

И.Н. БИЛИЧЕНКО, Д.В. КОБЫЛКИН, В.В. КУКЛИНА, В.Н. БОГДАНОВ

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия,
irinabilnik@mail.ru, agrebrandt@inbox.ru, kuklina@email.gwu.edu, victvss@gmail.com

РАЗВИТИЕ НЕФОРМАЛЬНОЙ ДОРОЖНОЙ СЕТИ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ ТАЕЖНЫХ ГЕОСИСТЕМ НА СЕВЕРЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассмотрено влияние автомобильных дорог на геосистемы в районах нового освоения, где развитие инфраструктуры в связи с добычей углеводородного сырья происходит особенно интенсивно. Объектами исследования стали автомобильные дороги за пределами официально существующей сети, неформально построенные, поддерживаемые или используемые различными организациями и частными лицами. Представлена схема типов дорог с различными формами и режимами пользования. В качестве модельного для изучения влияния автодорог на таежные геосистемы был выбран участок на севере Иркутской области, в междуречье Киренги и Ханды, полевые исследования трансформации геосистем проведены вдоль неформальной дороги от деревни Вершина Ханды до пос. Магистральный. Особое внимание уделялось возможной активизации геоморфологических процессов как одного из важнейших факторов изменения геосистем. Комплексный анализ геологических, геоморфологических, ландшафтных факторов, данных дистанционного зондирования Земли и полевых исследований позволил составить геоморфологическую карту с выделением опасных экзогенных процессов вдоль таких дорог. Определены основные виды ландшафтных нарушений: деградация и трансформация растительного покрова, изменение температурного режима многолетнемерзлых пород, что приводит к обводнению и проседанию грунтов и, как следствие, к образованию многодорожья, активизации линейной эрозии.

Ключевые слова: неформальные дороги, дорожный ландшафт, трансформация геосистем, районы нового освоения, геоморфологические процессы.

I.N. BILICHENKO, D.V. KOBYLKIN, V.V. KUKLINA, V.N. BOGDANOV

V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia,
irinabilnik@mail.ru, agrebrandt@inbox.ru, kuklina@email.gwu.edu, victvss@gmail.com

DEVELOPMENT OF THE INFORMAL ROAD NETWORK AND ITS INFLUENCE ON THE TRANSFORMATION OF TAIGA GEOSYSTEMS IN THE NORTH OF IRKUTSK OBLAST

We examine the impact of roads on geosystems in areas of new development where the development of infrastructure in connection with extraction of hydrocarbons is proceeding most intensely. The objects for study are represented by automobile roads beyond the official network which were informally constructed, maintained or used by various organizations or private persons. We provide a schematic representation of the types of roads with different forms and regimes of management. As the model area for the study of the influence of roads on taiga geosystems, we selected the area in the north of Irkutsk oblast, in the interfluvium of the Kirenga and Khanda rivers; field investigations of the transformation of geosystems were made along the informal road from the village of Vershina Khandy to the settlement of Magistral'nyi. Particular attention was paid to the possible intensification of geomorphological processes as one of the crucial factors for changes in geosystems. A comprehensive analysis of geological, geomorphological and landscape factors using remote sensing data and field studies made it possible to compile a geomorphological map with identification of dangerous exogenous processes. The main causes for landscape disturbances were identified, namely degradation and transformation of vegetation cover and changes in the temperature regime of permafrost, leading to waterlogging and subsidence of soils and, as a consequence, to the formation of multiple tracks along the roadside and an intensification of linear erosion.

Keywords: informal roads, road landscape, transformation of geosystems, areas of new development, geomorphological processes.

ВВЕДЕНИЕ

Дорога является частью сложного ландшафтно-техногенного комплекса, который непрерывно обменивается веществом и энергией с прилегающими территориями, преобразованными в ходе дорожного строительства [1]. Последнее отрицательно сказывается на состоянии ландшафта, повреждая или разрушая его естественные элементы, следовательно, нарушая равновесие в природе. Примерами подобного вмешательства в природу могут служить: расчленение лесных массивов, нарушение тока грунтовых вод, разрушение мест обитания и отсечение путей миграции животных, ухудшение микроклимата. Также дорожные ландшафты имеют свой набор сопутствующих опасных экзогенных процессов и возникающих новых форм рельефа, таких как оползни, овраги, термокарстовые провалы, карьеры. Строительство дорог отрицательно сказывается и на внешнем виде ландшафта. Оно может нарушить гармонию пейзажа, ослабить внешнюю привлекательность ландшафта. Таким образом, дорожные ландшафты относятся к прямым антропогенным комплексам, образующимся в результате целенаправленной деятельности человека на фоне природных условий [2].

Согласно некоторым исследованиям, определенные формы традиционной мобильности нарушаются в результате развития новой инфраструктуры. Существует множество примеров, иллюстрирующих нежелательность дорог для местного социума и их негативное воздействие как на окружающую среду, так и на людей [3]. В науках об окружающей среде развитие дорожных сетей связано с изменениями и фрагментацией землепользования, обезлесением, загрязнением и угрозой для биоразнообразия [4].

Хорошо известна роль дорог как мест концентрации синантропных видов растений и животных и очагов формирования дигрессионных биоценозов, а также миграционных коридоров для некоторых видов животных. На участках заброшенных дорог и прилегающих к ним территориях длительное время восстанавливаются естественные для данного района растительность и почвенный покров, т. е. дорожные ландшафты относятся к весьма устойчивым [1].

Негативное воздействие дорог на ландшафт усугубляется в районах распространения многолетней мерзлоты. Исследователи отмечают возле дорог более глубокое протаивание мерзлоты [5] и развитие термокарста [6]. В тундровых ландшафтах отмечено, что практически каждый след тяжелой техники сохраняется на протяжении многих лет, а длительное ее использование полностью разрушает растительный покров [7, 8]. Плотность дорожно-транспортной сети в степных ландшафтах может увеличиваться на 44 % в ходе эксплуатации одного нефтяного месторождения [9].

Воздействие инфраструктурного развития на окружающую среду остается слабоизученным. Это касается не только официальных дорог, но и других линейных объектов, созданных для первоначального исследования, строительства и обслуживания объектов инфраструктуры и добывающей промышленности, однако используемых для передвижения. Этих дорог, как и других частных и лесных, нет на картах транспортной сети. В научной литературе отсутствует общепринятый термин для их обозначения. Исследователи подобных дорог в лесах Амазонии называют их «неофициальными», хотя учитывают и сформированные нелегально, и частные лесные дороги [10, 11]. Описывая те же объекты, А. Хьюс применяет термин «спрятанные дороги» [12]. В отечественной литературе для дорог, не имеющих четко утвержденного статуса, О.А. Моляренко [13] использует понятие «бесхозные». В.В. Васильева [14] для обозначения зимников, созданных без участия каких-либо органов власти, применяет понятие «дикие».

В данной работе применяется понятие «неформальные дороги», заимствованное у Ч. Тромбольда [15], который предложил его, чтобы отличать неформальные дороги от запланированных и построенных официальных маршрутов. В качестве неформальных рассматриваются как дороги, созданные неофициально, так и дороги необщего пользования, которые, хотя были построены и поддерживаются в соответствии с существующими стандартами, эксплуатируются иными организациями и частными лицами, помимо предусмотренных при строительстве и эксплуатации. Также к неформальным нами отнесены сезонные дороги общего пользования, эксплуатируемые не только в пределах официального срока аренды (рис. 1). Граница между формальными и неформальными дорогами является подвижной: однажды построенные официальные дороги могут стать неформальными, если их не поддерживать, неформальные дороги, в свою очередь, часто предшествуют созданию официальных [16].

Неформальные дороги имеют наибольшее значение в регионах нового освоения, к которым относится север Иркутской области [17], где официальная транспортная сеть носит спорадический характер. Несмотря на активное развитие в регионе нефтегазодобывающей и лесной промышленности,



Рис. 1. Классификация формальных и неформальных автодорог по формам и режимам пользования.

Серым цветом показаны неформальные дороги и дороги с неформальным режимом использования.

в настоящее время отсутствуют исследования о сопутствующем инфраструктурном развитии и его влиянии на окружающую среду. Поэтому изучение влияния развития неформальной сети на трансформацию таежных геосистем в северных районах Иркутской области имеет особую актуальность.

ТЕРРИТОРИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для инвентаризации нами была выбрана территория с условными границами, на которой представлены различные виды хозяйственной деятельности и, соответственно, организации дорожной сети, но в то же время это район, имеющий длительный период традиционного природопользования (рис. 2, а).

Район исследования с условным центром в национальной эвенкийской деревне Вершина Ханды расположен в пределах трех административных районов Иркутской области — Усть-Кутского, Казачинско-Ленского и Жигаловского. Это территория традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности эвенков — представителей коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации. Их традиционное природопользование включало оленеводство, охоту, рыбалку, сбор кедровых орехов, ягод и трав [18]. В 1776 г. на р. Киренге, в 57 км от нынешнего местоположения дер. Вершина Ханды, образовалось с. Казачинское [19]. Многочисленные межэтнические браки между жителями этих двух населенных пунктов привели к переселению некоторых эвенков в с. Казачинское [18]. Толчком к промышленному развитию территории послужило строительство Байкало-Амурской магистрали (1975–1986 гг.), в ходе которого в 1975 г. в 36 км от дер. Вершина Ханды была проложена железная дорога и построен пос. Магистральный. В настоящее время район исследования находится на стадии активного хозяйственного освоения в связи с добычей углеводородного сырья и лесных ресурсов и перспективами строительства трубопровода «Сила Сибири», что предполагает дальнейшее развитие инфраструктуры, в том числе сети автомобильных дорог.

Для изучения влияния автомобильных дорог на геосистемы была выбрана часть района исследования, соответствующая Хандинской депрессии, в междуречье Киренги и Ханды. Согласно карте [20], данная территория относится к Кудинско-Хандинской остепненно-таежной подгорной провинции, представляющей западную краевую часть Байкало-Джугджурской горно-таежной области. Высота днища Хандинской заболоченной депрессии составляет 700–750 м. Здесь развит пойменно-террасовый комплекс, для территории характерны невысокие гряды (100–300 м) с пологими склонами. Средняя высота плато, окаймляющего депрессию, — 900–1000 м над ур. моря. Район плоскогорный, с плоскими округлыми вершинами.

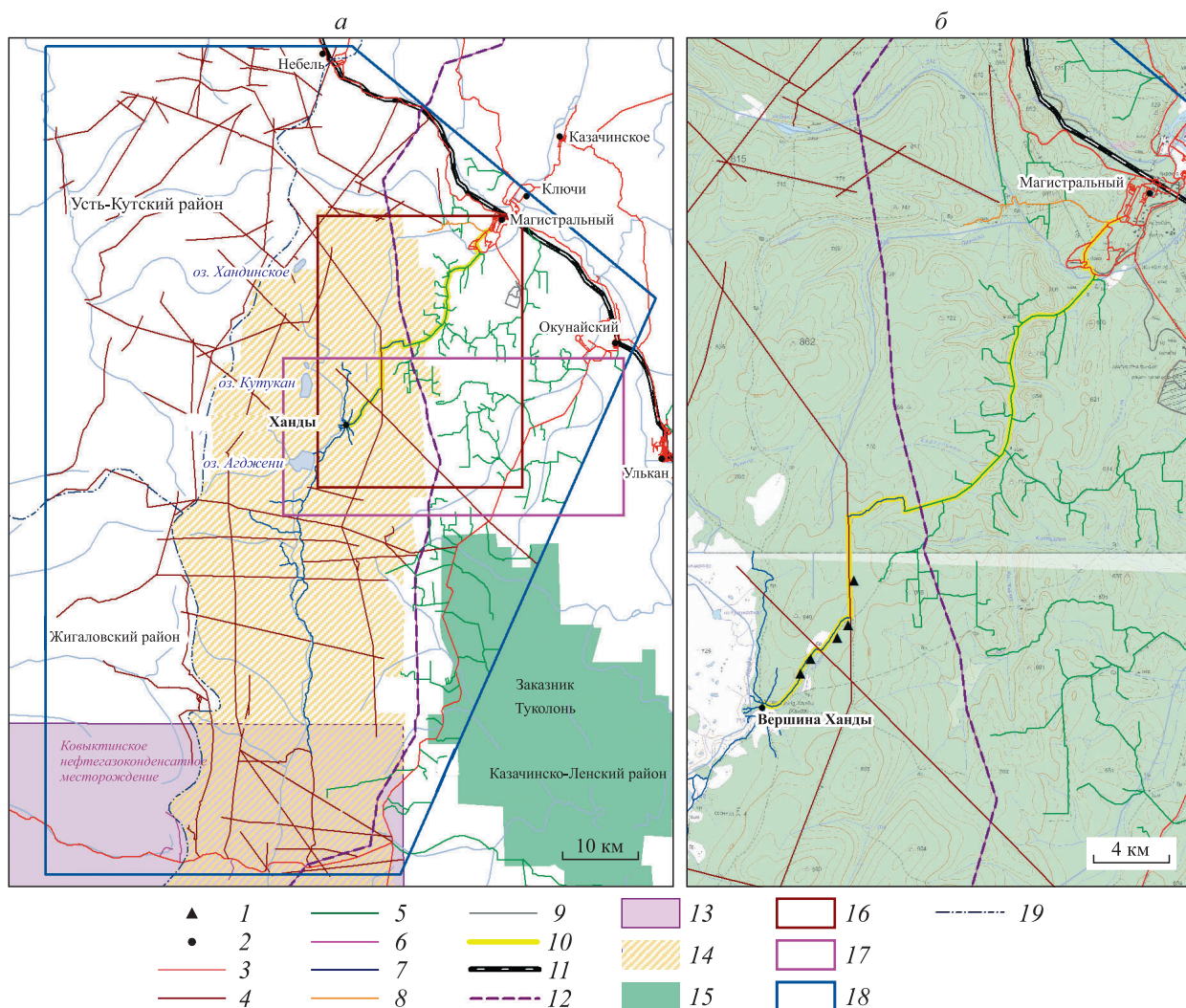


Рис. 2. Район исследования (а) и увеличенный фрагмент района исследования (б).

1 — точки фотографирования; 2 — населенные пункты. Автомобильные дороги: 3 — общего пользования; 4 — необщего (ведомственного) использования; 5 — геологические, 6 — лесовозные, 7 — нефтегазовые, 8 — промышленные, 9 — сельскохозяйственные, 10 — другие. 10 — автодорога дер. Вершина Ханьды–пос. Магистральный; 11 — железные дороги; 12 — газопровод (строящийся); 13 — нефтегазовые месторождения; 14 — территории традиционного природопользования; 15 — особо охраняемые природные территории. Границы: 16 — увеличенного фрагмента, 17 — геоморфологической схемы, 18 — района исследования, 19 — административных районов.

Климат на территории исследования — резко континентальный. Средняя температура января составляет $-20\div-21$ °С, июля — 16 °С, годовые суммы осадков — 360–440 мм. Это район повсеместного распространения сезонной и многолетней мерзлоты, в связи с чем здесь формируются длительно-сезонно-мерзлые почвы [21]. В Хандинской депрессии господствуют редкостойные лиственничные и елово-лиственничные с ерником моховые леса с торфянистыми почвами. Плато занимают склоновые лиственнично-кедрово-еловые мелкотравно-зеленомошные леса на дерново-подзолистых почвах.

Полевые исследования были проведены вдоль неформальной автомобильной дороги от дер. Вершина Ханьды до пос. Магистрального, которая является модельной для изучения воздействия дорог на различные виды геосистем, поскольку состоит из разных хозяйственных участков (см. рис. 2, б).

В работе использовался комплексный подход, включающий различные методы исследования (маршрутный, сравнительно-аналитический, геоинформационный). Для инвентаризации автодорог применялись современная космическая съемка высокого разрешения (Landsat 8, Sentinel), разновременные топографические карты, материалы по развитию нефтегазотранспортной инфраструктуры.

Положение автодорог общего пользования определено по открытым данным правительств субъектов РФ. Остальные автодороги различных видов выделены в несколько подвидов в зависимости от хозяйственной характеристики.

При строительстве автомобильных дорог происходит нарушение растительного покрова и геологической среды, включающей в себя рельеф. Его нарушение несет в себе угрозу возникновения опасных экзогенных процессов, в связи с чем в рамках данной работы рассмотрены условия строительства дорог с точки зрения геоморфологической опасности.

Комплексный анализ геологических, геоморфологических, ландшафтных факторов, данных дистанционного зондирования Земли и полевых исследований позволил составить карту проявления опасных экзогенных процессов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Постоянная транспортная связь с дер. Вершина Ханды существует лишь в холодный период года. В остальное время дорога является весьма сложной для передвижения, кое-где, в зависимости от количества осадков, почти непроходимой, местные жители вынуждены пользоваться тяжелым вездеходным транспортом либо новыми видами легких транспортных средств (болотоходами, каракатами).

Согласно опросам, жителям дер. Вершина Ханды дорога хорошего качества не нужна: они опасаются проникновения по ней охотников и рыбаков на земли эвенкийской общины. Однако район и его неформальные дороги уже широко эксплуатируются для геологической разведки, нужд лесной промышленности, а также для рекреационного пользования (охоты и рыбалки) жителями соседних районов и поселений.

В результате инвентаризации вся автодорожная сеть района исследования подразделена нами на два основных вида автодорог — общего и необщего (ведомственного) использования. Среди автодорог необщего использования в зависимости от вида деятельности выделены лесовозные, нефтегазовые, геологические, сельскохозяйственные и промышленные. По результатам инвентаризации составлена карта автодорожной сети, на которую дополнительно нанесены железные дороги, строящийся газопровод, особо охраняемые природные территории и земли традиционного природопользования Хандинской общины (см. рис. 2, *а*). Дополнительно в виде карты-врезки показана исследуемая неформальная автодорога дер. Вершина Ханды—пос. Магистральный с точками фотографирования (см. рис. 2, *б*).

Проведенный анализ инвентаризированной дорожной сети показал, что автодороги общего пользования имеют протяженность 317 км, или 15,2 % от общей длины дорог. Протяженность дорог необщего использования составляет 1763 км, или 84,8 %, в том числе геологические — 1146 км, лесовозные — 469, промышленные — 111, нефтегазовые — 13, сельскохозяйственные — 10, другие — 13 км. Густота сети дорог общего пользования — 45,5 км/1000 км², что несколько превышает среднее значение по Иркутской области (40,7 км/1000 км²). При этом густота сети автодорог всех видов составляет 298 км/1000 км², и это значительно выше среднего значения по области и соответствует густоте дорожной сети Приволжского федерального округа (338 км/1000 км²).

Исследуемая автодорога от дер. Вершина Ханды в начале проезжей части представляет собой старый промышленный путь (7,2 км), далее следуют участок неиспользуемого геологического профиля (5,3 км), участок дороги, созданный местными жителями неофициально (4 км), участок лесовозной автодороги, в настоящее время арендуемый ООО «Русфорест Магистральный» (18,4 км), переходящий в автодорогу общего пользования до пос. Магистрального (4,7 км). Официально дер. Вершина Ханды не имеет дорог, связывающих ее с другими населенными пунктами или крупными дорогами общего пользования. Существующая дорога фактически является межпоселковой неформальной дорогой и не поддерживается местным муниципалитетом.

Таким образом, значительная часть автодорог необщего использования на территории района исследования может эксплуатироваться неофициально в виде неформальных дорог.

Если принять во внимание, что ширина проезжей части неформальных дорог в среднем 6 м, площадь измененных ландшафтов составит приблизительно 1000 га, без учета косвенного влияния. Данные показатели увеличатся с развитием «многодорожья» на заболоченных и труднопроходимых участках.

Согласно А.Г. Смирных [2], дорожные ландшафты в зависимости от мощности и характера техногенного покрова подразделяются на четыре категории. Неформальные дороги на территории исследования можно отнести к проселочно-дорожным ландшафтам без поднятого земляного полотна с грунтовым покрытием. Именно для таких ландшафтов (дороги местного значения, неблагоустроенные, без покрытия) характерно развитие дорожной эрозии.

Автомобильные дороги — это особый вид антропогенной геоморфологической системы, отличительным свойством которой является пересечение территорий с той или иной структурой процессов экзоморфогенеза [22]. Район исследований обладает сетью автодорог, проложенных в разнообразных геоморфологических условиях. Морфоструктурный план представлен положительной куполообразной возвышенностью Ханда-Киренгского междуречья, разделяющего элементы Предбайкальской впадины — Хандинской и Балдахинской депрессий.

На данной территории выделяется три типа характерных поверхностей с различным рельефом. Денудационный рельеф представлен волнистыми водоразделами, структурно-эрозионно-денудационный развит на склонах речных долин, эрозионно-аккумулятивный типичен для пойм и речных террас, в днищах котловин распространен озерно-аккумулятивный и биогенный рельеф [21]. Согласно районированию Иркутской области по опасным экзогенным процессам [23], изучаемая территория обладает средней геоморфологической опасностью с большой вероятностью возникновения процессов карста, криогенеза, плоскостной и линейной эрозии. Протекание опасных процессов обусловлено также распространением островной мерзлоты.

На основе данных о геологическом и геоморфологическом строении района исследования составлена геоморфологическая карта (рис. 3). Легенда построена исходя из форм рельефа и присущих им экзогенных процессов. В днищах котловин и на некоторых участках речных долин развита многолетняя мерзлота с характерными для районов ее распространения геоморфологическими процессами — мерзлотным растрескиванием и пучением грунтов, термокарстом, наледообразованием.

Анализ полученных данных показал, что эксплуатация автодорог ведет к трансформации таежных геосистем, прежде всего через активизацию геоморфологических процессов. Для дорог, проложенных на склоновых и водораздельных участках, существует риск возникновения плоскостной и линейной эрозии. В зависимости от крутизны и экспозиции склонов геоморфологическая система может быть осложнена крипом, солифлюкцией, осыпаниями, оползнями, проявлением карста.

При исследовании участка автодороги от дер. Вершина Ханды до лесовозной дороги были отмечены следующие нарушения ландшафта. Почти на 2/3 дороги наблюдается придорожный вторичный березовый разнотравный лес, тогда как фоновыми здесь являются лиственничные и елово-лиственничные с ерником моховые леса (рис. 4, а).

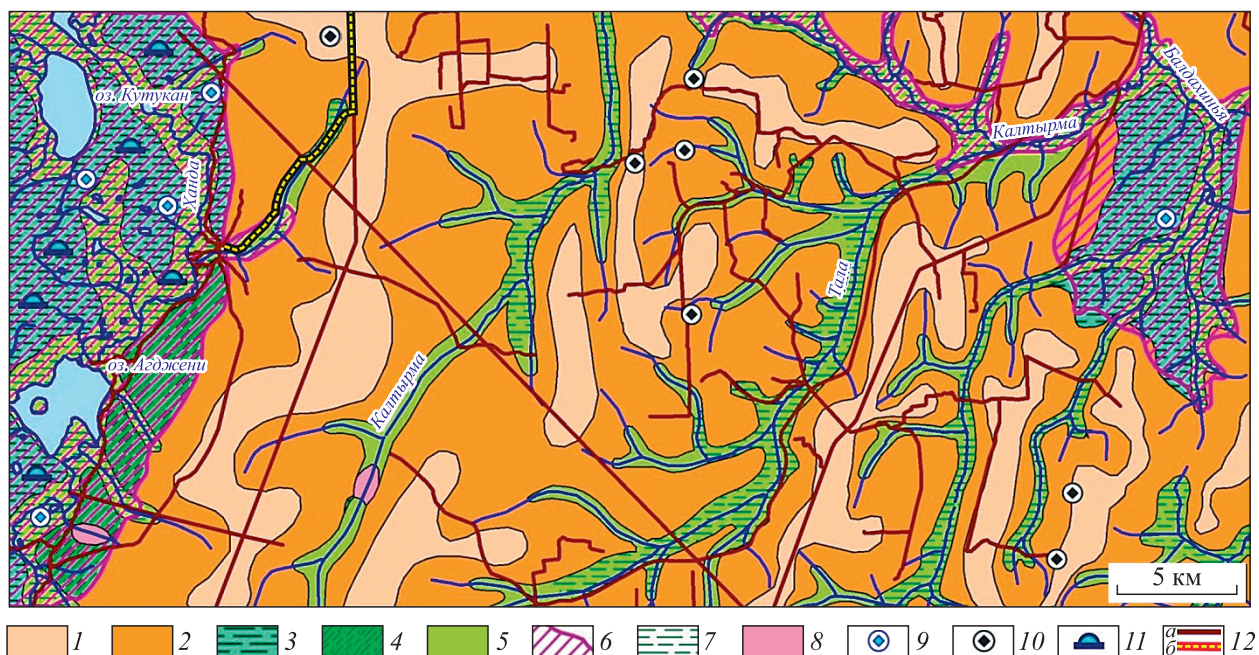


Рис. 3. Геоморфологическая схема Ханда-Киренгского междуречья.

1 — волнистые водоразделы; 2 — склоны разной крутизны; 3 — днища котловин с низинными болотами; 4 — днища котловин с верховыми болотами; 5 — речные долины с комплексом нерасчлененных пойм и террас; 6 — распространение многолетней мерзлоты; 7 — заболоченные участки речных долин; 8 — наледные участки речных долин; 9 — термокарст; 10 — карст; 11 — пучение грунтов; 12а — сеть автомобильных дорог; 12б — автодорога дер. Вершина Ханды—пос. Магистральный.



Рис. 4. Нарушения ландшафта, выявленные при исследовании участка автодороги от дер. Вершина Ханды до лесовозной дороги.

a — придорожный вторичный лес; *б* — наиболее нарушенный участок дороги до дер. Вершина Ханда; *в*, *г* — многодорожье, заболоченность (таяние мерзлоты).

Примерно в 8 км от деревни начинается заболоченный участок, где местные жители в летнее время могут проехать только на тяжелой или легкой вездеходной технике. Здесь расположен участок близкого залегания многолетней мерзлоты, поэтому появление дороги сопровождается протаиванием, обводнением, проседанием грунтов. При этом моховой покров гибнет, на его место приходят осоки и вейник (см. рис. 4, *б*, *в*).

На труднопроходимых, заболоченных участках дороги возникло так называемое многодорожье из-за невозможности проехать по основному полотну дороги. При этом возникает значительное количество параллельных дорог, нарушающих ландшафт (см. рис. 4, *г*).

На участке дороги с крутизной 10° появляются овраги (эрозионные рытвины) (рис. 5). В целом эрозия играет заметную роль в формировании дорожных ландшафтов. Наиболее интенсивно она проявляется на дорогах местного значения, неблагоустроенных, без покрытия. Следы, оставленные тяжелой техникой, на многие годы уничтожают растительность, что ведет к оврагообразованию, часто осложняемому термокарстом.

По результатам анализа местоположения лесных пожаров в радиусе 5 км от исследуемой дороги, проведенного с использованием космических снимков с начала 2000-х гг., было выявлено, что дорога не повлияла на их возникновение, хотя вокруг самой дер. Вершина Ханды отмечено значительное количество крупных гарей. В основном это пожары 2012–2013 гг., распространявшиеся к югу от деревни, и 2017 г. — на северо-запад.



Рис. 5. Овраги (эрозионные рытвины) в районе исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, неформальные дороги, подобные дороге от дер. Вершина Ханды до пос. Магистрального, оказывают большое влияние на природные ландшафты. Первичные нарушения естественного природного ландшафта при развитии дорожной сети связаны прежде всего с изменением структуры растительного и почвенного покрова, дренажных условий, возникновением участков подтопления, заболачивания, карстовых явлений и развитием линейной эрозии в зависимости от геолого-геоморфологического строения того или иного участка.

Представленные в работе данные говорят о необходимости учета влияния неформальных дорог на природные ландшафты при разработке проектов развития инфраструктуры в районах нового освоения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда национальной науки (The National Science Foundation, USA) в рамках проекта «Неформальные дороги: влияние неофициальных транспортных путей на удаленные арктические сообщества» (174809).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мильков Ф.Н. Антропогенное ландшафтоведение, предмет изучения и современное состояние // Вопросы географии. — 1977. — № 106. — С. 11–27.
2. Смирных А.Г. Изменение ландшафтов при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог в степной и сухостепной зонах Урала // География и природ. ресурсы. — 1986. — № 2. — С. 95–101.
3. Schweitzer P., Povoroznyuk O., Schiesser S. Beyond wilderness: towards an anthropology of infrastructure and the built environment in the Russian North // The Polar Journ. — 2017. — Vol. 7. — P. 58–85.

4. **Ibisch P.L., Hoffmann M.T., Kreft S., Pe'er G., Kati V., Biber-Freudenberger L., DellaSala D.A., Vale M.M., Hobson P.R., Selva N.** A global map of roadless areas and their conservation status // *Science*. — 2016. — Vol. 354. — P. 1423–1427.
5. **Auerbach N.A., Walker M.D., Walker D.A.** Effects of roadside disturbance on substrate and vegetation properties in arctic tundra // *Ecological Applications*. — 1997. — Vol. 7. — P. 218–235.
6. **Rapid Arctic Transitions due to Infrastructure and Climate (RATIC).** A contribution to ICARP III. Alaska Geobotany Center Publication AGC 15-02 / Ed. D. Walker, J. Peirce. — Fairbanks: University of Alaska Fairbanks, 2015. — 52 p.
7. **Khitun O.V.** Self-recovery after technogenic and natural disturbances in the central part of the Yamal Peninsula (Western Siberian Arctic) // *Disturbance and recovery in Arctic lands: An ecological perspective*. — Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997. — P. 531–562.
8. **Kumpula T., Pajunen A., Rvi E., Forbes B., Stammler F.** Land use and land cover change in Arctic Russia: Ecological and social implications of industrial development // *Global Environmental Change*. — 2011. — N 21. — P. 550–562.
9. **Мячина К.В.** Исследование динамики ландшафтной структуры нефтедобывающих территорий степной зоны Предуралья с применением ГИС-технологий на основе спутниковых данных // *Геоинформатика*. — 2016. — № 2. — С. 2–13.
10. **Arima E., Walker R., Perz S., Souza C.** Explaining the fragmentation in the Brazilian Amazonian forest // *Journ. of Land Use Science*. — 2015. — Vol. 11, issue 3. — P. 257–277.
11. **Brandão A.O., Souza C.M.** Mapping unofficial roads with Landsat images: a new tool to improve the monitoring of the Brazilian Amazon rainforest // *International Journ. of Remote Sensing*. — 2006. — Vol. 27. — P. 177–189.
12. **Hughes A.C.** Global roadless areas: Hidden roads // *Science*. — 2017. — Vol. 355. — 1381 p.
13. **Моляренко О.А.** Бесхозные автомобильные дороги в России // *ЭКО*. — 2017. — № 4. — С. 88–109.
14. **Васильева В.В.** Инфраструктура вне государства: «дикие» зимники и вывоз промышленной продукции на Таймыре // *Этнографическое обозрение*. — 2019. — № 4. — С. 61–75 [Электронный ресурс]. — <http://ras.jes.su/ethnorev/s086954150006192-1-1> (дата обращения 23.11.2019).
15. **Trombold Ch.** *Ancient Road Networks and Settlement Hierarchies in the New World*. — Cambridge: Cambridge University Press, 1991. — P. 124–125.
16. **Kuklina V., Petrov A., Krasnoshtanova N., Bogdanov V.** Mobilizing benefit sharing through transportation infrastructure: Informal roads, extractive industries and benefit sharing in the Irkutsk oil and gas region, Russia // *Resources*. — 2020. — № 9 (3) [Электронный ресурс]. — <https://doi.org/10.3390/resources9030021> (дата обращения 23.11.2019).
17. **Ишмуратов Б.М.** Географические основы управления процессом освоения новых районов // *География и природ. ресурсы*. — 1988. — № 4. — С. 5–17.
18. **Рагулина М.В.** Вершино-Хандинская эвенкийская община // *Оценка современного состояния окружающей природной среды территории Ковыктинского газоконденсатного месторождения*. — М.; Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2004. — С. 47–57.
19. **Хандинская** соседи-территориальная эвенкийская община [Электронный ресурс]. — <https://kultura.irk.muzkult.ru/Handa> (дата обращения 23.11.19).
20. **Михеев В.С., Ряшин В.А.** *Ландшафты юга Восточной Сибири: Карта. М-б 1:1 500 000*. — М.: ГУГК, 1977. — 4 л.
21. **Экологическое ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ковыктинское газоконденсатное месторождение** / Отв. ред. Е.Г. Суворов, С.А. Макаров. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2004. — 159 с.
22. **Чеснокова И.В., Локшин Г.П.** Техногенные физические поля — свойства антропогенно-геоморфологических систем. — М.: Медиа-Пресс, 2016. — 192 с.
23. **Кузьмин С.Б., Лопаткин Д.А.** Принципы районирования Байкальского региона по опасным геоморфологическим процессам в целях их картографирования // *Геодезия и картография*. — 2018. — Т. 79, № 2. — С. 22–35.

Поступила в редакцию 03.12.2019

После доработки 14.07.2020

Принята к публикации 25.12.2020