных и типичных черноземах; **Бугульминский** (18) возвышенный район с Приволжскими липово-дубовыми лесами и Закамско-заволжскими в сочетании с липово-дубовыми и липовыми лесами, на востоке с Заволжскими вязово-дубовыми, липово-дубовыми лесами и участками типчаковых степей на выщелоченных и типичных черноземах.



Рис. 3. Антропогенная нагрузка на ландшафтные районы: а – очень высокая, б – высокая, в – средняя, г – низкая, д – очень низкая.

таким образом, чтобы в границах каждого района обнаруживались значения природных и антропогенных условий, отличающиеся от других участков.

Как отмечалось выше, для ландшафтного районирования территории, являющегося по определению комплексным, нами использовался как типологический, так и индивидуальный подходы. На первом этапе проводилось автоматизированное типологическое районирование на основе классификации большого числа ландшафтных признаков с целью выделения «ядер» районов различной таксономии (Ермолаев, 2002). Для построения классов был использован метод нейронных сетей Кохонена (Kohonen, 1997), программно реализованный А.А. Савельевым. Этот метод можно считать обобщением метода k – средних, позволяющим представлять топологические свойства (взаиморасположения) получаемых классов в пространстве характеристик, а, следовательно, и структуру всего пространства характеристик на данной территории. В предложенных Кохоненом самоорганизующихся отображениях (одной из разновидностей нейронных сетей) классы представляются эталонными элементами (центрами). Главное отличие от традиционного подхода состоит в том, что все классы заранее организованы в регулярную прямоугольную решетку, расстояние в которой (не связанное с расстоянием между центрами классов) используется в процессе обучения и самоорганизации нейронной сети, т.е. в процессе построения классов. Использование окрестности в решетке при изменении классов приводит к тому, что центры соседних классов решетки становятся близкими и в пространстве характеристик. Если процесс самоорганизации прошел успешно, то два класса будут близки в пространстве характеристик тогда, и только тогда, когда они близки и в решетке классов. В этом случае можно отобразить решетку на плоскость таким образом, чтобы (за счет отказа от регулярности решетки) расстояния между изображениями классов на плоскости совпали с расстояниями между классами в пространстве характеристик (так называемое «отображение Саммона» – Sammon, 1969). Полученное представление несет всю информацию о структуре пространства признаков относительно использованной меры расстояния, и позволяет выявить «ядра» – области в пространстве признаков, наиболее обильно представленные на данной территории (Ермолаев, Савельев, 2000). Более того, многообразные свойства территории, связанные с пространством признаков (в нашем случае факторы и условия формирования геокомплексов), также оказываются тематически ординированными на плоскости и доступными для анализа их связи с различными сочетаниями признаков. В силу самого процесса построения классов, они представляют собой оптимальное для данной территории разбиение, что позволяет учесть при анализе ландшафтную специфику конкретной местности. Даже при использовании небольшого числа классов удается получить хорошие результаты. Преимущество этого метода является большое количество «степеней свободы», позволяющее строить сколь угодно точные модели, а также способность к «самообучению», т.е. коррекции собственной структуры и «поведения» с учетом вновь поступающих данных. Ценным качеством нейронных сетей является способность к генерализации и обобщению. Это позволяет исследователю, задавая параметры, детальность простран-

ственно распределенной информации, а также тип операционно-территориальных единиц, получать систему таксономических единиц.

При формировании системы признаков для ландшафтного районирования мы стремились к тому, чтобы они охватывали необходимую с учетом размера территории иерархию геосистем, имели достаточное разнообразие своих значений и были доступны для измерения с целью получения массового дискретного материала. С целью изучения пространственной организации ландшафтных условий региона нами учитывались как зональные, так и региональные факторы территориальной дифференциации.

Для районирования в качестве ландшафтно-геофизических признаков использованы: годовая суммарная радиация; радиационный баланс; гидротермический коэффициент; сумма активных температур; коэффициент континентальности климата; модуль среднегодового половодного и годового стока; коэффициент стока; годовая сумма осадков; валовое увлажнение территории; запасы воды в снежном покрове и ряд других.

Из геолого-геоморфологических признаков в районировании участвовали такие характеристики, как: густота и глубина долинного расчленения; гранулометрический состав почвенного покрова; состав подстилающих горных пород; средняя крутизна элементарных речных бассейнов; распределение рельефа по ступеням абсолютных высот; мощность чехла делювиально-солифлюкционных суглинков и др.

Первичная продуктивность ландшафтов включена в биотический блок. В трактовке Д.Л. Арманда эта характеристика может рассматриваться как интегральный ландшафтно-геофизический показатель функционирования геосистем.

К «выходному» блоку геокомплексов регионального уровня нами отнесены такие показатели, как подтипы почвенного покрова и запасы гумуса, лесистость, залуженность бассейнов, типы растительных формаций, позволяющие проводить зонально-региональную индикацию видов ландшафтов и являющиеся их важными диагностическими признаками.

В общей сложности для целей ландшафтного районирования было привлечено более 40 различных показателей. В районировании не принимали участие параметры, характеризующие антропогенную нарушенность геосистем (площади пашни, населенных пунктов, слой весеннего стока с уплотненной пашни, эродированность земель и др.). Все они были использованы для последующего природно-антропогенного районирования региона.

Использованная методика компьютерного выделения однородных районов, благодаря детальности и многоаспектности исходной информации и анализа признаков на основе иерархической классификации, позволила уйти от неизбежной при традиционных методах районирования генерализации и субъективизма. «Ручные» методы районирования при выделении границ региональных таксонов (зона – провинция – район) ориентируются на природные индикаторы (часто это растительность), присущие плакорным местоположениям. Между тем в условиях сильно расчлененных равнин доля плакоров чрезвычайно мала (3,5 – 6%), а в земледельческой зоне все они давно распаханы. Например, для территории Татарстана из общей площади

лесов лишь 0,9% размещены на водоразделах, а с учетом приводораздельных участков, – 3,7%. Доминирующими (более 75%) являются склоновые типы местностей, ландшафтные условия которых существенно отличаются от плакоров в соответствии с правилом предвращения для растительности В.В. Алехина; катенарным размещением почв на склонах Г.Н. Высоцкого. Все это неизбежно вызывает вопросы к репрезентативности получаемых схем районирования. В приводимой нами схеме районирования мы старались избежать подобных недостатков.

С целью более надежного определения зональных и подзональных границ в пределах территории Татарстана районирование осуществлялось по обширной территории, включающей также Чувашию, Марий-Эл, Ульяновскую область. Первоначально с помощью метода нейронных сетей на основе анализа информации, территориально привязанной к речным бассейнам (средняя площадь 39 км², всего использовано более 3300 бассейнов), на весь регион был выделен 121 класс однородных по набору характеристик типологических единиц. По своей размерности и индивидуальным характеристикам полученные классы соответствуют виду (или роду) ландшафта.

В соответствии с классификацией А.Г. Исаченко (1985), учитывающей основные ландшафтообразующие факторы и закономерности формирования геосистем регионального уровня, проведено выделение границ зонально-секторных типов ландшафтов. Внутри них располагаются ландшафтные районы, относящиеся к тому или иному высотно-ярусному классу. В зависимости от распределения абсолютных высот в регионе исследований они подразделяются на подклассы возвышенных (с преобладанием высоты более 160 м) и низменных (высоты менее 160 м). Внутри районов по индивидуальному сочетанию всех параметров, использовавшихся в районировании, находятся таксоны низшего ранга – виды ландшафта (или сами ландшафты). Виды ландшафта соответствуют классам нейронной сети на первой ступени районирования и являются теми базовыми «кирпичиками», с помощью которых проводилось все последующее районирование.

При проведении зональных и подзональных границ обобщались ареалы, состоящие из нескольких небольших по площади бассейнов, типологически однородных, но расположенных в отрыве от основного ядра района.

Граница между бореальной и суббореальной зоной проведена с учетом распределения в буферной полосе шириной 50 км ведущих климато-ландшафтных показателей, ряд из которых являются интегральными. В частности, значение радиационного индекса сухости, выступающего в пределах умеренного пояса своеобразным индикатором оптимума «природной биологической продуктивности» (Григорьев, Будыко, 1956), меняется от 0,95 до 1,2 при среднем значении 1,09. Сумма активных температур лежит в интервале от 2 086 °С до 2 197 °С при среднем значении 2 142 °С. Суммарное количество осадков изменяется от 579 до 611 мм при среднем значении 595 мм. Годовой радиационный баланс меняется от 1 474 МДж/м² до 1 674 МДж/м² при среднем значении 1 574 МДж/м². Гидротермический коэффициент находится в полосе значений от 1,57 до 1,77 (в среднем 1,67).

Территория республики делится на две ландшафтные зоны, четыре подзоны и 31 ландшафтный район. В соот-

ветствии с проведенным районированием каждый выделенный район можно отнести к следующим высотно-ярусным классам и зонально-секторным типам ландшафтов (Рис. 2): бореальная умеренно-континентальная (южно-таежная); бореальная умеренно-континентальная (подтаежная); суббореальная северная семигумидная (широколиственная); суббореальная северная семигумидная (типичная и южная лесостепная).

Сопоставление схем районирования, полученных на крайних шагах процедуры ландшафтной регионализации, дает представление о существовании разных типов границ между геосистемами различного таксономического уровня. Хорошо выраженные границы формируются при резком изменении природных условий. Такой тип границ обусловлен главным образом изменением литологии подстилающих пород и геоморфологическими условиями (морфометрией рельефа и его генетическими типами). В качестве примера можно привести территории, примыкающие к долинам крупных рек (Волги и Камы), формирующие четкие линейные рубежи. Такого рода границы формируются благодаря плавности изменения гидро-климатических параметров в условиях равнинного рельефа, в полной мере обеспечивая континуальные свойства геопространства как на зональном (широтном), так и азональном (меридиональном, секторном) уровне. Континуальный тип границ зонального уровня наиболее ярко выражен в Предволжье. Еще одна значительная по масштабам континуальная граница, но только между низменными и возвышенными подклассами лесостепных ландшафтов, проходит в Заволжье. Здесь она простирается в запад-северо-западном направлении от устьев р. Тимерлика (правый приток Сульчи) и Инчи (правый приток Мал. Черемшана) по левобережью р. Без дны до р. Волги. Большая ширина этой переходной полосы, доходящая на отдельных участках до 75 км, а также присутствие на плакорах липово-дубовых лесов, дали основание в ряде схем районирования (Исаченко, 1988; Коломыц, 1998) выделить ее в самостоятельную подзону суббореальных широколиственных низменных ландшафтов.

Впервые для исследуемой территории определена морфологическая структура ландшафтов и уровень антропогенной нагрузки на природные комплексы в ландшафтных районах (Рис. 3).

Литература

- Sammon J.W. A nonlinear mapping for data structure analysis. *IEEE Transactions on Computers*. C-18 (5). 1969. 401-409.
- Kohonen T. *Self-Organising Maps*. Second Edition. Springer-Verlag. Heidelberg. 1997.
- Арманд Д. Л. *Наука о ландшафте*. М.: Мысль. 1975.
- Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. *Сосудистые растения Татарстана*. Изд.: Изд-во Казан. ун-та. 2000.
- Григорьев А.А., Будыко М.И. О периодическом законе географической зональности. *Изв. ДАН СССР Сер. Геогр.* №5. 1956. 8-13.
- Ермолаев О.П. *Эрозия в бассейновых геосистемах*. Казань: «УНИПРЕСС». 2002.
- Ермолаев О.П., Савельев А.А. Использование геоинформационных технологий при анализе рельефа как фактора эрозии почв. *Вестник Татарского отделения Российской Экологической Академии*. №1 (3). Казань: «Экоцентр». 2000. 16-24
- Коломыц Э.Г. *Полиморфизм ландшафтно-зональных систем*. Пушино: ОНТИ ПИЦ РАН. 1998.
- Ландшафтная карта СССР* (М. 1: 4000 000). Под ред. Исаченко А.Г. М.: ГУГК. 1988.
- Рысин И.И. *Овражная эрозия в Удмуртии*. Ижевск: ИГУ. 1998.
- Физико-географическое районирование Среднего Поволжья*. Под ред. проф. А.В. Ступишина. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1964.