

ВОЗРАСТ И СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ЛАНДШАФТОВ КАМСКО-КЕЛЬТМИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ (БАССЕЙН ВЕРХНЕЙ КАМЫ)

Н.Н. Назаров¹, И.В. Фролова²

^{1,2}Пермский государственный национальный исследовательский университет,
кафедра физической географии и ландшафтной экологии

¹ Профессор, д-р геогр. наук; e-mail: nikolainazarovpsu@gmail.com

² Доц., канд. геогр. наук; e-mail: irvik13@gmail.com

В результате проведения комплексных палеогеографических исследований на территории Камско-Кельтминской низменности стало возможным решение вопроса о возможностях и принципах выделения реликтовых, консервативных и прогрессивных элементов ландшафта в пределах лесных и болотных геосистем бассейна верхней Камы. Важнейшими составляющими исследований стали применение методов дистанционного зондирования Земли и установление относительного и абсолютного возрастов (прямых датировок) болотных, аллювиальных и подстилающих их отложений древних водоемов. Физиономические и морфологические различия разновозрастных структур определялись степенью их устойчивости к проявлениям экзодинамических процессов и изменениям климата. Под реликтовыми элементами ландшафта (РЭЛ) следует понимать отдельные структурные единицы ландшафта (урочища, группы урочищ), в которых природные компоненты или их сочетания соответствуют природным условиям древних геосистем с периодом образования, превышающим время формирования инвариантного начала рассматриваемого ландшафта. Установлено, что их устойчивость во времени объясняется полной или частичной изолированностью от потоков вещества и энергии, воспроизводимых смежными геосистемами. Как правило, это следствие более высокого («островного») расположения таких геосистем среди других территориальных комплексов, что делает *вершинные* комплексы недоступными для геодинамических и геохимических процессов, развивающихся в пределах геосистем среднего и низкого уровней ландшафта. Консервативные элементы ландшафта (КЭЛ) и прогрессивные элементы ландшафта (ПЭЛ) в подавляющем большинстве случаев обычно тяготеют к низким и средним уровням рельефа. На самых низких его отметках находятся наиболее динамичные геосистемы – природные аквальные комплексы. Исследования показали, что выделение КЭЛ из-за их большой доли в структуре разновозрастных геосистем ландшафта невозможно по заранее установленным критериям для дифференциации самых распространенных ландшафтных элементов. Данные геосистемы определялись по остаточному принципу – как часть природных территориальных комплексов, не отвечающих критериям выделения РЭЛ и ПЭЛ. При кажущейся простоте решения данного вопроса объективность выделения таких геосистем будет зависеть от объективности выделения элементов «из прошлого» и «будущего», т. е. четкого определения границ РЭЛ и ПЭЛ.

Ключевые слова: реликтовые элементы ландшафта, пространственная структура, рельеф, лесные геосистемы, дистанционные методы, космический снимок

ВВЕДЕНИЕ

Изучение закономерностей развития природных систем в пространстве и времени является одним из самых важных и перспективных направлений современного отечественного ландшафтоведения. Важную роль в его формировании сыграло выдвинутое Б. Б. Польшовым в первой половине прошлого века положение о наличии в структуре ландшафтов *реликтовых, консервативных и прогрессивных* элементов (соответственно РЭЛ, КЭЛ, ПЭЛ), представляющих морфологические, биотические, аквальные и другие проявления стадийности в развитии геосистем, которые и составляют структуру современного ландшафта [Польшов, 1925, 1952]. На множестве примеров, опирающихся главным образом на результаты изучения лесостепных и степ-

ных ландшафтов России и смежных территорий, ведущими физико-географами уже в конце прошлого и начале нынешнего столетий выделено местоположение реликтовых элементов в составе геосистем и разработана их типизация [Николаев, 1976; Мильков, 1989; Исаченко, 1991]. В значительно меньшей степени исследования коснулись места и роли консервативных и прогрессивных элементов в современном развитии ландшафта [Александровский, 2004; Александровский, Гласко, 2014; Назаров и др., 2016].

Анализ работ по данной тематике показывает, что пока не произошло значительного продвижения и в решении вопроса о причинах и энергетике процессов перехода количественных изменений структуры РЭЛ, КЭЛ и ПЭЛ в их качественные измене-

ния. Также не наблюдается заметных результатов решения проблемы механизмов развития смежных (каскадных) геосистем, осуществляющих последовательно передачу вещества и энергии от одной структурной единицы ландшафта к другой. Вопросы, на которые пока так и не получено однозначных ответов, касаются и понимания того, при каком соотношении РЭЛ, КЭЛ и ПЭЛ будет меняться степень устойчивости ландшафта к определенным видам антропогенного воздействия. Пока не понятно, как и в каком направлении (с каким знаком) меняется устойчивость ландшафта в связи с происходящими изменениями климатической и/или сейсмической обстановки. До настоящего времени не существует наработок, касающихся изучения *долговечности* и *скорости старения* геосистем, по результатам которых возможно прогнозирование перестройки структуры ландшафта.

Отсутствие для таежного Пермского Прикамья научно-исследовательских работ подобного плана

и при этом появление в последние десятилетия новых данных о палеогеоморфологических обстановках в бассейне верхней Камы [Назаров и др., 2015; Назаров, 2017; Назаров, Копытов, 2019а, 2019б] сделали возможными исследования развития геосистем и геодинамической устойчивости элементов ландшафта на этой территории.

Модельным участком, состоящим из разновозрастных структурных элементов, была выбрана Камско-Кельтминская низменность – крупнейшее по площади территории сочетание болотных, аллювиально-озерных и золовых геосистем на севере Пермского края (рис. 1). Относительно хорошая палеогеографическая изученность этой части Прикамья дает основание для прогнозирования направленности развития ландшафта на кратко- и среднесрочную перспективу, задействовав при этом логику переходов его структурных частей от прогрессивных через консервативные к реликтовым.

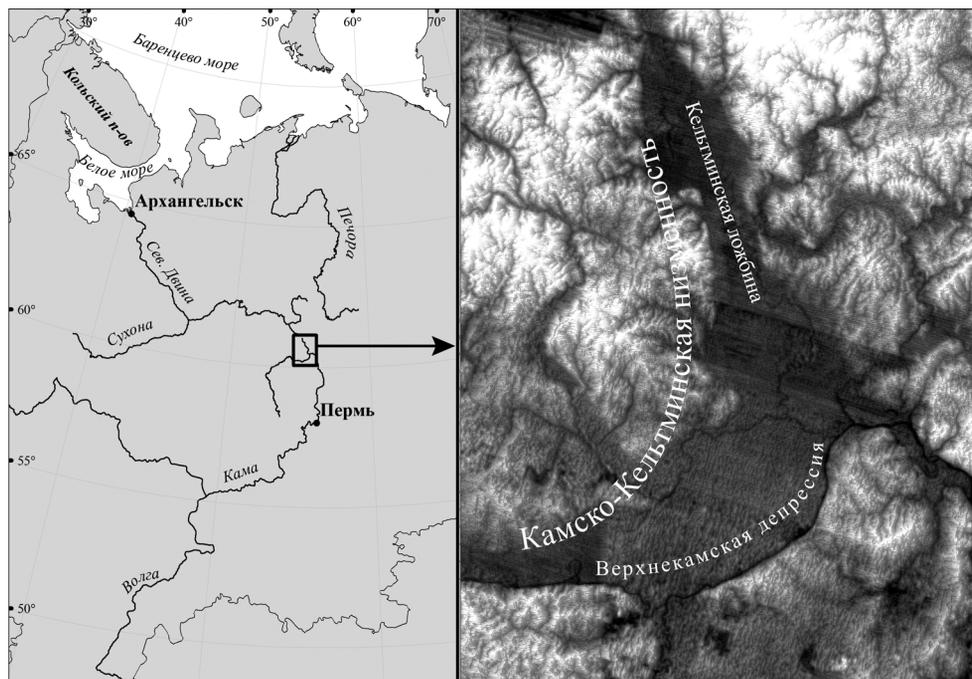


Рис. 1. Камско-Кельтминская низменность

Fig. 1. The Kama-Keltma lowland

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Камско-Кельтминская низменность (ККН) представляет собой подковообразное понижение рельефа, самые низкие отметки которого формируют поймы Камы и Южной Кельтмы. Наиболее широкая часть Камской долины соответствует положению Верхнекамской депрессии, являющейся крупнейшей неотектонической структурой на се-

вере Пермского края. Примыкающее к ней с востока и уходящее на север заболоченное понижение – Кельтминская ложбина – является фрагментом древней долины пра-Камы, направлявшей свои воды в бассейны Вычегды – Северной Двины. Начиная с раннего валдая, более поздней стадии развития, палеодолина исполняла функцию спиллвея. Через южную часть Кельтминской ложбины происходил сброс «лишних» вод из подпрудно-ледниковых озер

бассейна Вычегды в бассейн Камы [Квасов, 1975; Лавров, Потапенко, 2005; Lysa et al., 2014; Larsen et al., 2014; Назаров, 2017]. По данным результатов исследований возраста пойменных генераций Камы и древней русловой сети в самой широкой части низменности последняя перестройка структуры местной гидросети началась относительно недавно – 2–3 тыс. л. н. и, по всей видимости, начала снижать свою активность только в последние столетия [Назаров, 2014].

Геосистемы Камско-Кельтминской низменности (кроме пойменных комплексов Камы, Южной Кельтмы и относительно небольших транзитных и малых болотных рек) представлены верховы-

ми болотами и озерами (среди них крупнейшие в Пермском Прикамье озера Большой Кумикуш, Новожилово, Нахты и др.). Заметную роль в геосистемном строении низменности играют песчаные массивы эолового происхождения, покрытые сосновыми лесами. Крупнейшей мезоформой рельефа эолового происхождения является песчаный шлейф, протянувшийся с запада на восток почти на 25 км (рис. 2).

Основной массив информации, задействованной для получения данных о структуре рисунка современных геосистем, составили результаты дешифрирования космических снимков, полученных со спутника Landsat-8 OLI с разрешением 30 м.

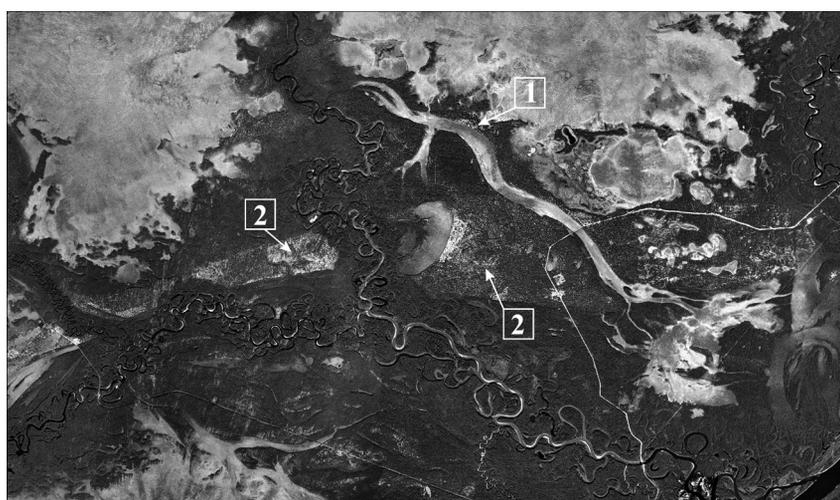


Рис. 2. Большая террасовая ложбина (1) и эоловый шлейф (2)

Fig. 2. Large terrace hollow (1) and eolian apron (2)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Критерии выделения реликтовых, консервативных и прогрессивных элементов ландшафта.

Отмечая наличие определенного прогресса в изучении реликтовых элементов ландшафтов в последние десятилетия, необходимо указать на нерешенность целого ряда вопросов, касающихся выбора критериев их выделения и принципов проведения данной процедуры. До настоящего времени так и не сформировалось единого мнения о количестве природных компонентов и частей исследуемой геосистемы, которые должны обладать «реликтовостью», чтобы весь природный территориальный комплекс можно было отнести к реликтовому [Бережной, 1997; Ростов, 1997]. Нет понимания по вопросу: достаточно ли только присутствия древней растительности для отнесения ее к реликтовой без уточнения времени формирования рельефа, почвы и других компонентов геосистемы? Другим

обстоятельством, также не позволяющим сегодня на практике приступить к выделению реликтовых геосистем будучи уверенными в объективности результатов такой дифференциации, является опыт проведения таких исследований преимущественно на примерах исключительно степных и лесостепных ландшафтов. В них высокие отметки рельефа совершенно ожидаемо и по понятным причинам совпадают с «островным» местоположением урочищ, на которых в силу особых условий, сложившихся на современном этапе развития ландшафта (непригодность для сельскохозяйственной обработки, повышенная увлажненность и др.), сохранились фитоценозы предыдущих эпох [Карамышева, Рачковская, 1973; Горчаковский, 1987; Еремеева, Леонова, 2018; Хорошев, 2021]. Менее определенная ситуация складывается в изучении ландшафтов лесной зоны. Нарботки по выделению РЭЛ, в которых критерием отнесения к реликтовым является растительность, фактически отсутствуют. По на-

шему мнению, причиной такого ограниченного интереса со стороны исследователей к реликтовым элементам в лесных ландшафтах, по-видимому, является отсутствие легко выявляемой связи между высотной дифференциацией рельефа и видовым составом растительности, что, естественно, затрудняет сам поиск и выделение представителей фитоценозов древних эпох (в отличие от лесостепных и степных ландшафтов).

Приступая к обоснованию критериев выделения РЭЛ, КЭЛ и ПЭЛ, необходимо определиться с родовыми признаками таких геосистем: что следует понимать под этими природными комплексами и где проходит граница между «прошлым», «настоящим» и «будущим».

Рассмотрение вопроса о заполняемости современных ландшафтов разновозрастными структурами целесообразно начать с самых древних, сохранность которых обеспечивается их высокой степенью устойчивости к проявлениям экзодинамических процессов и климатических флуктуаций последующих эпох. По нашему мнению, под РЭЛ следует понимать отдельные структурные единицы ландшафта (урочища, группы урочищ), в которых природные компоненты или их сочетания соответствуют природным условиям древних геосистем с периодом образования, превышающим время формирования инвариантного начала рассматриваемого ландшафта.

При поиске и выделении РЭЛ главным компонентом для лесных ландшафтов, так же как и для ландшафтов, испытывающих дефицит увлажнения, является рельеф земной поверхности. Объясняется это тем, что при каждом его изменении, связанном с активной («быстрой») денудацией или аккумуляцией, как правило, начинается новый отсчет времени для формирующихся на нем почв и растительных сообществ. Под изменениями рельефа следует понимать не только формирование его новых поверхностей (граней) в результате деятельности геодинамических процессов, но и изменение их относительной высоты (например, связанное с переуглублением дренажной системы или, напротив, ее заполнением наносами), что вызывает изменение уровня грунтовых вод, увлажненности почв и сукцессионные изменения растительности. В итоге результатом является зарождение и формирование новой геосистемы.

Вопрос о причинах сохранения РЭЛ в современных ландшафтах по прошествии длительного времени, в течение которого происходили «качественные» изменения природных условий, сегодня в основном можно считать решенным. В первую очередь устойчивость РЭЛ во времени можно объяснить их полной или частичной изолированностью

от потоков вещества и энергии, воспроизводимых смежными геосистемами. В большинстве случаев это следствие более высокого («островного») расположения таких геосистем среди других территориальных комплексов, что делает *вершинные* комплексы недоступными для геодинамических и геохимических процессов, развивающихся в пределах геосистем среднего и низкого уровней ландшафта.

В подавляющем большинстве случаев именно на средних и низких отметках рельефа располагаются прогрессивные и консервативные элементы ландшафта. Обычно в пределах наинизшего уровня находятся и самые динамичные геосистемы – природные аквальные комплексы. Перманентно обновляясь в результате деятельности эрозионно-аккумулятивных процессов, развивающихся непосредственно в них самих, аквальные системы являются мощным катализатором различных воздействий на смежные с ними структурные элементы ландшафта. Изменение уровней водоема или живой силы водотока, которые случаются периодически даже при относительно стабильной климатической обстановке, приводит или к «переработке» приграничной геосистемы – результат абразионного или эрозионного воздействия, или, напротив, к образованию новых структурных элементов – аккумулятивных равнин на месте бывших мелководий. Эти же геодинамические процессы при *смене* климата делают характер обновления ландшафта более выраженным и направленным. В качестве результатов таких процессов выступают зарождение и развитие ПЭЛ, в одном случае увеличивающих свою площадь за счет смежных геосистем, а в другом – за счет аквального комплекса.

Выделение КЭЛ из-за их большой доли в структуре разновозрастных геосистем ландшафта по определению не может представлять собой процесс, включающий применение заранее установленных критериев для дифференциации самых распространенных элементов в пространстве. Данные геосистемы, по всей видимости, могут быть определены лишь по остаточному принципу, как сумма природных территориальных комплексов, не отвечающих критериям выделения РЭЛ и ПЭЛ. При кажущейся простоте решения данного вопроса объективность выделения этой части ландшафта будет целиком и полностью зависеть от объективности выделения элементов «из прошлого» и «будущего» – четкого определения границ РЭЛ и ПЭЛ.

Особый случай в воспроизводстве ПЭЛ представляют болотные комплексы и, в частности, массивы верховых (торфяных) болот. Без жесткой привязки к аквальным геосистемам их развитие и экспансия на смежные природные системы про-

исходит не только в пределах низких отметок рельефа, но и на средних и даже высоких уровнях равнинных территорий. Если экзодинамическое воздействие аквальных систем на смежные структурные элементы ландшафта заключается в «переработке» последних эрозионными (абразионными, оползневыми) процессами при одновременном «воспроизводстве» новых геосистем, но с более низкими отметками рельефа (поймы, абразионной террасы), то ландшафтоформирующая роль болотных комплексов заключается не в формировании нового уровня, а в расширении площади торфяного массива за счет смежных элементов ландшафта с пологими склонами. Способность *саморазвития* верховых болот является важнейшей движущей силой, позволяющей им функционировать в широком диапазоне природных условий и на протяжении длительного времени. Относительно небольшие скорости расширения внешних границ болотного массива, достигающие 7–15 см в год [Глебов, Джансеитов, 1983; Нейштадт, 1977] при общей продолжительности процесса торфообразования не менее 5–6 последних тысячелетий [Сукачев, 1973], дают основание для отнесения большей части верховых болот к устойчивым развивающимся геосистемам – ПЭЛ. Исключение составляют участки верховых болот, где под воздействием внешних сил резко меняется направленность их развития. В пределах торфяных геосистем, где нарастание толщи торфа является естественным процессом, с определенного момента начинают превалировать другие процессы. Как результат, на части массива торфообразование прекращается, происходит его постепенное залесение с активизацией почвообразовательных процессов: болота превращаются в рямы – сосново-кустарничково-сфагновые геосистемы. Довольно часто их формирование является результатом воздействия антропогенных процессов, среди которых основную долю составляют высокие скорости поступления минерального вещества (наносов) с прилегающих к болоту водоразделов или строительство дренажных систем (рис. 3).

Особое место в структуре разновозрастных элементов ландшафта занимают геосистемы переходного типа, под которыми следует понимать ограниченные по площади участки территорий с высокой скоростью протекания природных процессов, меняющих направленность своего развития в течение короткого периода [Хорошев, 2021]. К таким процессам относятся режим увлажнения, накопление и изъятие наносов, сукцессии растительности. Типичным примером такой нестабильной во времени геосистемы может считаться низкая пойма (для Камы – первая генерация поймы), на поверхности которой практически ежегодно происхо-

дит накопление или удаление пойменного наилка (пойменной фации наносов), а продолжительность ее существования как отдельного геоморфологического элемента пойменного массива зависит от скорости бокового смещения русла. Для небольшой широкопойменной реки геосистемы переходного типа в поперечнике могут составлять десятки метров. Для верхнего течения Камы размеры первой генерации в пределах ККН достигают сотен метров.

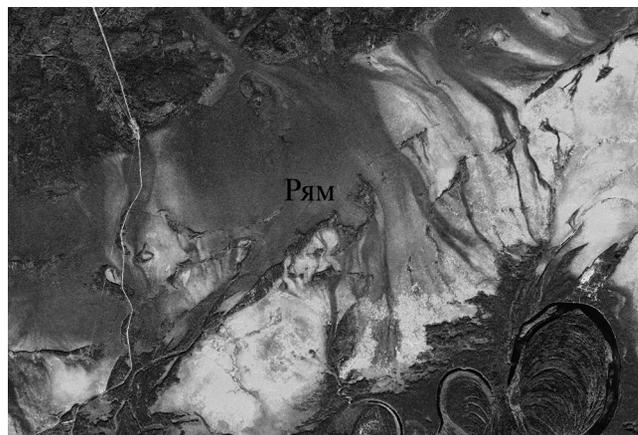


Рис. 3. Формирование рьяма

Fig. 3. Formation of a rjam

Исходя из общей картины формирования рельефа ККН и последовательности закрепления ландшафтных урочищ в структуре геосистемы, определение стадий их развития представляет собой несложную процедуру, но имеющую важное значение для понимания пределов устойчивости ландшафта в целом (табл.).

Структура разновозрастных элементов Камско-Кельтминской низменности. Типизация структурных элементов ландшафта ККН по стадиям их развития может быть реализована на ландшафтно-геоморфологической основе (рис. 4). В каждом ландшафтно-геоморфологическом выделе (геоморфосистеме) характер и особенности биотических и почвенных компонентов имеют четкую привязку к границам этих образований. Так, на незаболоченных участках первой надпойменной террасы Камы и аллювиально-озерной террасы Кельтминской ложбины обычно встречается набор урочищ, представленных лесными сообществами из светлохвойных и темнохвойных пород деревьев с моховым покровом. Возвышающиеся над основным уровнем этих террас валлообразные и бугристые поверхности, как правило, осложнены золотым микрорельефом, на котором произрастают разреженные беломошные сосняки. Сфагновые верховые болота, занимающие около 80% Верхнекамской депрессии и около 50% в Кельтминской ложбине, представляют собой геоконплексы, отличающиеся высокой динамикой

саморазвития, сопровождающейся определенной «агрессией» по отношению к смежным геосистемам. Высокие скорости прироста биомассы сфагнового мха подтверждаются изменениями структуры фаций, обычно происходящими вскоре после возведения гати (лежневки) через болотный массив (рис. 5). С разных ее сторон структура мохового покрытия,

как правило, различается. Связано это с расположением данного сооружения (порога) на пути перемещения (горизонтального растекания) верхнего горизонта молодого торфа от центра (центров) к периферии болота. По имеющимся данным, скорость годового прироста сфагнума в бассейне верхней Камы в таких точках достигает 1,3–1,6 см [Генкель, 1974].

Таблица

Стадии развития элементов ландшафта Камско-Кельтминской низменности

Стадия развития	Верхнекамская депрессия	Кельтминская ложбина
ПЭЛ	1. Верховые и переходные болота. 2. Вторая – шестая пойменные генерации Камы	1. Верховые и переходные болота
КЭЛ	1. Болотный рям (сосново-кустарничково-сфагнового болото). 2. Первая надпойменная терраса Камы	1. Болотный рям (сосново-кустарничково-сфагнового болото). 2. Надпойменные террасы Южной Кельтмы. 3. Аллювиально-озерная терраса, в прибортовой части, осложненная конусами выноса и шлейфами пролювия
РЭЛ	1. Локальные возвышения рельефа (валы, бугры) на первой надпойменной террасе. 2. Озера	1. Локальные возвышения рельефа (валы, бугры) на аллювиально-озерной террасе. 2. Озера
ГПТ	1. Первая пойменная генерация Камы и пойма р. Тимшер	1. Низкая пойма рек Южная Кельтма и Пильва

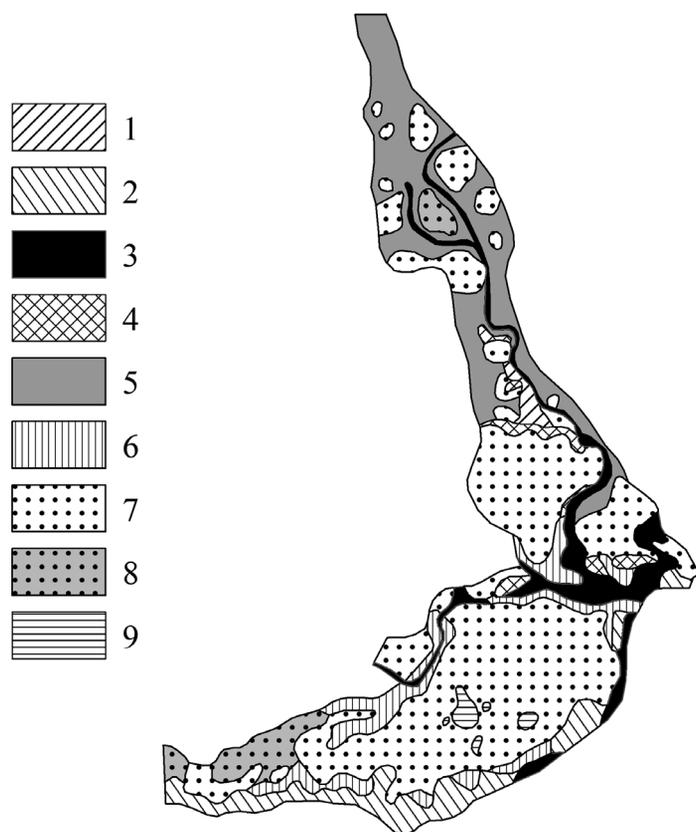


Рис. 4. Ландшафтно-геоморфологическая схема Камско-Кельтминской низменности:

1 – надпойменные террасы р. Южной Кельтмы;
2 – пойменные генерации Камы (вторая – шестая);
3 – низкая пойма р. Южной Кельтмы и первая пойменная генерация Камы; 4 – остаточные массивы (валы первой надпойменной террасы Камы и аллювиально-озерной террасы); 5 – аллювиально-озерная терраса; 6 – первая надпойменная терраса Камы; 7 – верховые и переходные болота;
8 – болотный рям; 9 – озера

Fig. 4. Landscape-geomorphologic scheme of the Kama-Keltma lowland:

1 – fluvial terraces of the South Keltma River;
2 – floodplain generations of the Kama River (second – sixth); 3 – low floodplain of the South Keltma River and the first floodplain generation of the Kama River;
4 – residual massifs (shafts of the first fluvial terraces of the Kama River and alluvial-lake terrace); 5 – alluvial-lake terrace; 6 – the first fluvial terrace of the Kama River; 7 – raised swamps and transitional bogs; 8 – bog rjam; 9 – lakes

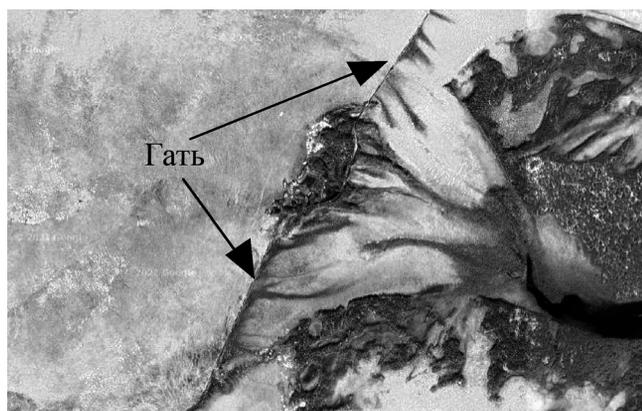


Рис. 5. Изменение структуры болотных фаций с разных сторон гати (космический снимок)

Fig. 5. Change in the structure of bog facies from different sides of a log-road (satellite image)

Другим примером активного саморазвития сфагнового болота, но уже с противоположным эффектом является формирование болотного ряма на участках активного поступления наносов с окружающих водоразделов. Причиной формирования сосново-кустарничково-сфагнового болота может являться также резкое понижение уровня грунтовых вод в результате строительства дренажных систем. В естественных условиях переход сфагнового верхового болота в стадию ряма происходит по мере углубления русла реки, близлежащей к болотному массиву.

Все пойменные генерации за исключением самой молодой (первой) в зависимости от уровня грунтовых вод и особенностей микрорельефа (наличие грив и межгривных понижений) чаще всего составляют лесные урочища, иногда разделенные низинными болотами. Особый состав растительности характерен именно для первой генерации Камы и низкой поймы Южной Кельтмы и Пильвы. Здесь древесные породы и кустарники обычно представлены влаголюбивой ольхой и ивой с вейником в нижнем ярусе. Пограничное положение с руслом реки занимают фации прибрежных отмелей, занятые временной травянисто-кустарниковой растительностью. Периодическое затопление и смена процесса аккумуляции наносов их размывом и удалением делает данную часть поймы наименее стабильным геоморфологическим образованием, характеризующимся неопределенностью своего развития и существования в пространстве и времени.

Выделение в ландшафтной структуре ККН геосистем, относящихся к определенным стадиям своего развития, позволяет увидеть и оценить траекторию развития как ландшафта в целом, так и отдельных его частей (рис. 6). Наличие крупного водотока – Камы в пределах Верхнекамской депрессии с ее повышенной неотектонической актив-

ностью объясняет преобладание ПЭЛ в структуре разновозрастных геосистем и сохранение тенденции их «омоложения» в среднесрочной перспективе. Напротив, в Кельтминской ложбине наблюдается прева-лирование КЭЛ, особенно в северной и центральной ее частях, что не предполагает смены направленности ландшафтогенеза в ближайшем будущем.

Для обеих частей Камско-Кельтминской низменности главными геосистемами, осуществляющими активное геодинамическое моделирование ее поверхности, являются верховые сфагновые болота. Основной тренд морфолитогенеза в ее ландшафте – это расширение площади торфяных массивов и постепенное поглощение островков минерального грунта. Причиной сохранения подобного развития геосистемы на среднесрочную перспективу (до конца XXI в.) является повышение средней температуры на всей территории бассейна верхней Камы, одновременно сопровождаемое увеличением доли осадков в жидком виде [Прогноз..., 2008;

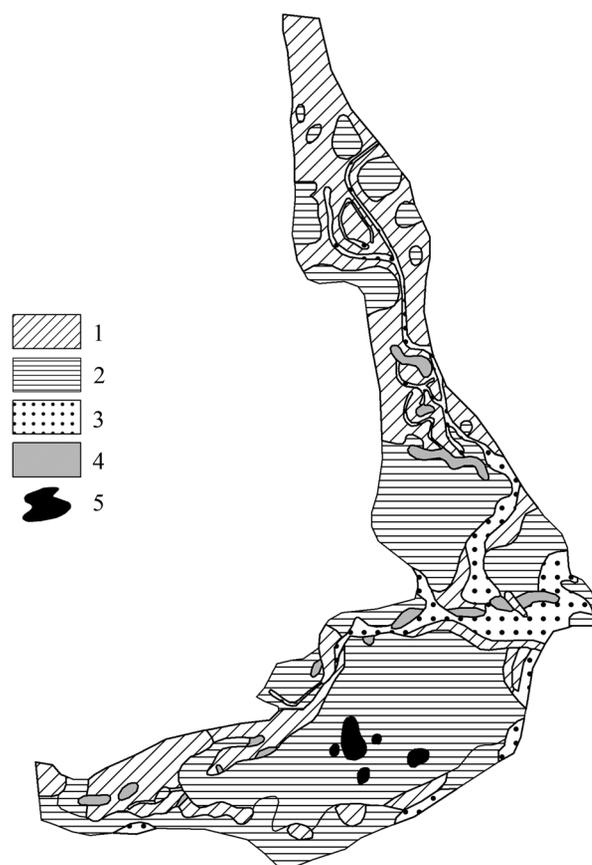


Рис. 6. Разновозрастные элементы ландшафта Камско-Кельтминской низменности:
1 – КЭЛ; 2 – ПЭЛ; 3 – ГПТ; 4 – РЭЛ; 5 – озера

Fig. 6. Landscape elements of different ages within the Kama-Keltma lowland:

1 – conservative landscape elements; 2 – progressive landscape elements; 3 – transitional geosystems; 4 – relic landscape elements; 5 – lakes

Калинин, 2019]. Подобный ход климатических изменений, безусловно, окажет соответствующее воздействие на активность торфообразования и увеличение скорости расширения площади болот.

Характеризуя геосистемы, относящиеся к КЭЛ, необходимо остановиться на особых чертах части природных компонентов, отличающих их от геосистем других стадий развития ландшафта. От ПЭЛ их отличает наличие развитой почвы, свидетельствующее о значительной продолжительности существования данных урочищ и отсутствии активного и непосредственного влияния на них со стороны смежных геосистем. К таким образованиям относятся незначительные по площади фрагменты надпойменных террас Камы и Южной Кельтмы, а также аллювиально-озерная терраса, занимающая значительное место в структуре геосистем Кельтминской ложбины.

При рассмотрении РЭЛ следует отметить их расположение как на самых высоких, так и на самых низких отметках рельефа ККН. Высокие отметки относятся к эрозионно-аккумулятивным формам на относительно ровных поверхностях террас. Образованные древними водотоками валлообразные поверхности позднее были моделированы эоловыми процессами и к настоящему моменту из-за своего положения не подвергаются какому-либо воздействию со стороны смежных геосистем. Сохранность от воздействия геодинамических процессов поддерживается высокой степенью их зазеленности и относительно небольшими размерами, что препятствует формированию временных водотоков, обладающих значительной эродирующей силой. РЭЛ низких отметок рельефа представляют

мелководные остаточные озера, время образования которых сопоставимо со временем формирования первой надпойменной террасы Камы.

ВЫВОДЫ

Как в лесостепных и степных ландшафтах, расположение реликтовых геосистем в лесной зоне также соответствует вершинным комплексам, а особенности рельефа являются главным регулятором сохранения (консервации) или перманентного изменения (развития, разрушения) природных территориальных комплексов. Объясняется это изолированностью вершинных геосистем от потоков вещества и энергии, воспроизводимых смежными геосистемами.

Прогрессивные и консервативные элементы ландшафта в подавляющем большинстве случаев обычно тяготеют к низким и средним отметкам рельефа. К ним приурочена большая часть верховых болот, относящихся к активно развивающимся природным комплексам. В пределах самого низкого уровня находятся и наиболее динамичные геосистемы – природные аквальные комплексы.

Разная направленность и скорость развития структурных элементов Верхнекамской депрессии и Кельтминской ложбины как частей Камско-Кельтминской низменности определяются разной историей ландшафтогенеза и наличием активно развивающихся пойменно-руслых комплексов Камы. В Верхнекамской депрессии ведущей тенденцией становится последовательное увеличение доли прогрессивных элементов ландшафта, в Кельтминской ложбине – сохранение ведущей роли консервативных элементов при сохранении и устойчивости положения реликтовых геосистем.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-05-00276.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александровский А.Л.* Этапы и скорости развития почв в поймах рек Русской равнины // Почвоведение. 2004. № 11. С. 1285–1295.
- Александровский А.Л., Гласко М.П.* Взаимодействие аллювиальных и почвообразовательных процессов на разных этапах формирования пойм равнинных рек в голоцене (на примере рек центральной части Восточно-Европейской равнины) // Геоморфология. 2014. № 4. С. 3–17.
- Генкель А.А.* Болота Пермской области // Уч. зап. Перм. ун-та. Биogeография и краеведение. 1974. Т. 131. Вып. 2. С. 4–85.
- Глебов Ф.З., Джансеитов К.К.* О скорости заболачивания Западно-Сибирской равнины // География и природные ресурсы. 1983. № 3. С. 144–146.
- Горчаковский П.Л.* Лесные оазисы Казахского мелкосопочника. М.: Наука, 1987. 158 с.
- Еремеева Е.А., Леонова Н.Б.* Реликтовые сообщества островных сосновых лесов в ландшафтах Евразийских степей // Степи Северной Евразии: материалы VIII Международного симпозиума. Оренбург, 2018. С. 375–378.
- Исаченко А.Г.* Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991. 336 с.
- Калинин Н.А.* Условия формирования и прогноз сильных осадков с помощью индексов неустойчивости атмосферы на территории Уральского Прикамья // Географический вестник. 2019. № 4(51). С. 96–112. DOI: 10.17072/2079-7877-2019-4-96-112.
- Карамышева З.В., Рачковская Е.И.* Ботаническая география степной части Центрального Казахстана. Л.: Наука, 1973. 250 с.

- Квасов Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. Л.: Наука, 1975. 280 с.
- Лавров А.С., Потапенко Л.М. Неоплейстоцен северо-востока Русской равнины. М.: Аэрогеология, 2005. 348 с.
- Мильков Ф.Н. Проблема реликтов в физической географии // Известия АН СССР. Серия географическая. 1989. № 6. С. 5–17.
- Назаров Н.Н. К вопросу о времени последнего массового спрямления излучин на верхней Каме // Вестн. Удмуртского ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2014. Вып. 2. С. 105–111.
- Назаров Н.Н. Плейстоценовые перестройки речных русел и современное развитие пойменно-руслых комплексов верхней Камы // Геоморфология. 2017. № 3. С. 88–100. DOI: 10.7868/S0435428117030087.
- Назаров Н.Н., Копытов С.В. Реконструкция этапов развития Кельтминской ложбины по геоморфологическим данным (Предуралье) // География и природные ресурсы. 2019а. № 3. С. 154–164. DOI: 10.21782/GIPR026-1619-2019-3(154-164).
- Назаров Н.Н., Копытов С.В. Использование данных дистанционного зондирования в изучении перестроек речной сети (на примере верхней Камы) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019б. Т. 16. № 1. С. 105–117. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-1-105-117.
- Назаров Н.Н., Копытов С.В., Чернов А.В. К вопросу о возрасте пойм прерывисто-динамического развития (на примере верхней Камы) // Географический вестник. 2016. № 3(38). С. 15–27.
- Назаров Н.Н., Чернов А.В., Копытов С.В. Перестройки речной сети Северного Предуралья в позднем плейстоцене и голоцене // Географический вестник. 2015. № 3(34). С. 26–34.
- Нейштадт М.И. Возникновение и скорость развития процесса заболачивания // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. М.: Наука, 1977. С. 39–47.
- Николаев В.А. О возрасте ландшафтов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 1976. № 2. С. 45–55.
- Полынов Б.Б. Ландшафт и почва // Природа. 1925. № 1–3. С. 73–84.
- Полынов Б.Б. Географические работы. М.: Географгиз, 1952. 400 с.
- Прогноз климатической ресурсообеспеченности Восточно-Европейской равнины в условиях потепления XXI века. М.: МАКС Пресс, 2008. 292 с.
- Ростом Г.Р. Реликтовые ландшафты в лесостепной зоне Восточно-Европейской равнины // Степи Северной Евразии: сохранение природного разнообразия и мониторинг состояния экосистем: материалы I Международного симпозиума. Оренбург, 1997. С. 39–40.
- Сукачев В.Н. Избранные труды в трех томах / под ред. Е.М. Лавренко. Т. 2: Проблемы болотоведения, палеоботаники и палеогеографии. Л.: Наука, 1973. 352 с.
- Хорошев А.В. Ландшафтные условия стабильности фитопродукционного функционирования в Айтуарской степи (Южный Урал) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2021. № 2. С. 82–91.
- Lysa A., Larsen E., Buylaert J.-P., Fredin O., Jensen M., Kuznetsov D. Late Pleistocene stratigraphy, and sedimentary environments of the Severnaya Dvina-Vycheгда region in northwestern Russia, *Boreas*, 2014, vol. 43, p. 759–779.
- Larsen E., Fredin O., Jensen M., Kuznetsov D., Lysa A., Subetto D. Subglacial sediment, proglacial lake-level and topographic controls on ice extent and lobe geometries during the Last Glacial Maximum in NW Russia, *Quaternary Science Reviews*, 2014, vol. 92, p. 369–387.

Электронные ресурсы

Бережной А.В. Реликтовые ландшафтные комплексы и их разнообразие в степях Русской равнины // Степи Северной Евразии: материалы I Международного симпозиума. Оренбург, 1997. URL: <http://orensteppe.org/content/reliktovye-landshaftnye-kompleksy-i-ih-raznoobrazie-v-stepyah-russkoj-ravniny> (дата обращения 16.07.2021).

Поступила в редакцию 26.07.2021

После доработки 15.12.2021

Принята к публикации 09.03.2022

AGE AND RECENT EVOLUTION OF LANDSCAPE ELEMENTS OF THE KAMA-KELTMA LOWLAND (THE UPPER KAMA RIVER BASIN)

N.N. Nazarov¹, I.F. Frolova²

^{1,2} Perm State University, Department of Physical Geography and Landscape Ecology

¹ Professor, D.Sc. in Geography; e-mail: nikolainazarovpsu@gmail.com

² Associate Professor, Ph.D. in Geography; e-mail: irvik13@gmail.com

The problem of identifying relic, conservative and progressive landscape elements within forest and bog geosystems of the Upper Kama River basin became resolvable as a result of complex paleogeographic investigations within the Kama-Keltma lowland. The principal components of the study were the application of the Earth remote sensing methods and identification of the relative and absolute ages (direct dating) of bog, alluvial and underlying sediments of ancient water reservoirs. The physiognomic and morphological differences between structures of different ages were determined by the degree of their resistance to exodynamic processes

and climate changes. Relic landscape elements are individual structural units of the landscape (stow, groups of stows) in which natural components, or their combinations correspond to the natural conditions of ancient geosystems with a period of formation exceeding the time of formation of the landscape invariant under consideration. Their stability in time is explained by complete or partial isolation from matter and energy flows generated by adjacent geosystems. As a rule, this results from a higher location of such geosystems among other territorial complexes which makes them inaccessible to geodynamic and geochemical processes within the geosystems of middle and low levels of the landscape. Conservative and progressive landscape elements are mostly confined to low and medium terrain levels. The most dynamic geosystems, i.e. natural aquatic complexes, are located at the lowest elevations of the relief. The studies have shown that conservative landscape elements could not be identified using the pre-established criteria for the most common landscape elements due to their large proportion in the structure of geosystems of different ages. These geosystems were defined as natural territorial complexes that do not meet the criteria for being relic or progressive landscape elements. Despite the seeming simplicity of solving the problem, the objective identifying of such geosystems will depend on the objective identifying of elements “from the past” and “from the future”, i. e. proper identification of the boundaries of relic and progressive landscape elements.

Keywords: relic landscape elements, spatial structure, relief, forest geosystems, remote sensing methods, space image

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 20-05-00276).

REFERENCES

- Alexandrovskii A.L. Phases and rates of soil evolution within river floodplains in the center of the Russian Plain, *Eurasian Soil Science*, 2004, no. 11, p. 1285–1295.
- Alexandrovskii A.L., Glasko M.P. Vzaimodejstvie alljuvial'nyh i pochvoobrazovatel'nyh processov na raznyh etapah formirovanija pojm ravninnyh rek v golo-cene (na primere rek central'noj chasti Vostochno-Ev-ropejskoj ravniny) [Interaction of alluvial and soil formation processes at different stages of the floodplain's development during the Holocene (the rivers in the central part of the East European Plain as an example)], *Geomorfologija*, 2014, no. 4, p. 3–17. (In Russian)
- Eremeeva E.A., Leonova N.B. [Relic communities of island pine forests in the landscapes of the Eurasian steppes], *Stepi Severnoj Evrazii: materialy VIII Mezhdunarodnogo simpoziuma* [Steppes of Northern Eurasia], 2018, p. 375–378. (In Russian)
- Genkel' A.A. Bolota Permskoj oblasti [Bogs in the Perm oblast], *Uchenye zapiski Permskogo universiteta. Biogeografija i kraevedenie*, 1974, vol. 131, no. 2, p. 4–85. (In Russian)
- Glebov F.Z., Dzhanseitov K.K. O skorosti zabolachivanja Zapadno-Sibirskoj ravniny [On the rate of swamping of the West Siberian Plain], *Geografija i prirodnye resursy*, 1983, no. 3, p. 144–146. (In Russian)
- Gorchakovskij P.L. *Lesnye oazisy Kazahskogo melkosopohnika* [Forest oases of the Kazakh Upland], Moscow, Nauka Publ., 1987, 158 p. (In Russian)
- Horoshev A.V. Landshaftnye uslovija stabil'nosti fitoprodukcionnogo funkcionirovanija v Ajtuarskoj stepi (Juzhnyj Ural) [Landscape conditions of stable phytroduction in the Aituar steppe (the Southern Urals)], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2021, no. 2, p. 82–91. (In Russian)
- Isachenko A.G. *Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe rajonirovanie* [Landscape studies and physical-geographical zoning], Moscow, Vysshaja shkola Publ., 1991, 336 p. (In Russian)
- Kalinin N.A. Uslovija formirovanija i prognoz sil'nyh osadkov s pomoshh'ju indeksov neustojchivosti atmosfery na territorii Ural'skogo Prikam'ja [Conditions of formation and forecast of heavy precipitation with the help of indices of atmospheric instability in the territory of the Ural Prikamye], *Geograficheskij vestn.*, 2019, no. 4(51), p. 96–112, DOI: 10.17072/2079-7877-2019-4-96-112.
- Karamysheva Z.V., Rachkovskaja E.I. *Botanicheskaja geografija stepnoj chasti Central'nogo Kazahstana* [Botanical geography of the steppe part of Central Kazakhstan], Leningrad, Nauka Publ., 1973, 250 p. (In Russian)
- Kvasov D.D. *Pozdnechetvertichnaja istorija krupnyh ozer i vnutrennih morej Vostochnoj Evropy* [Late Quaternary history of large lakes and inland seas of Eastern Europe], Leningrad, Nauka Publ., 1975, 280 p. (In Russian)
- Larsen E., Fredin O., Jensen M., Kuznetsov D., Lysa A., Subetto D. Subglacial sediment, proglacial lake-level and topographic controls on ice extent and lobe geometries during the Last Glacial Maximum in NW Russia, *Quaternary Science Reviews*, 2014, vol. 92, p. 369–387.
- Lavrov A.S., Potapenko L.M. *Neoplejstocen severo-vostoka Russkoj ravniny* [Neopleistocene of the northeast of the Russian Plain], Moscow, Ajerogeologija Publ., 2005, 348 p. (In Russian)
- Lysa A., Larsen E., Buylaert J.-P., Fredin O., Jensen M., Kuznetsov D. Late Pleistocene stratigraphy and sedimentary environments of the Severnaya Dvina-Vychegda region in northwestern Russia, *Boreas*, 2014, vol. 43, p. 759–779.
- Milkov F.N. Problema relikto v fizicheskoj geografii [The problem of relics in physical geography], *Izvestija AN SSSR, Ser. Geograficheskaja*, 1989, no. 6, p. 5–17. (In Russian)
- Nazarov N.N. K voprosu o vremeni poslednego massovogo sprjamlenija izluchin na verhnej Kame [On the question of time of the last mass rectification of bends on the Upper Kama River], *Vestn. Udmurtskogo un-ta, Ser. Biologija, Nauki o Zemle*, 2014, no. 2, p. 105–111. (In Russian)
- Nazarov N.N. Plejstocenovyje perestrojki rechnykh rusel i sovremennoe razvitie pojmenno-ruslovykh kompleksov verhnej Kamy [Pleistocene reorganization and recent development of river channels in the Upper Kama River basin], *Geomorfologija*, 2017, no. 3, p. 88–100, DOI: 10.7868/S0435428117030087.

- Nazarov N.N., Chernov A.V., Kopytov S.V. Perestrojki rečnoj seti Severnogo Predural'ja v pozdnem plejstocene i golocene [River's network rearrangements of the Northern Pre-Urals in the Late Pleistocene and Holocene], *Geograficheskij vestn.*, 2015, no. 3(34), p. 26–34. (In Russian)
- Nazarov N.N., Kopytov S.V. Ispol'zovanie dannyh distantsionnogo zondirovaniya v izuchenii perestroek rečnoj seti (na primere verhnjej Kamy) (The use of remote sensing data in the study of river network restructuring (by example of the Upper Kama)), *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2019b, vol. 16, no. 1, p. 105–117, DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-1-105-117.
- Nazarov N.N., Kopytov S.V. Rekonstrukcija etapov razvitiya Kel'tminskoj lozhbiny po geomorfologicheskim dannym (Predural'e) (Reconstructing the evolution stages of the Kel'tma hollow from geomorphological data (Pre-Ural Region)), *Geografiya i prirodnye resursy*, 2019a, no. 3, p. 154–164. (In Russian)
- Nazarov N.N., Kopytov S.V., Chernov A.V. K voprosu o vozraste pojm preryvисто-dinamicheskogo razvitiya (na primere verhnjej Kamy) [On the age of floodplains of discontinuous and dynamic development (case study of the Upper Kama River)], *Geograficheskij vestn.*, 2016, no. 3(38), p. 15–27. (In Russian)
- Nejshtadt M.I. [The formation and rate of development of the bog process], *Nauchnye predposylki osvoenija bolot Zapadnoj Sibiri* [Scientific prerequisites for the development of swamps in Western Siberia], 1977, p. 39–47. (In Russian)
- Nikolaev V.A. O vozraste landshaftov [About the age of landscapes], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 1976, no. 2, p. 45–55. (In Russian)
- Polynov B.B. *Geograficheskie raboty* [Geographic works], Moscow, Geografiz Publ., 1952, 400 p. (In Russian)
- Polynov B.B. Landshaft i pochva [Landscapes and soil], *Priroda*, 1925, no. 1–3, p. 73–84. (In Russian)
- Prognoz klimaticheskoj resursoobespechennosti Vostochno-Evropskoj ravniny v uslovijah potepnenija XXI veka* [Forecast of the climatic resource availability of the East European Plain under climate warming in the XXI century], Moscow, MAKS Press Publ., 2008, 292 p. (In Russian)
- Rostom G.R. [Relict landscapes in the forest-steppe zone of the East European Plain], *Stepi Severnoj Evrazii: materialy I Mezhdunarodnogo simpoziuma* [Steppes of Northern Eurasia], 1997, p. 39–40. (In Russian)
- Sukachjov V.N. *Izbrannye trudy v treh tomah, t. 2, Problemy bolotovedenija, paleobotaniki i paleogeografii* [Selected works in three volumes, vol. 2, Problems of bog science, paleobotany and paleogeography], Leningrad, Nauka Publ., 1973, 352 p. (In Russian)

Web resource

- Berezhnoj A.V. [Relic landscape complexes and their diversity in the steppes of the Russian Plain], *Stepi Severnoj Evrazii: materialy I Mezhdunarodnogo simpoziuma* [Steppes of Northern Eurasia], 1997, URL: <http://orensteppe.org/content/reliktovye-landshaftnye-kompleksy-i-ih-raznoobrazie-v-stepyah-russkoj-ravniny> (access date 16.07.2021). (In Russian)

Received 26.07.2021

Revised 15.12.2021

Accepted 09.03.2022