

© Д.В. МОСКОВЧЕНКО

land@ipdn.ru

УДК 581.524.441; 571.12

**ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ БОВАНЕНКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(ПОЛУОСТРОВ ЯМАЛ)***

АННОТАЦИЯ. В статье по данным наземных полевых исследований и материалов дистанционного зондирования проанализированы структурно-динамические изменения растительного покрова на Бованенковском месторождении (полуостров Ямал) за 20-летний период наблюдений, начиная с конца 80-х гг. XX в. Анализ материалов аэро-, фото- и космосъемки в разные периоды освоения месторождения позволил выявить тенденции сукцессий, вызванных техногенными факторами. На участках техногенеза формируются несколько эколого-антропогенных рядов развития растительности, свойства которых зависят от форм воздействия, особенностей биотопа и коренных фитоценозов. Наиболее активное восстановление свойственно травяно-моховым и кустарничково-моховым заболоченным тундрам, травяно-гипновым сообществам ложбин стока. Часто наблюдается процесс зарастания спущенных озер (хасыреев) с формированием гигрофитных травяно-осоково-гипновых сообществ. Происходит увеличение площади кустарниковых сообществ, свойственных южным субарктическим тундрам, что соответствует представлениям о влиянии потепления на экосистемы Арктики.

SUMMARY. According to the field studies and remote sensing data, structural and dynamic changes of the plant cover on the Bovanenkovo gas field on the Yamal Peninsula for a 20-year period of observations have been analyzed in the article. Analysis of materials of aerial, photographic and satellite surveying in different periods of the development of the field (from the end of the 1980s) have identified tendencies of successions caused by man-made factors. On sites of anthropogenic impact, vegetation forms several ecological and anthropogenic dynamic stages, the properties of which depend on the types of impact, features of the biotope, and indigenous plant communities. The most active recovery is observed in moss and grass-shrub-moss boggy tundra areas and grass-hypnum communities in gullies. Revegetation of drained lakes ("khasyreys") along with formation of gigrophytic grass-sedge-hypnum communities is commonly observed. Active growth of shrub communities typical for southern subarctic tundra areas is revealed, which corresponds to the ideas about the impact of warming on arctic ecosystems.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Полуостров Ямал, Бованенковское месторождение, тундры, растительность, сукцессии.

KEY WORDS. Yamal Peninsula, Bovanenko gas field, tundra vegetation, succession.

* Работа написана в рамках междисциплинарного интеграционного проекта фундаментальных исследований РАН №144 «Криогенные ресурсы Арктики и Субарктики: состояние и структура криолитозоны, физико-химическое моделирование и биологический потенциал криогенных систем».

Прогноз экологических последствий промышленного освоения полуострова Ямал невозможен без изучения структурно-динамических особенностей растительного покрова. Растительность — важнейший компонент полярных геосистем, поддерживающий термический режим многолетнемерзлых пород и обеспечивающий их стабильность. Поэтому сохранность фитобиоты — залог сохранности геосистем и устойчивости инженерных сооружений.

По данным О.В. Ребристой, флора Ямала насчитывает 406 видов высших сосудистых растений и отличается таксономической бедностью [1]. Однако малая видовая насыщенность компенсируется многообразием биотопов, изменяющихся под действием экзогенных геоморфологических процессов. Динамический характер растительности и постоянное воздействие стрессового фактора обусловили существование значительного количества синтаксономических единиц [2]. Растительный покров Ямала эволюционно молод и в силу этого нестабилен, поэтому антропогенное воздействие в различных формах может привести к изменению его структурно-динамических свойств. Несмотря на малое видовое богатство флоры Ямала, ряд видов относится к редким, нуждающимся в охране, а многие фитоценозы имеют низкую устойчивость к техногенному воздействию. Потому освоение месторождений полуострова Ямал со всей остротой ставит вопрос об охране как отдельных популяций, так и растительности в целом.

Задачи сохранения и восстановления биоразнообразия должны учитывать зональную специфику антропогенных сукцессий [3]. Многократно описаны сукцессионные смены растительности на участках нарушений в тундровой зоне [4-9]. Однако наблюдения, охватывающие длительные, многолетние периоды, довольно редки вследствие сложности их проведения. Остается неясным, какие параметры экотопов тундр центрального Ямала вносят наибольший вклад в развитие экзогенных сукцессий, в какой последовательности сменяются сообщества в ходе таких сукцессий, и какие виды растений и параметры сообществ могут служить индикаторами этих процессов [10].

Изучение растительного покрова полуострова Ямал активно проводилось в 1987-1990 гг. сотрудниками Института проблем освоения Севера СО АН СССР. В этот период проведена комплексная оценка структуры растительности Бованенковского и Харасавэйского месторождений, изучены динамические смены на нарушенных участках, разработаны принципы оценки устойчивости тундровых геосистем и выполнено крупномасштабное фитоэкологическое картографирование [8], [11], [12]. Во время полевых работ было сделано большое количество маршрутных наблюдений с описанием растительности и дешифрированием аэрофотоснимков, заложен ряд экологических профилей, охватывающих водораздельно-долинный и водораздельно-озерный типы ландшафтных сопряжений. Помимо этого антропогенная динамика изучалась на 15 пробных площадках, заложенных в 1987-1989 гг. и охватывающих широкий спектр ландшафтно-экологических условий.

За истекший период произошли значительные изменения — разрослась инфраструктура месторождений, иными стали нормативно-правовые акты, регулирующие природопользование, изменились характер и интенсивность техногенного воздействия на растительный покров. Повсеместно обсуждается вопрос о последствиях глобального потепления, которые весьма отчетливо проявляют-

ся в Арктике и Субарктике. Поэтому назрела необходимость сопоставления данных, полученных в 80-е годы XX столетия с современным состоянием растительного покрова. Оценка изменений, произошедших за 20 летний период, дает возможность выявить длительные тренды изменения растительности и геосистем в целом под влиянием экзо- и эндогенных факторов.

В настоящей работе представлены результаты ретроспективного анализа изменений структуры растительного покрова Бованенковского месторождения, начиная с 80-х гг. XX столетия до настоящего времени. Помимо традиционных геоботанических методов исследований, состоящих в описании растительного покрова на ключевых участках, в работе были использованы картографические и геоинформационные методы. Одним из важнейших приемов для изучения динамики растительности является анализ данных дистанционного зондирования (ДДЗ) — аэрофото- и космоснимков. Многоплановое применение материалов космической съемки наиболее эффективно в системе мониторинга природной среды [13]. Использование ДДЗ при анализе геоэкологических условий на севере Западной Сибири в настоящее время нашло широкое распространение. На основе данных дистанционного зондирования выполнена оценка геоэкологических рисков месторождений Ямала [14-16], проведена количественная оценка трансформации ландшафтов тундр Тазовского полуострова в сфере воздействия газодобычи [17]. В нашей работе для анализа изменений структуры растительного покрова использовались архивные крупномасштабные (1:15000) аэрофотоснимки 1988 и 1990 годов и современные космоснимки, находящиеся в открытом доступе в сети Интернет: Quick Bird (пространственное разрешение 2,5 м, Google Earth) и WorldView-2. С применением снимков составлены крупномасштабные карты растительного покрова, оценена площадь, занятая участками техногенных нарушений и протяженность линейных нарушений (следов внедорожного проезда техники), затем проведено сопоставление состояния растительности на двух стадиях освоения месторождения.

Участок, на котором были проведены исследования, располагается в южной части Бованенковского месторождения, в северной полосе подзоны типичных субарктических тундр [18]. Всего в ходе геоботанических исследований и крупномасштабного картографирования растительности на описываемом участке было выделено 32 единицы ранга группы растительных ассоциаций, полное описание которых отражено в предшествующих работах [8], [19]. По характеру почвенно-растительного покрова территория Бованенковского месторождения значительно отличается от районов центрального и восточного Ямала в пределах той же подзональной полосы [8]. Бугорковатые кустарничково-моховые и кустарничково-мохово-лишайниковые тундры, отражающие зональные свойства растительности, на Бованенковском месторождении занимают небольшие по площади участки возвышений водораздельных увалов. Как на начальном этапе освоения, так и в настоящее время, на пологоволнистых водоразделах, сложенных суглинистыми породами, преобладают низко- и редкокустарниковые моховые тундры с доминированием в кустарниковом ярусе ивы (*Salix glauca*, *S. lanata*) и меньшим участием ерника. Доминантами травяно-кустарничкового яруса являются осока (*Carex arctisibirica*) злаки (*Arctagrostis latifolia*, *Poa alpigena*). Менее обильны виды разнотравья (*Saxifraga punctata*, *Pedicularis sudetica*, *Ranunculus borealis*, *Valeriana capitata*). Мохово-лишайниковый ярус

сомкнутый, с преобладанием *Cladonia deformis*, *Cl.coccifera*, *Cladina mitis*, *Cl. rangiferina*, *Cetraria cuculata*, *Alectoria nigricans*. Склоны водоразделов к пойме, а также широкие дренируемые ложбины заняты высококустарниковыми (ивняковыми) травяно-моховыми сообществами с преобладанием в напочвенном покрове *Equisetum arvense*, *Veratrum lobelianum*, *Dicranum elongatum*, *Hulacomium splendens*. Заболоченные тундры, вследствие относительно хорошей дренированности водоразделов, на описываемом участке распространены незначительно. Наиболее часто встречаются низкокустарниковые (с доминированием ерника) пушицево-злаково-осоково-зеленомошные с участием сфагнома мелкобугорковатые тундры, иногда образующие сочетания с пушицево-сфагновыми ассоциациями.

На склонах надпойменных речных террас доминируют ивняково-разнотравно-хвощево-моховые сообщества, переходящие в понижениях в различные гигрофитные, а иногда обводненные сообщества (злаково-осоково-пушицевые, сабельниково-пушицево-сфагновые). Растительный покров пойм представлен сериями разнотравно-осоковых, ивняковых и осоково-сфагновых сообществ. Хорошо дренированные участки низкого экологического уровня покрыты разнотравно-осоковыми (*Carex stans*, *C. aquatilis*, *Ranunculus acer*, *Pedicularis verticillata*, *Chrysosplenium alternifolium*) или разнотравно-злаковыми (*Arctagrostis latifolia*, *Poa alpigena*, *Alopecurus borealis*, *Saxifraga punctata*) сообществами. На более высоком уровне они сменяются ивняковыми (*Salix lanata*, *S.phylicifolia*, *S.glausa*) разнотравными лугами, в которых хорошо развит напочвенный покров из зеленых мхов (*Aulacomnium turgidum*, *Hulacomium splendens* var.*alaskanum*, *Tomenthypnum nitens*, *Dicranum congestum*).

Техногенное воздействие на природные комплексы Бованенковского месторождения за рассматриваемый период времени было вызвано, прежде всего, созданием газодобывающей и транспортной инфраструктуры. На месторождении пробурены кусты эксплуатационных скважин, построены промысловые базы и вахтовые поселки, проведены инженерные коммуникации. Как показали результаты дешифрирования космоснимков, за прошедший период времени под влиянием техногенеза произошло изменение структуры растительных сообществ под влиянием экзо- и эндогенных факторов.

Экзогенная динамика связана со строительством инженерных сооружений, транспортным воздействием, криогенными процессами и нарушением стока. Строительство инженерных сооружений привело к увеличению площади техногенно-трансформированных биотопов. В особенности активно велись строительные работы в южной части месторождения, в долине р. Сеяха. Если в конце 80-х гг. основные нарушения были приурочены к плоским и слабонаклонным поверхностям водораздельных увалов с кустарниковыми и травяно-моховыми тундрами, то в настоящее время возросла площадь нарушений в речной пойме с кустарниково-лугово-болотными растительными комплексами и на участках надпойменных террас с травяно-кустарничково-зеленомошными тундрами. Вследствие нарушений местами активизируется термокарст, термоэрозия, солифлюкция, процессы пучения грунтов, однако наиболее часто изменение биотопов связано с нарастанием гидроморфности в связи с нарушением грунтового стока (рис. 1). На участках подтопления развиваются открытые группировки растительности, состав которых во многом определяется исходным

ценозом и окружением. Наиболее часто на обводненных участках формируются сообщества из гидрофитных осок, сфагновых и гипновых мхов, пушицы.

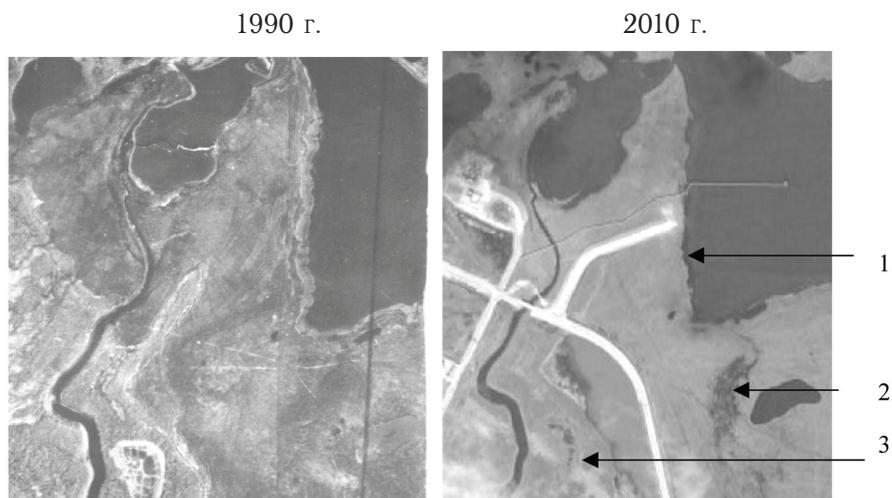


Рис.1. Изменение биотопов на участках техногенеза (южная часть Бованенковского месторождения): увеличение площади озера вследствие термоабразии (1), формирование участков подтопления в результате термопросадок и нарушения стока (2), зарастание хасырея (3)

В условиях значительного сокращения, по сравнению с 80-ми годами XX столетия, внедорожного движения транспорта, стало возможным активное самовосстановление растительности на местах проездов. В зависимости от степени нарушения наблюдаются два серийных ряда восстановительных смен. При слабом нарушении антропогенная динамика развивается в направлении восстановления исходных фитоценозов. Сильное нарушение, при котором происходит нарушение торфяного горизонта, а площадь сохранившихся исходных ценозов не превышает 20%, ведет к формированию злаковых сообществ. Общая протяженность линейных нарушений, обусловленных внедорожным проездом транспорта, за рассматриваемый период сократилась вследствие восстановления растительности при прекращении нагрузки (рис. 2).

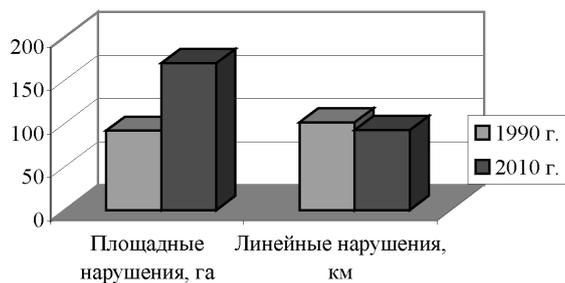


Рис. 2. Изменение площади техногенно-трансформированных биотопов на ключевом участке Бованенковского месторождения

Участки с восстановившимся растительным покровом слабо подвержены экзогенным процессам, что определяет стабилизацию термического режима грунтов. Степень нарушенности, выраженная через отношение протяженности линейных нарушений к площади фитоценозов (рис. 3) сократилась за 20-летний период наблюдений в травяно-моховых заболоченных тундрах водоразделов (IV), кустарничково-моховых тундрах надпойменных террас (VIII), а также в ложбинах с травяно-гипновыми сообществами (VI). Это подтверждает сделанные ранее выводы о более эффективном восстановлении растительности в гидроморфных и полугидроморфных биотопах. Антропогенная динамика этих биоценозов на первой стадии идет в направлении формирования пушицевых, злаково-пушицевых и осоково-пушицевых сообществ с участием разнотравья.

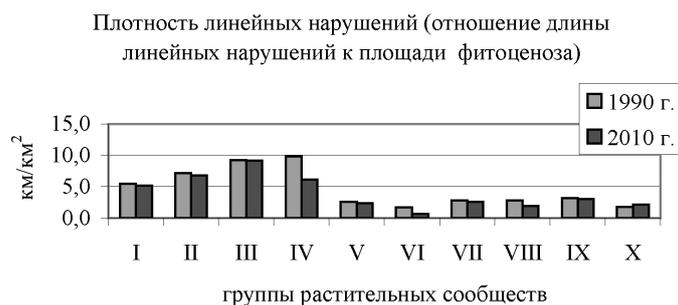


Рис. 3. Уровень нарушенности территории при транспортном воздействии (Бованенковское месторождение)

- I) кустарничково-лишайниково-моховые бугорковатые тундры водораздельных увалов; II) ерниковые и ивняковые травяно-кустарничково-моховые (зеленомошные) тундры слабонаклонных водораздельных увалов; III) высококустарничковые (ивняковые) травяно-моховые сообщества склонов и широких дренируемых ложбин; IV) травяно-моховые заболоченные тундры плоских слабодренированных водораздельных увалов; V) сообщества травяно-лишайниковые моховые плоскобугристых болот; VI) травяно-гипновые и травяно-кустарничково-моховые сообщества оврагов и балок; VII) травяно-кустарничково-моховые с ивой и ерником бугорковатые тундры надпойменных террас; VIII) травяно-моховые заболоченные тундры и травяно-гипновые болота надпойменных террас; IX) травяно-кустарничково-моховые валиково-полигональные болота надпойменных террас; X) кустарничково-лугово-болотные серии сообществ в поймах рек

На участках солифлюкционных сплывов, которые происходят в теплые годы в результате изменения термического режима грунтовой толщи, наблюдается несколько стадий. Первая (гигрофитная) характеризуется заселением нарушенного субстрата арктофилой, пушицей (*Eriophorum polystachyon*), в локальных переувлажненных депрессиях поселяется осока (*Carex stans*). Постепенно грунты теряют влагу, и на участке сплыва поселяются хвощи (*Equisetum arvense*), и разнотравье (*Tripleurospermum hookeri*, *Stellaria crassifolia*, *Cerastium jensejense*), постепенно вытесняемые злаками (мятликом, щучкой дернистой). Злаковая стадия сохраняется продолжительное время, однако в ряде случаев отмечено формирование кустарничковых ивняков, в особенности если ивняки широко распространены в окружении.

Весьма часто на территории Бованенковского месторождения наблюдается процесс зарастания спущенных озер с формированием гигрофитных травяно-

осоково-гипновых сообществ, доминантами которых являются различные виды пушиц и осок, гигрофитное разнотравье. Отмечено 9 зарастающих хасыреев, общая площадь которых составляет 1,5% ключевого участка.

Отмечается увеличение площади ивняковых сообществ с доминированием *Salix glauca* как на водоразделах, так и в поймах. Увеличение площади ивняков связано не только с солифлюкционными склоновыми процессами, в результате чего кустарниковые сообщества получают дополнительное минеральное питание [20], но и при относительно стабильном режиме биотопа, без проявления прямого антропогенного влияния. Пример формирования кустарниковых ивняков в пойме р. Сеяха представлен на рис. 4. Увеличение площади, занятой ивняковыми сообществами, более типичными для южной полосы субарктических тундр, укладывается в представление о постепенном сдвиге широтно-зональных полос растительного покрова в результате потепления. Разрастание ивняковых сообществ является одним из главных автохтонных процессов динамики растительности Бованенковского месторождения.

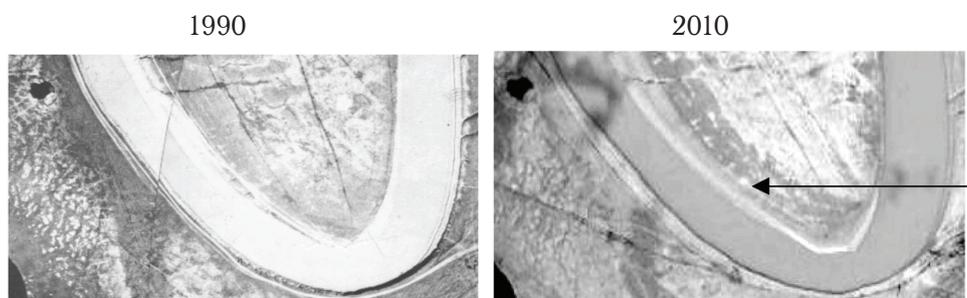


Рис. 4. Увеличение площади кустарниковых сообществ (обозначены стрелкой) в пойме р. Сеяха, Бованенковское месторождение

Таким образом, за период, прошедший с конца 80-х гг. на Бованенковском месторождении увеличилась площадь техногенно-трансформированных биотопов, отмечено развитие экзогенных процессов — термокаста, термоэрозии, подтопления вследствие строительства транспортной инфраструктуры, местами наблюдается нарушение грунтового стока с формированием обводненных участков с гидрофитными осоково-гипновыми сообществами. Наибольшей трансформации подвергались кустарничково-лугово-болотные фитоценозы в пойме р. Сеяха и травяно-кустарничково-зеленомошные тундры надпойменных террас. Вместе с тем активно происходит процесс восстановления растительности на участках, нарушенных в 80-х гг. при внедорожном движении транспорта. На участках техногенеза формируются несколько эколого-антропогенных рядов развития растительности, свойства которых зависят от форм воздействия, особенностей биотопа и коренных фитоценозов. Наилучшее восстановление зафиксировано в увлажненных биотопах: травяно-моховых заболоченных тундрах водоразделов, кустарничково-моховых тундрах надпойменных террас и в ложбинах стока с травяно-гипновыми сообществами. Однако на участках дренированных водоразделов восстановление не вышло за стадию травяно-злаковых сообществ. В результате экзо- и эндогенной динамики увеличилась площадь, занимаемая высококустарниковыми ивняками, типичными для более южной подзоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полуостров Ямал: Растительный покров / М.А. Магомедова, Л.М. Морозова, С.Н. Эктова и др. Тюмень: Сити-Пресс, 2006. 360 с.
2. Эктова С.Н., Ермохина К.А. Растительность песчаных обнажений северных субарктических тундр Центрального Ямала // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14. №1 (5). С. 1412-1415.
3. Тишков А.А. Сукцессии растительности зональных экосистем: сравнительно-географический анализ, значение для сохранения и восстановления биоразнообразия // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14. № 1(5). С. 1387-1390.
4. Москаленко Н.Г., Шур Ю.Л. Типичные нарушения природных комплексов севера Западной Сибири под влиянием линейного строительства и возможности их рекультивации // Охрана окружающей среды в связи с хозяйственным освоением области распространения многолетнемерзлых пород. Якутск, 1975. С. 96-108.
5. Москаленко Н. Г. Антропогенная динамика растительного покрова севера Западной Сибири: Автореф. дисс. ... д-ра геогр. наук. М., 1991. 44 с.
6. Сумина О.И. Техногенное воздействие на тундровые экосистемы и рекультивация нарушенных территорий. СПб., 1992. 42 с.
7. Сумина О.И. Формирование растительности на техногенных местообитаниях Крайнего Севера России. Автореф. дисс. ... д-ра. биол.наук. СПб., 2011. 46 с.
8. Мельцер Л.И. Фитоценологические аспекты устойчивости ландшафтов Ямала. Западная Сибирь — проблемы развития. Тюмень: Институт проблем освоения севера Сибирского отделения РАН, 1994. С. 128-141.
9. Телятников М.Ю. Растительность типичных тундр полуострова Ямал. Новосибирск: Наука, 2003. 123 с.
10. Ермохина К.А. Фитоиндикация экзогенных процессов в тундрах Центрального Ямала. Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. М., 2009. 24 с.
11. Мельцер Л.И. Особенности охраны природы на севере Ямала // Экология нефтегазового комплекса. Тезисы докладов I Всесоветской конференции, г. Надым, 3-5 октября 1988 г. С. 36-37.
12. Мельцер Л.И., Московченко Д.В. Экологическое картирование и карты устойчивости геосистем // Освоение Севера и проблемы рекультивации. Тезисы докладов III Международной конф., Санкт-Петербург, 28-31 мая 1996 г. Сыктывкар, 1996. С. 115-116.
13. Дьяконов К.Н., Касимов Н.С., Тикунев В.С. Современные методы географических исследований. М.: Просвещение, 1996. 207 с.
14. Кириллов А.В., Козин В.В., Кузьменко А.Н., Марьянских Д.М., Пинигин Е.Ю. Ландшафтно-экологический анализ территории юга Гыданского полуострова с использованием космической съемки // Александр фон Гумбольдт и проблемы устойчивого развития Урало-Сибирского региона. Материалы российско-германской конференции. Тюмень-Тобольск, 20-22 сентября 2004 г. Тюмень, 2004. С. 215-219.
15. Кириллов А.В., Кузьменко А.Н., Алешин Г.А. Применение данных дистанционного зондирования для экологической оценки территории пилотного участка Уренгойского месторождения // Дистанционные исследования и картографирование структуры и динамики геосистем. М-лы Всероссийской науч.-метод. конф. Иркутск, 2002. С. 147-148.
16. Кузьменко А.Н. Совершенствование методических приемов ландшафтно-экологического анализа для территориальной оценки проблем природопользования в нефтегазоносных районах севера Западной Сибири // Александр фон Гумбольдт и проблемы устойчивого развития Урало-Сибирского региона. Материалы российско-германской конференции. Тюмень-Тобольск, 20-22 сентября 2004 г. Тюмень, 2004. С. 219-222.
17. Корниенко С.Г. Оценка трансформаций природных ландшафтов Тазовского полуострова по данным космической съемки // География и природные ресурсы. 2001. № 1. С. 67-73.

18. Растительный покров Западно-Сибирской равнины / Под ред. В.В. Воробьева и А.В. Белова. Новосибирск: Наука, 1985. 251 с.
19. Природная среда Ямала / В.Р. Цибульский, Э.И. Валеева, С.П. Арефьев и др. Т. II. Тюмень, 1995. 104 с.
20. Украинцева Н.Г. Ивняковые тундры Ямала как индикатор засоленности поверхностных отложений // Итоги фундаментальных исследований криосферы Земли в Арктике и Субарктике. Новосибирск, 1997. С. 182-187.

REFERENCES

1. *Poluostrov Jamal: Rastitel'nyj pokrov* [The Yamal Peninsula: Vegetative cover] / M.A. Magomedova, L.M. Morozova, S.N. Jektova et al. Tyumen, 2006. 360 p. (in Russian).
2. Jektova, S.N., Ermohina, K.A. Vegetation of sand outcrops of northern subarctic tundra zones of the central Yamal. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN — Bulletin of Samara Scientific Centre of Russian Academy of Sciences*. 2012. Vol. 14. № 1 (5). Pp. 1412-1415. (in Russian).
3. Tishkov, A.A. Succession of plants of zonal ecosystems: comparative-geographical analysis, its significance for conservation and recovery of biodiversity. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN — Bulletin of Samara Scientific Centre of Russian Academy of Sciences*, 2012. Vol. 14. No. 1 (5). Pp. 1387-1390. (in Russian).
4. Moskalenko, N.G., Shur, Ju.L. Typical ecological destructions of the northern areas of West Siberia under the influence of linear construction and the possibilities of their recultivation // *Ohrana okruzhajushhej sredy v svjazi s hozjajstvennym osvoeniem oblasti rasprostraneniya mnogoletnemerzlyh porod* [Environmental protection on grounds of the area of permafrost economic development]. Jakutsk, 1975. Pp. 96-108. (in Russian).
5. Moskalenko, N.G. *Antropogennaja dinamika rastitel'nogo pokrova severa Zapadnoj Sibiri* (Avtoref. diss. dokt.) [Anthropogenic dynamics of the vegetative cover of the north of West Siberia (Doct. Diss. thesis). Moscow, 1991. 44 p. (in Russian).
6. Sumina, O.I. *Tehnogennoe vozdejstvie na tundrovye jekosistemy i rekul'tivacija narushennyh territorij* [Man-induced impact on tundra ecosystems and recultivation of destructed territories]. St-Petersburg, 1992. 42 p. (in Russian).
7. Sumina, O.I. *Formirovanie rastitel'nosti na tehnogennyh mestoobitanijah Krajnego Severa Rossii* (Avtoref. diss. dokt.) [Vegetation formation on technogenic habitats of Russia's High North (Doct. Diss. thesis)]. St-Petersburg, 2011. 46 p. (in Russian).
8. Mel'cer, L.I. *Fitocenoticheskie aspekty ustojchivosti landshaftov Jamala. Zapadnaja Sibir' — problemy razvitiya* [Phytocenotic aspects of the Yamal landscape stability. West Siberia — problems of development]. Tyumen, 1994. Pp. 128-141. (in Russian).
9. Teljatnikov, M.Ju. *Rastitel'nost' tipichnyh tundr poluostrova Jamal* [Vegetation of typical tundra of the Yamal Peninsula]. Novosibirsk: Nauka, 2003. 123 p. (in Russian).
10. Ermohina, K.A. *Fitoindikacija jekzogennyh processov v tundrah Central'nogo Jamala* (Avtoref. diss. kand.) [Phytoindication of exogenetic processes in the tundra areas of the central Yamal (Cand. Diss. thesis)]. Moscow, 2009. 24 p. (in Russian).
11. Mel'cer, L.I. Peculiarities of conservation of nature in the north of the Yamal [Osobennosti ohrany prirody na severe Jamala]. *Jekologija neftegazovogo kompleksa. Tezisy dokladov I Vsesovetskoj konferencii, g. Nadym, 3-5 oktjabrja 1988 g* [Ecology of Oil and Gas Complex. Nadym, October 3-5, 1988]. Pp. 36-38. (in Russian).
12. Mel'cer, L.I., Moskovchenko, D.V. Ecological mapping and geosystems stability maps [Jekologicheskoe kartirovanie i karty ustojchivosti geosistem]. *Osvoenie Severa i problemy rekul'tivacii. Tezisy dokladov III Mezhdunarodnoj konf., Sankt-Peterburg, 28-31 maja 1996 g*. [Expansion of the North and recultivation issues. Saint-Petersburg, May 28-31, 1996], Syktyvkar, 1996. Pp. 115-116. (in Russian).
13. D'jakonov, K.N., Kasimov, N.S., Tikunov, B.C. *Sovremennye metody geograficheskikh issledovanij* [Modern methods of geographical studies]. Moscow, 1996. 207 p. (in Russian).

14. Kirillov, A.V., Kozin, V.V., Kuz'menko, A.N., Mar'inskih, D.M., Pinigin, E.Ju. Landscape-ecological analysis of the south of the Gydan Peninsula using space imagery [Landshaftno-jekologicheskij analiz territorii juga Gydanskogo poluostrova s ispol'zovaniem kosmicheskoy s'emki]. *Aleksandr fon Gumbol'dt i problemy ustojchivogo razvitija Uralo-Sibirskogo regiona. M-ly rossijsko-germanskoj konf. Tjumen'-Tobol'sk, 20-22 sentjabrja 2004 g.* [Alexander von Humboldt and the challenges of sustainable development of the Ural-Siberian region. Proceedings of the Russian-German conference. Tyumen-Tobolsk, September 20-22, 2004]. Tyumen, 2004. Pp. 215-219. (in Russian).
15. Kirillov, A.V., Kuz'menko, A.N., Aleshin, G.A. Application of remote sensing data for ecological evaluation of the territory of the leading site of the Urengoykoye oil field [Primenenie dannyh distancionnogo zondirovanija dlja jekologicheskoy ocenki territorii pilotnogo uchastka Urengojkoye mestorozhdenija]. *Distancionnye issledovanija i kartografirovanie struktury i dinamiki geosistem. M-ly Vserossijskoj nauch.-metod. konf.* (Remote studies and mapping the structure and dynamics of geosystems. Proc. of All-Russia Scientific Methodological Conf. Irkutsk, 2002. Pp. 147-148. (in Russian).
16. Kuz'menko, A.N. Development of landscape-ecological analysis methodology for territorial evaluation of problems of exploitation of natural resources in oil and gas bearing areas of the north of West Siberia [Sovershenstvovanie metodicheskikh priemov landshaftno-jekologicheskogo analiza dlja territorial'noj ocenki problem prirodopol'zovanija v neftegazonosnyh rajonah severa Zapadnoj Sibiri]. *Aleksandr fon Gumbol'dt i problemy ustojchivogo razvitija Uralo-Sibirskogo regiona. M-ly rossijsko-germanskoj konf. Tjumen'-Tobol'sk, 20-22 sentjabrja 2004 g.* [Alexander von Humboldt and the challenges of sustainable development of the Ural-Siberian region. Proceedings of the Russian-German conference. Tyumen-Tobolsk, September 20-22, 2004], Tyumen, 2004. Pp. 219-222. (in Russian).
17. Kornienko, S.G. Evaluation of transformations of natural landscapes of the Taz Peninsula according to the space imagery data. *Geografija i prirodnye resursy — Geography and natural resources*. 2001. № 1. Pp. 67-73. (in Russian).
18. *Rastitel'nyj pokrov Zapadno-Sibirskoj ravniny* [Vegetative cover of the West-Siberian plain] / Ed. by V.V. Vorob'ev, A.V. Belov. Novosibirsk: Nauka, 1985. 251 p. (in Russian).
19. *Prirodnaja sreda Jamala T. 2* [Natural environment of the Yamal. Vol. II.] / Ed. by V.R. Cibul'skij, Je.I. Valeeva, S.P. Aref'ev et al. Tyumen, 1995. 104 p. (in Russian).
20. Ukraineva, N.G. Willow-shrub tundra of the Yamal as an indicator of crust salinity // *Itogi fundamental'nyh issledovanij kriosfery Zemli v Arktike i Subarktike* [Results of Fundamental Research of the Earth Cryosphere in the Arctic and Subarctic]. Novosibirsk: Nauka, 1997. Pp. 182-187. (in Russian).