УДК 581.524.41: 581.55

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОТОНОВ И СООБЩЕСТВ, ОТРАЖАЮЩИХ ПАРАГЕНЕЗ В СТРУКТУРЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Сизых А.П.

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск,
e-mail: alexander.sizykh@gmail.com

Изучение растительных сообществ переходных природных условий Байкальского региона способствовало выявлению современных тенденций развития растительности разных районов Прибайкалья. Такие сообщества могут выступать региональной моделью индикации существующих процессов и прошедших изменений структуры растительности различных экологических условий.

Ключевые слова: экотоны, парагенез, Байкальский регион.

THE PRESENT TENDENCY DEVELOPMENT OF THE ECOTONES AND THE COMMUNITIES REFLECTION THE PARAGENESE IN THE VEGETATION STRUCTURE OF THE BAIKAL

Sizykh A.P.

Siberian institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk,
e-mail: alexander.sizykh@gmail.com

The study of the vegetation communities of the environments trasition environment zones of the Baikal region were showing the present tendency forming of the vegetation for different areas of the Pre'Baikal. These communities can be the regional models for indication of the present processes and the past changes in the structure of the vegetation in different ecological conditions.

Keywords: ecotones, paragenese, Baikal region.

Для гор Сибири и Южного Урала были характерны сдвиги границ между лесом и горной тундрой, между лесом и степью. Леса были вытеснены степями в суббореальный (ксеротермический) период (в интервале 2-3 тыс. л.н.) до начала субатлантического периода. На Южном Урале степи были покрыты лиственничными лесами в субатлантический, более влажный, период. На это указывает присутствие редкостойных лиственничников в «степных полянах» на склонах Ильменского хребта юго-восточных экспозиций. В течение последних ста лет наметились существенные сдвиги высотных и зональных границ вследствие изменчивости климата. Некоторые сдвиги верхней границы леса, в частности, отмечены для Саянской горной страны за последние годы в сторону продвижения леса, в основном *Pinus sibirica, Abies sibirica,* в горную тундру. Прогнозов развития растительности переходных природных условий существует достаточно много, от изменения границ зональной растительности [9] до выхода леса на водоразделы в экотонах «лес-горная тундра», а также лес будет заменяться степными растительными группировками на контакте зональных лесов и степей. В последнее время публикуются результаты исследований возможных изменений пространственной структуры растительности со сдвигом зональных и подзональных границ растительности для различных регионов при разных сценариях изменений климатической обстановки. Утверждается, что сдвиги границ подзон растительности, связанно с термическими условиями вегетационных периодов в разных регионах европейской части России и Западной Сибири.

На фоне динамики климата, а в Байкальском регионе отмечены тенденции на существенные его изменения на протяжении последних десятилетий [1], следует отметить основные его параметры – неоднородность пространственной и временной динамики осадков (повышение или понижение по разным районам Прибайкалья), с устойчивым ростом среднегодовых температур со скоростью 0,2-0,5 °С за период в 10 лет. Это на порядок выше, чем отмечено для всего Северного полушария. Одновременно отмечается уменьшение континентальности климата региона за счет уменьшения годовых амплитуд температур. Индикатором изменения климата в регионе на протяжении голоцена (в течение последних 11 500 лет) послужил состав остатков диатомовых водорослей в донных отложениях замкнутого водоема в Забайкалье, на примере оз. Ко-

токель [3]. Здесь показано, что увеличение концентрации диатомей за счет усиления поступления объемов талых вод в озеро, индицирует повышение среднегодовых температур в разные периоды голоцена в регионе [3]. Для Байкальского региона в целом также отмечаются процессы роста толщины снежного покрова и максимальных снегозапасов за последние 40 лет для лесостепных территорий Прибайкалья [4] и за последние 50 лет в таежной зоне [5]. Указывается, что запасы и толщина снега неравномерны для конкретных территорий региона вследствие физико-географических и биогеографических условий с тенденцией на относительное уменьшение времени залегания снега, особенно для лесостепных территорий Прибайкалья. Снижение времени залегания снежного покрова свидетельствует, по мнению автора [4], о повышении зимних температур в регионе. Такие тенденции коррелируют с данными исследований динамики климата для всей Северной Евразии [10].

Материалы, методы и районы исследований

В основу работы легли материалы многолетней полевой геоботанической съемки на ключевые участки – в Приольхонье (центральная часть западного побережья оз. Байкал, Тункинской и Баргузинской котловинах, на северо-западное побережье оз. Байкал, разных частях хр. Хамар-Дабан и Байкальского хребта, в центральной части восточного побережья оз. Байкал и на его северном побережье. Здесь следует отметить, что в целях соответствия объему статьи, в данной работе приводятся только основные результаты наших исследований со ссылками на уже опубликованные ранее работы, где и помещен фактический материал (описания структуры растительных сообществ и др.).

На рисунке (Рис. 1) показаны конкретные районы многолетних (1987-2013 гг.) исследований структурно-динамической организации растительности.

Основными методами наших исследований стали – геоботаническая съемка в комплексе с полевым дешифрированием крупномасштабных космических снимков разных лет (1974-2002 гг.) с составлением картосхем (в масштабе 1: 100 000) пространственно-временной изменчивости растительных сообществ контакта сред на ключевые участки.

Результаты исследований и их обсуждение

Свременные тенденции развития растительных сообществ как экотонов Байкальского региона. Направленность изменений структуры растительности на фоне динамики климата возможно определить, исследуя пространственно-временную изменчивость структуры растительных сообществ экотонов, изучение которых имеет давнюю историю [11, 12].

В Байкальском регионе выявлено формирование межзональных и межвысотно-поясных экотонов. Для Южного Прибайкалья характерно продвижение *Abies sibirica*, а для Северо-Западного большей частью *Larix dahurica*, реже *Abies sibirica* и *Pinus sibirica* вподгольцовый пояс и горную тундру. Здесь надо также отметить и то, что сходные тенденции в формировании экотонов «лес-горная тундра» были ранее отмечены и для Приморского хребта (Юго-Западное Прибайкалье), где *Pinus sibirica* активно внедряется в подгольцовый пояс с выходами деревьев в горную тундру. Вероятно, такие процессы следует связывать с изменением гидрологических и температурных режимов вегетационных периодов последних десятилетий, что способствовало формированию более благоприятных условий для роста древесных пород в высокогорьях Байкальского региона.

В условиях контакта зональной лесостепи и зональной степи (ключевой участок – бассейн р. Селенги, Рис. 1 – 1) повышение среднегодовых температур и осадков, а также характер антропогенных воздействий последних десятилетий оказывают влияние на пространственное перераспределение площадей, занятых степными и лесными сообществами в пределах зональных типов растительности, с тенденциями «размыва» их границ. В данном случае, территориальное расширение «**межзонального экотона**» способствует «размыву» границы между зонами, посредством облесения степных территорий как внутри зональных лесостепей, так в местах перехода степей в лесостепь. Это современные тенденции развития растительного покрова региона на фоне изменчивости климата последних десятилетий.

На примерах сообществ перехода высотных поясов с формированием «межвысотно-поясных экотонов» на контакте «лес – подгольцовый пояс», «лес-горная тундра» выявлены процессы продвижения леса в подгольцовый пояс и горную тундру в современных климатических условиях региона. Экотоны на контакте «лес-подгольцовый пояс», «лес-горная тундра» (ключевые участки – окрестности гор Осиновка и Лысая, хр. Хамар-Дабан, Южное Прибайкалье) и экотон на контакте «лес-горная тундра» (ключевой участок – перевал Даван, отроги северной оконечности Байкальского хребта, Рис. 1 – 2, 3, 4) отражают современные тенденции формирования растительности горных систем окружения Байкала с продвижением древесных пород в подгольцоый пояс и горную тундру в регионе [13, 14].

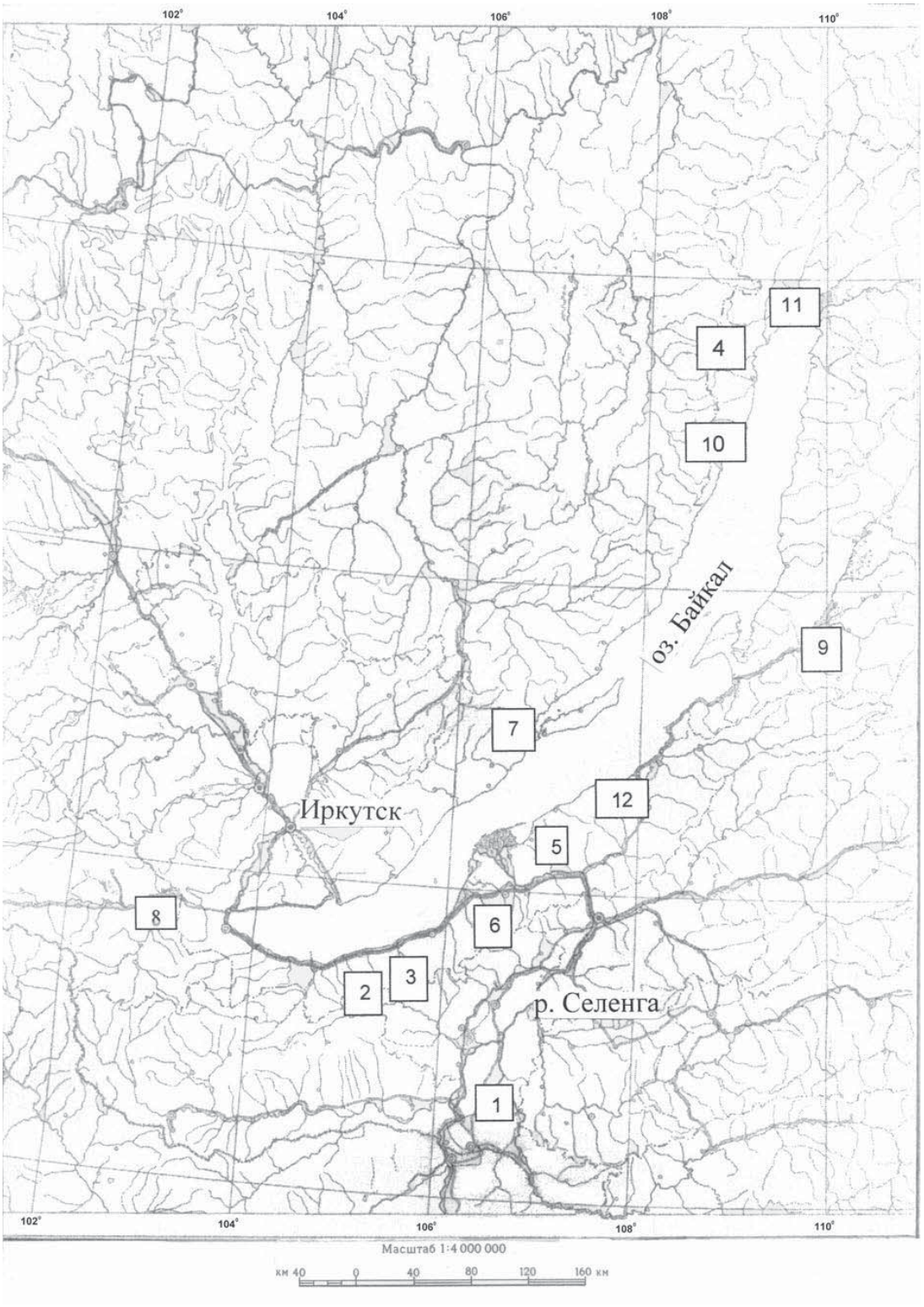

Рис. 1. Районы исследований: 1 – средняя часть бассейна р. Селенги, 2 – окрестности г. Осиновка, 3 – окрестности г. Лысой, 4 – перевал Даван, 5 – бассейн р. Сухой, 6 – бассейн р. Б. Речки, 7 – Приольхонье, 8 – Тункинская котловина, 9 – Баргузинская котловина, 10 – северо-западное побережье, бассейн р. Рель, 11 северное побережье Байкала, бар – о. Ярки, 12 – прибрежная территория между бассейном р. Сухой и п. Гремячинск.

Пространственно-временная изменчивость структуры и тенденции развития сообществ перехода высотных поясов отражены в «межвысотно-поясном экотоне» на контакте полидоминантного темнохвойно-светлохвойного леса и темнохвойной тайги в бассейнах р. Большая Сухая и р. Большая Речка (центральная часть восточного побережья оз. Байкал, Рис. 1 – 6,12) характеризуется сменой лесообразующих пород со светлохвойной на темнохвойную составляющую повсеместно.

Пространственно-временные изменения в структуре растительных сообществ экотонов «лес-горная тундра» свойственны для Уральской горной системы и Хибин в сторону проникновения древесных в подгольцовый пояс и горную тундру.

Тенденции развития растительных сообществ, отражающих «парагенез» в структуре растительности Байкальского региона. «Островные» степи Байкальского региона по ботанико-географическому зонированию [7] не входят ни в одну зону и подзону степей и лесостепей, хотя некоторые из этих участков приобрели в последнее время [8] статус «подпровинции островных степей». Последнее утверждение имеет достаточно дескуссионную направленность, поскольку при ботанико-географическом районировании всегда выдерживается последовательность в присвоении конкретного статуса территориальной принадлежности растительного покрова, как-то: область, подобласть, провинция и подпровинция, соответственно. Если некоторые участки, охарактеризованные как «островные степи», находятся в таежной зоне озвучены как «подпровинция», то тогда, видимо, надо как-то менять все принципы ботанико-географического районирования и физико-географического зонирования в проведении пространственной характеристики растительного покрова любой территории, отражающие конкретные природные зоны в аспекте широтной зональности и высотной поясности. Сходное мнение по отношению к установившимся принципам ботанико-географического районирования, с позиций флорогенетического анализа формирования степной флоры гор Южной Сибири, высказывает и Г.А. Пешкова [6]. Если в конкретных условиях среды мы наблюдаем разнонаправленные процессы – степи среди тайги, чаще всего регионального или топологического уровней организации среды, как проявления неоднородности ее условий, то вероятно, следует говорить о «**парагенезе**» как о реально существующем объекте [13]. Формирование природных систем, в том числе растительности, происходит в существующих физико-географических условиях одновременно. **Парагенез** – растительные сообщества, которые по составу и структуре не относятся к зональному типу (или горному поясу) растительности. Растительные сообщества контрастных природных условий – экстразональные образования внутри природных зон – как **парагенеза** (объекта!) – являются естественным процессом развития сопряженных, связанных общностью происхождения растительных сообществ конкретной территории в течении определенного времени.

Для Байкальского региона **парагенез** характерен для Приольхонья (центральная часть западного побережья Байкала, Рис. 1 – 7), Тункинской и Баргузинской котловин (Рис. 1 – 8,9). Здесь следует отметить, что почвы этих районов классифицируются как криоаридные (то есть – экстразональные в данных условиях) согласно классификации почв последних лет [2]. Для этих территорий не указаны почвы зональных степей и лесостепей, а говорится только о вариантах остепнения, отражающие «котловинные» эффекты регионально-топологического уровня организации условий среды. Котловинные эффекты локальных климатических условий под воздействием антропогенных факторов в течение десятилетий отчасти способствовали формированию экстразональных степных сообществ. Поскольку в этих районоах нет зональных лесостепей и степей [7, 8], сообщества, формирующиеся в условиях взаимовлияний лесов и степных (экстразональых) сообществ названы нами как таежно-степные сообщества, отражающие **парагенез** в структуре растительности, как результат локальных климатогенных сукцессий.

В последние десятилетия в связи с изменением климатической обстановки в регионе [1] наметились тенденции на облесение экстразональных степей, что характерно для всего Байкальского региона. И то, что степи здесь имеют временный характер, подтверждает геоэлементный, экотипологический (экотипы) составы флоры и состав поясно-зональных групп растений в структуре сообществ вышеуказанных ключевых участков Байкальского региона. Структурно-динамическая организация растительности покрова ключевых участков Западного, Юго-Западного и Северо-Восточного Прибайкалья (Рис. 1 – 7, 8, 9) отражает совре-

менные тенденции развития растительных сообществ, характеризующих **парагенез** в структуре растительности [13].

Заключение

В результате проведенных исследований тенденций развития экотонов и сообществ, отражающих парагенез в структуре растительного покрова ключевых участков Байкальского регина можно констатировать**,** что сообщества ключевого участка – средней части бассейна р. Селенги, Юго-Западное Прибайкалье (Рис.1 – 1), а это территория на стыке горных лесостепей и степной зоны Центральноазиатской (Даурско-Монгольской) подобласти степной области, отражают развитие «**межзонального экотона**». Изменение климата последних десятилетий в этом регионе – повышение среденогодовой температуры и перераспределение осадков по временам года способствуют облесению степных пространств как внутри лесостепной зоны, так и продвижению древесных пород в зону степей. То есть, наметилась тенденция смещения зоны лесостепей в широтном направлении с формированием светлохвойных лесов зонального типа.

Растительные сообщества ключевых участков в окрестностях гор Осиновки и Лысой (хр. Хамар-Дабан, Южное Прибайкалье, Рис. 1 – 2,3) и в верховьях р. Гоуджекит (перевал Даван, Байкальский хребет, Рис. 1 – 4) являются примерами «**высотно-поясных экотонов**». Они характеризуют изменение верхней границы леса вследствие климатогенных сукцессий растительности переходных природных условий, вероятно связанных также с изменением влажности и температуры. Это способствует процессам продвижения древесных пород в подгольцовый пояс и горную тундру с формированием экотонов на контакте «лес-подгольцовый пояс», «лес-горная тундра».

Растительные сообщества ключевых участков – среднее течение р. Б. Сухая (центральная часть восточного побережья Байкала, Рис. 1 – 5) и р. Большая Речка (северные отроги хребта Хамар-Дабан, центральная часть восточного побережья Байкала, Рис. 1 – 6) является примером формирования «**меж-высотно-поясных экотонов**» (при развитой поясности растительности горных систем) с отражением пространственной дифференциации пояса полидоминантных темнохвойно-светлохвойных лесов на контакте с темнохвойной тайгой. Изменение влажности и температуры последних десятилетий способствует активизации процессов замещения полидоминантной темнохвойно-светлохвойной тайги на темнохвойную повсеместно.

В целом, на границах природных зон и высотных поясов Байкальского региона, где и формируются экотоны как переходные системы, при меняющемся соотношении тепла и влаги, происходит их значительное площадное «расширение» (или возможно «сужение» при других сценариях изменения климата). Это и отмечено на примерах территориального «сужения» экотона между лесостепной (горные лесостепи) и степной типами растительности Юго-Западного Забайкалья, равно как и внедрение древесных пород в подгольцовый пояс до горных тундр горных систем окружения Байкала.

Для растительности ключевых учасков, отражающих **парагенез** в структуре растительности – Приольхонье, Тункинская, Баргузинская котловины и северо-западное побережье оз. Байкал (см. Рис. 1 – 7, 8, 9) характерно то, что на долю ведущих семейств (*Asteraceae, Poaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Ranunculaceae, Caryophyllaceae*) приходится большинство видов растений, отмеченных в геоботанических описаниях разных лет и вегетационных периодов. Такой набор ведущих семейств свойственен для **бореальных флор** и схож с семейственным спектром для флоры Восточной Сибири. Родовой спектр в целом также показывает **бореальный характер** флоры и в большей степени отражает провинциальные особенности флоры сообществ контакта тайги и экстразональных степей Байкальского региона. А высокое положение (видовая насыщенность сообществ) таких родов как *Allium* и *Astragalus* (их роль усиливается к югу Сибири) отражает специфику регионально-топологических условий среды формирования растительных сообществ региона. Почвы (во всех приведенных районах почвы экстразональные, именуемые в научной литературе как криоаридные) не имеют прямых связей с типами растительных сообществ. На одних и тех же почвах развивиты и лесные и степные ценозы, что выявило совмещенное почвенно-геоботаническое профилирование на ключевые участки. Светлохвойные леса в комплексе со степными сообществами в Приольхонье (центральная часть западного побережья оз. Байкал) в бассейне реки Рель (северо-западное побережье Байкала), в Тункинской котловине (Юго-Западное Прибайкалье) и в Баргузинской котловине (Северо-Восточное Прибайкалье) являются единым целым в процессе фитоценогенеза.

В структуре растительности Байкальского региона «**парагенез**», проявляется в двух формах: 1-ая – в границах таежной зоны с формированием степных сообществ, образованных видами растений, которые характерны для двух зональных типов растильности – лесной (таежной) и степной, и 2-ая форма, когда в границах зональной растительности в составе растительных сообществ присутствуют растения, характерные для многих типов растительности (и высотных поясов) разных природных зон Центральной Сибири. В нашем случае это растительные сообщества, характеризующие «**парагенез**» в структуре растительности двух ключевых участков – бара – о. Ярки (северное побережье Байкала, Рис. 1 – 11) и прибрежной полосы центральной части восточного побережья озера (Рис. 1 – 12). В условиях «парагенеза» (объекты внутри природных зон и высотных поясов) при изменении климатических условий происходит территориальное «сжимание» этого природного объекта (к примеру, облесение экстразональных степей внутри зональной тайги) на конкретный период времени на определенном пространстве. Это и было отмечено на примерах некоторых ключевых участков растительности Байкальского региона (Рис. 1 – 7, 8, 9, 10). Тогда как повышение сухости климата, вызывающее ксерофитизацию растительности, в сообществах происходит усиление позиций растений-ксерофитов (растительные сообщества северного побережья, бар – о. Ярки и центральной части восточного побережья озера (Рис. 1 – 11-12). Здесь, в составе сообществ зональной полидоминантной тайги присутствуют виды растений, характерные для подгольцового пояса (*Pinus pumila, Rhododendron aureum*), горной тундры (*Phyllodoce coerulea, Cassiope ericoides, Empetrum nigrum*) и сухих псаммофитных (*Achnatherum splendens, Festuca lenensis*) степей северо-азиатского типа в комплексе.

Парагенез, как и экотоны – это реально существующие природные объекты в структуре растительности Байкальского региона, как системы пространственно-смежных, регионально-топологически обусловленных растительных сообществ, связанных общностью происхождения на данной территории в определенных физико-географических условиях на конкретный период времени.

Исследования выполняются при финансовой поддержке проекта РФФФИ 12-04-98013-р_сибирь_а и партнерского проекта СО РАН № 69.

Список литературы

1. Воропай Н.Н., Гагаринова О.В., Ильичева Е.А., Кичигина Н.В., Максютова Е.В., Балыбина А.С., Осипова О.П. Гидроклиматические исследования Байкальской природной территории. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2013. – 187 с.

2. Классификация и диагностика почв России / под. ред. Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

3. Кострова С.С., Майер Х., Чаплыгин Б., Безрукова Е.В., Тарасов П.Е., академик Кузьмин М.И. Реконструкция климата Забайкалья в голоцене на основе изотопно-кислородного анализа створок ископаемых диатомовых водорослей оз. Котокель // Доклады Академии Наук. – 2013. – Том 451, № 1. – С. 76-80.

4. Максютова Е.В., Кичигина Н.В., Воропай Н.Н., Балыбина А.С., Осипова О.П. Тенденции гидроклиматических изменений на Байкальской природной территории // География и природные ресурсы. – 2012. – № 4. – С. 72-81.

5. Максютова Е.В. Характеристика снежного покрова лесостепи Прдбайкалья // Лед и Снег. – 2012. – № 1 (117). – С. 54-61.

6. Пешкова Г.А. Флорогенетический анализ степной флоры гор Южной Сибири. – Новосибирск: Наука, 2001. – 192 с.

7. Степи Евразии / отв. ред. Е.М. Лавренко. – Л.: Наука, 1991. – 145 с.

8. Степи Центральной Азии / отв. ред. В.А. Хмелев. – Новосибирск: Наука, 2002. – 296 с.

9. Харук В.И., Рэнсон К.Ж., Им С.Т., Наурзбаев М.М. Лиственничники лесотундры и климатические тренды // Экология. – 2006. – № 5. – С. 323–331.

10. Шмакин А.Б. Климатические характеристики снежного покрова Северной Евразии и их изменения в последние десятилетия // Лед и Снег. – 2010. – № 1 (109). – С. 43-57.

11. Экотоны различных природных зон. – М.: Наука, 2001. – С. 90-95.

12. Clements F.E. Natural and structure of the climax // Journal of Ecology. – 1936. – Vol. 24, № 1. – PP. 252-284.

13. Sizykh A., Voronin V., Azovsky M., Sizykh S.. Paragenese of the vegetation in ecosystems contact zones (in Lake Baikal basin) // Natural Science. – 2012. – Vol. 4, №. 5. – P. 271-275.

14. Sizykh A., Voronin V. Current vegetation dynamics of the “forest-mountain tundra” ecotones of Lake Baikal coastal ranges // Natural Science. – 2013. – Vol. 5, №. 2. – P. 187-193.