

УДК: 910:528.9:004

**Снытко В.А., Коновалова Т.И.**

## **Преобразованность геосистем Приангарья**

В статье рассмотрены закономерности формирования, развития и преобразования геосистем. Материалы представлены в форме информационного синтеза данных и знаний о территории, основанного на теории геосистем академика В.Б. Сочавы, результатах стационарных и маршрутных исследований, картографической информации, ГИС-технологиях.

**Ключевые слова:** геосистема, организация, закономерности развития, преобразование.

**Снытко В.А., Коновалова Т.И. Перетвореність геосистем Приангар'я.** У статті розглянуті закономірності формування, розвитку та перетворення геосистем Приангар'я. Матеріали представлені у формі інформаційного синтезу даних і знань про територію, заснованого на теорії геосистем академіка В.Б. Сочави, результати стаціонарних і маршрутних досліджень, картографічної інформації, ГІС-технологіях.

**Ключові слова:** геосистема, організація, закономірності розвитку, перетворення.

**Snytko V.A., Konovalova T.I. Transformation of geosystems of Upper Priangarya Region.** The article considers the book highlights the regularities of formation, development and transformation of geosystems. The contributions are organized as an information synthesis of data and knowledge concerning the territory, drawing on V.B. Sochava's theory of geosystems, results from station-based and investigations, cartographic information and on GIS technologies.

**Key words:** geosystem, organization, considers regularities, transformation.

### **Введение.**

В географических исследованиях выявление механизмов преобразования геосистем занимает особое место, соответствующее современному этапу развития научного знания. Это не просто раскрытие частных свойств геосистемы, а понимание того, каким образом компоненты развиваются как целое через проявление связей и изменений.

Анализ полевых материалов и данных стационарных исследований

свидетельствуют о том, что взаимообусловленность между компонентами геосистем любых таксономических уровней наблюдается лишь как более или менее выраженная тенденция. Это объясняется тем, что в каждой геосистеме происходит изменение взаимосвязей и ее элементов. Поэтому и площадь, занимаемая однотипными выделами, является неоднородной по признакам ведущих компонентов.

Наряду с этим в географии, по-прежнему, широко используется представление о динамическом равновесии. Исследование геосистем зачастую сводится к изучению отдельных компонентов и различных аспектов обратимости изменений, где за точку отсчета принимается их предыдущее состояние. Сложившееся традиционное направление исследований не позволяет прогнозировать преобразование геосистем.

Важность познания закономерностей развития геосистем, их преобразований под влиянием природных и антропогенных факторов подчеркивается необходимостью создания в России государственной, а в будущем международной ландшафтной службы, без которой невозможен своевременный прогноз неблагоприятных явлений, возникающих в процессе естественного и антропогенного изменения геосистем [4].

Основная задача исследований, результаты которых изложены в статье, заключалась в формировании представлений об основных механизмах, определяющих трансформацию геосистем, направлении и степени их преобразования. В системе общенаучных знаний решение этой задачи связано с реализацией методологии современных синергетических исследований, в области физической географии – с дальнейшим развитием теории геосистем.

В основу работы положены материалы многолетних исследований геосистем Сибири. Достоверность и обоснованность научных результатов работы обеспечивалась использованием данных маршрутно-полевых исследований, дистанционного зондирования, картографических и фондовых материалов.

Объект исследования – территория Приангарья, которая является географическим узлом контрастных природных условий и центром аграрно-индустриального освоения азиатской части России.

#### **Механизмы преобразования геосистем.**

Преобразование – это крупное изменение, реформа [18]. Оно может произойти в результате развития геосистем, изменения вещественно-энергетического обмена, которые обуславливают трансформацию внешних и внутренних взаимосвязей геосистем. Резонанс процессов, определяющих неблагоприятные условия функционирования современных геосистем, с однонаправленным по характеру преобразования антропогенным воздействием может вызвать быструю реорганизацию геосистем.

Процесс развития является одним из ведущих механизмов преобразования геосистем, обуславливая направленность и необратимость их трансформации. Видоизменения, накапливаясь в геосистеме, со временем инициируют ее эволюционные преобразования. Они во многом определены тектоническим развитием территории, размещением барических систем, изменением климата.

Своеобразие ландшафтных условий Приангарья в значительной мере определяется расположением на стыке трех крупных геоструктур и основных тектонических элементов – Байкальской рифтовой, Алтае-Саянской орогенической зон и Сибирской платформы. С позиций тектоники литосферных плит

Байкальская впадина и Алтае-Саянская горная область возникли в результате столкновения двух тектонических макроплит – Индийской и Евразийской. Под напором Индийской плиты литосферное поле внутренней Азии было раздроблено на серию микроплит и блоков, которые перемещаются, подчиняясь общему субмеридианальному сжатию. Активный орогенез проявился и в пределах древней Сибирской платформы, фундамент которой был разбит разломами на блоки, которые испытывали дифференцированные вертикальные движения большой амплитуды. Так на юге региона был высоко поднят выступ докембрийского кристаллического фундамента Сибирской плиты; сформировались консолидированные монолиты – Восточно-Саянский массив и хр. Хамар-Дабан [5]. Следующим этапом стал отход Амурской плиты от Евразийской, что привело к образованию Байкальской рифтовой зоны. Дифференцированные движения каждой из плит способствовали формированию разнообразных геосистем различных уровней организации.

Приангарье находится в границах Сибирского блока Евразийской литосферной плиты [16]. Он занят Сибирской платформой и геосистемами Среднесибирской плоскогорно-таежной физико-географической области. Кроме того, здесь расположены Восточно-Саянская, Монгольская и др. микроплиты, в пределах которых размещается Южно-Сибирская горная физико-географическая область. Байкальская рифтовая зона, центральная часть которой находится под оз. Байкал, является границей между Амурским блоком, с которым сопряжены геосистемы Байкало-Джугджурской горно-таежной области и Сибирским. Разломы Сибирской платформы заложены, главным образом, в архее и раннем протерозое и осложнены более молодыми разрывами. Они приурочены, главным образом, к долине Ангары и окраинным частям Сибирской платформы. Исследования показали, что к ним приурочены региональные ландшафтные рубежи в ранге провинций, которые сконцентрированы в бассейне Ангары (рис.1).



Рис. 1. Стык региональных рубежей в долине Ангары

Один рубеж, связанный с Таймырским блоком, проходит на севере региона вдоль верховий правых притоков широтного отрезка долины Ангары. Севернее этого рубежа преобладают группы фаций среднетаежного светлохвойного кустарничково-зеленомошного ландшафта останцово-денудационных трапповых плато. Второй – пролегает в районе нижнего течения Ангары и слияния Бирюсы и Чуны. Он разделяет Енисейский и Чонский блоки земной коры, а вместе с ними - группы фаций возвышенно-равнинного горно-таежного елово-пихтового с кедром травяного (черневая тайга) ландшафта; к востоку – доминируют группы фаций южно-таежного темнохвойного кустарничково-мелкотравно-зеленомошного ландшафта трапповых плато и возвышенностей Ковинского и Ангарского кряжей.

Третий рубеж связан с качественным различием в ландшафтной структуре бассейна Ангары. Он проходит восточнее меридионального отрезка Ангары и разделяет Чонский и Ангарский блоки. Эта линия выступает как восточная граница распространения пихты, и западная – ареалов ерников. С ней сопряжена граница Байкало-Джугджурской горно-таежной области. Следующий рубеж определен воздействием горных геосистем и связан с границей между Чонским и Тувино-Монгольским блоками. Рубеж характеризуется развитием подгорных подтаежных светлохвойных травяных и лугово-болотных гидроаккумулятивных, а также горно-таежных ландшафтов. Границы провинций, находящихся в пределах одного блока земной коры, к примеру, Чонского, совпадают с линией разломов, не выходящих на поверхность.

Вслед за происходящими изменениями вещественно-энергетических потоков, обусловленных различными факторами, в том числе проявлением тектонических процессов, происходило формирование современного облика геосистем, структура которых сдержит и следы былых преобразований.

Считалось [7], что горные хребты Прибайкалья образовались раньше других, расположенных западнее. Начиная с кембрия, на юге региона существовала горная страна, представляющая преграду влиянию центрально-азиатских пустынь. Поэтому история развития рельефа, климата, растительности Иркутского амфитеатра не была вполне аналогичной развитию южной части Западной Сибири. Степные геосистемы в регионе не имели обширного ареала. Они были развиты только в пределах речных долин, где существовали своеобразные группировки болото-степь и никогда не занимали водораздельные поверхности [7, 17].

Подъем хребтов и нагорий в начале среднего плейстоцена привел к возникновению орографических преград, которые оказали влияние на циркуляцию атмосферы. Сформировался Сибирский антициклон, усилился западный перенос воздушных масс, которые повлияли на трансформацию геосистем. Преобразования, связанные с нарастающей континентальностью климата, способствовали образованию таежных геосистем региона, а также широкому распространению степей на юге региона [2]. В этот период климат тайги характеризуется резко выраженной сезонностью, продолжительной и холодной зимой, умеренным летом ( $t^{\circ}_I -5-10^{\circ}$ ;  $t^{\circ}_{VII} +15+20^{\circ}$ ;  $\Sigma_{мм} - 600-800$  мм) [19]. Дальнейшее изменение климата обусловило дифференциацию тайги. В западной и южной частях региона сформировались темнохвойно-таежные геосистемы, на большей части региона – светлохвойно-таежные, впоследствии – с доминированием лиственницы сибирской.

В южных аридных областях региона обострение континентальности климата способствовало усилению процессов опустынивания – сокращению

поверхностного стока, замещении лесов степями. Монгольская степная флора проникла по сквозным горным и речным долинам в регион. В это время сформировался Байкало-Алтайский лесостепной комплекс [7].

На рубеже четвертичного периода произошло похолодание климата, связанное с увеличением ледового покрова Полярного бассейна, что вызвало усиление континентальности климата. Характерно появление и длительное сохранение снежного покрова, способствующего выхолаживанию и иссушению воздуха ( $t^{\circ}_I - 25^{\circ}$ ;  $t^{\circ}_{VII} + 15^{\circ}$ ;  $\Sigma_{мм} - 400-600$  мм) [19]. Северо-восточные районы региона были покрыты злаково-марево-полынной и осоково-разнотравной кустарничковой остепненной тундрой. В этот период совершилось окончательное преобразование неморальных темнохвойных типов геосистем в таежно-темнохвойные современного облика. С этим этапом связано начало процесса деградации восточного рубежа ареала лиственницы сибирской и распространение лиственницы даурской на запад и юг. Она считается молодым прогрессивным видом [6].

Во время сартанской ледниковой эпохи произошло повсеместное развитие «подземного оледенения»; мерзлота распространялась до 48-49° с.ш. [8]. Считается [1], что 18 000 лет назад температура почв на глубине 15-20 м была на 8-13° ниже современной, затем началась масштабная деградация криолитозоны. Скорость увеличения температуры составляла 1°С/1000 лет на широте 60-62° с.ш. [1, 12]. С многолетней мерзлотой сопряжено формирование ерников, развитых в северо-восточной части региона, которые считаются [17] реликтами этой эпохи.

Голоцен – время становления современных геосистем. Этот период ознаменовался активизацией тектонических процессов, в значительной мере связанных с развитием Байкальской рифтовой зоны. Окраинные части региона формировались как единое целое с Байкальской и Саянской частями территории. Проявления в новейшей структуре и рельефе глубинных рифтогенных процессов прослеживаются от рифтовой зоны на 450 км [10]. Они охватывают юго-восточную часть региона (район Лено-Ангарского плато), которая характеризуется высокой сейсмоактивностью, незначительной глубиной залегания первого электропроводящего слоя, такой же, как и в рифтовой зоне. Неотектонические процессы обуславливают модификацию вещественно-энергетического потока, что влияет на трансформацию всей системы механизмов организации и преобразования геосистем региона. В результате эта часть Средне-Сибирского плоскогорья была включена в состав Байкало-Джугджурской области [21].

На правобережье Ангары идет замена темнохвойных геосистем сосново-лиственничными, распространение которых в современных условиях связано с показателями теплообеспеченности 1600-1800°. Формирование современных геосистем левобережья Ангары происходит аналогично региональному.

Вещественно-энергетический обмен способствует как сохранению древних геосистем, так и преобразованиям ландшафтной структуры. Сквозные вещественно-энергетические потоки – энергообмен и влагооборот – играют интегрирующую, системообразующую роль, объединяя все иерархические уровни геосистем, их подсистемы и компоненты в единое целое. Внутреннее содержание геосистемы, ее внешняя среда, функциональная обособленность или слитность геосистемы с окружением изменяются в зависимости от иерархического уровня. Географическая оболочка – геосистема самого высокого уровня – имеет со своим земным и космическим окружением в основном энергетические связи (поступление солнечной радиации и энергии различных силовых полей), интенсивность

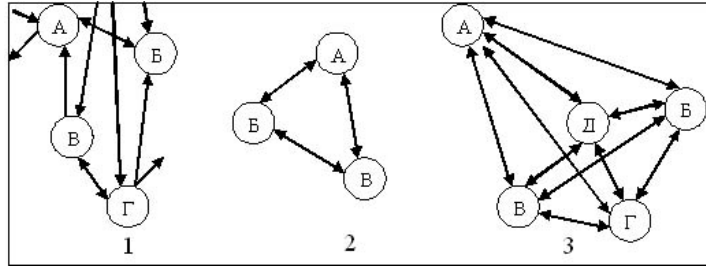
миграции вещества через ее границы незначительна [20]. Для геосистем регионального уровня организации повышается интенсивность вещественно-энергетической миграции, усиливается взаимодействие с окружающими геосистемами. Геосистемы низших таксонов в наибольшей степени, по отношению к другим, пронизаны транзитными и обменными потоками. Благодаря значительному воздействию со стороны внешнего окружения, они являются самыми динамичными и изменчивыми типами. Поэтому любое антропогенное воздействие на них приводит к быстрым результатам преобразования.

Количественные значения градиентов в рамках локальных географических градаций могут быть в тысячи раз больше, чем в градациях регионального значения, поскольку совместное действие латеральных и вертикальных градиентов на этом уровне усиливает интенсивность процессов [3]. Так, к примеру, в тайге региона возрастание суммы активных температур с севера на юг измеряется величинами порядка  $70-90^\circ$  на 100 км. [13]. В то же время в пределах одного склона в местности с умеренно расчлененным рельефом этот градиент достигает  $20-50^\circ$  на 100 м. При этом на местном склоне по сравнению с макросклоном градиенты имеют противоположный знак: в региональной системе рельефа теплообеспеченность убывает от подножия гор к их вершинам; в локальной геосистеме, наоборот, подножия холмов оказываются более холодными, чем их вершины. Вместе с тем, как показало экспериментальное изучение фаций на стационарах [14], локальные контрасты и местные связи зависят от фоновых условий, которые образуют зонально-региональные физико-географические условия.

Геосистемы, выше стоящие по иерархическому уровню, за счет потоков вещества и энергии усиливают процессы, свойственные им и подавляют другие, определяя тем самым особенности организации подсистем. Трансформация их геофизических параметров ведет к вещественно-энергетической перестройке в подчиненных, и тем самым к количественным и качественным изменениям их элементов и взаимосвязей. Если «подчиненные структуры» не придут в соответствие с условиями вышестоящей геосистемы, то, в конечном итоге, они перестают существовать как целостность. Например, в настоящее время в равнинных и подгорных условиях правобережья Ангары при показателях радиационного индекса сухости порядка 1,0 отмечается функционирование темнохвойно-таежных геосистем, приуроченных к области проявления сезонной и многолетней мерзлоты. Их современное существование обеспечивается протаиванием мерзлых слоев почвы, которое обеспечивает водоснабжение растений во время сухого периода начала вегетации растительности. Это помогает геосистемам сохранять на определенное время свою «независимость» относительно региональных ландшафтных условий. «Темная тайга с ее толстым моховым покровом держит мерзлоту на малой глубине, этим способствуя заболачиванию плато и вообще большей сырости. Опускание мерзлоты способствует развитию оподзоливающих процессов и осушению местности, и в результате завладения страной бором мы находим тут уже совершенно иные физические условия» [15, с. 120].

В случае, когда управляющий параметр узловых геосистем достигает критического значения для подчиненных структур, в них складываются жесткие типы взаимосвязей. В этом случае утрата одного из элементов приводит к катастрофическому срыву и геосистема переходит в состояние хаоса, при котором

незначительное воздействие приводит к развитию макроэффектов. В случае перехода через критическое состояние элементы геосистемы слабо взаимосвязаны между собой и обладают дискретным типом взаимосвязей, что определяет ее неустойчивость, как и при жестком типе взаимосвязей (рис. 2).



**Рис. 2. Модели геосистем с различной согласованностью частей.**

Типы взаимосвязей: 1 – дискретный (элементы и подсистемы слабо взаимосвязаны между собой) – экотоны и «молодые» геосистемы; 2 – жесткие – факторальные (зависимость от воздействия определенного фактора) и «старые» геосистемы; 3 – гармоничная согласованность разнообразных подсистем. А-Д – условные символы элементов системы. Стрелки – направления связей.

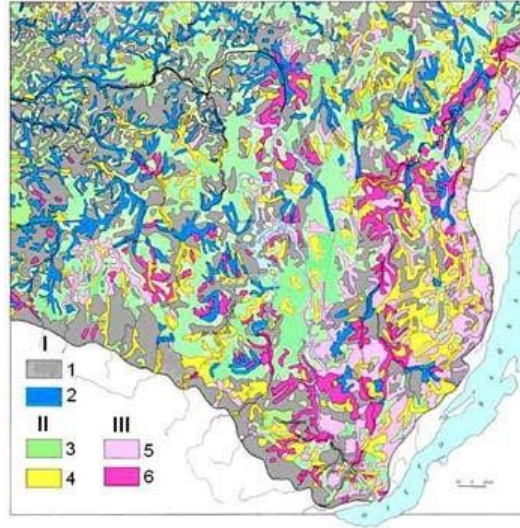
Считается [23], что пространственным аналогом процесса преобразования структуры геосистем во времени, в пределах которого происходит переход через критическое состояние, является переходная полоса между различными типами геосистем. Границы экотонов отличаются повышенной мобильностью, что наглядно проявляется в быстрой экспансии тех или иных контактирующих здесь геосистем при смене соотношения тепла, атмосферной влаги, рельефа, местного стока.

В пределах бассейна Ангары сосредоточено несколько крупных планетарных и региональных рубежей. Кроме того, существенным, на наш взгляд, аргументом выделения крупных по площади экотонов на юге и востоке региона является также представление о предрифтовых и орогенических переходных зонах [9, 10]. Согласно ему, особенности предороганных структур определяются развитием горных систем. Так, южная граница Сибирской платформы местами проходит по зонам глубинных разломов, а местами наблюдается постепенный переход от платформы к горам. Последнее связано с тем, что они имели общие циклы развития – одновременные эпохи поднятия и опускания, расчленения и выравнивания [11]. Здесь нашли широкое развитие темнохвойно-таежные и подгорные подтаежные сосновые травяные геосистемы региона.

В свою очередь, проявления в новейшей структуре и рельефе глубинных рифтогенных процессов не ограничиваются территорией рифтовой зоны, а продолжается в ослабленной форме выражаться в пределах предрифтовой переходной зоны. Энергетическим источником рифтогенеза служит увеличение интенсивности теплового потока и разогрев земной коры за счет поднятия с глубин мантийного вещества; причиной формирования предрифтовых складчатоглыбовых структур являются силы сжатия и отток тепла. Очевидно, процессы развития предрифтовых зон определили современные структурные преобразования в пределах Лено-Ангарского плато. Здесь происходит быстрая замена темнохвойных геосистем светлохвойными, преимущественно лиственничными.

На основе представления о механизмах преобразования геосистем, анализа данных маршрутных и стационарных исследований геосистем Приангарья, изучения исторических материалов установлены особенности изменения геосистем

Приангарья. Выделено три стадии их трансформации. Синтез полученных данных позволяет утверждать, что геосистемы восточных и в большей мере юго-восточных частей региона подвержены структурным перестройкам, что требует разработки особых, заповедных мер охраны природы на этой территории (рис. 3).



**Рис. 3. Направление преобразования геосистем**

I-III – стадии, 1-6 – этапы преобразования. I – развитие: 1 – совершенствование взаимосвязей; 2 – сохранение и восстановление геосистемы; II – поддержание организации: 3 – замена старых подсистем на новые; 4 – изменение внутренних взаимосвязей; III – зарождение новых геосистем: 5 – генерация двух геосистем; 6 – разрушение и формирование новых взаимосвязей.

#### **Антропогенные преобразования геосистем.**

Антропогенное воздействие на геосистемы изменяет вещественно-энергетический обмен и внутренние взаимосвязи геосистем. Суммарное усиление колебаний различных процессов может создавать периодические или случайно повторяющиеся экстремальные отклонения состояний геосистемы от нормы, которые в результате положительной обратной связи могут достичь своих критических значений. Экстремумы возникают в точках, где разные ритмы совпадают по фазе и усиливают друг друга. Наиболее опасны такие «совпадения» при однонаправленных антропогенных воздействиях, в результате которых незначительное антропогенное воздействие на геосистему может вызвать существенную трансформацию ее структуры. Антропогенная деятельность существенно усиливает сложившиеся тенденции, резко обостряя неблагоприятные явления.

Для Приангарья характерны проблемы, связанные с размещением крупных промышленных производств и низким потенциалом самоочищения атмосферы, открытыми разработками полезных ископаемых, широкомасштабными рубками леса, сельскохозяйственным воздействием, которые приурочены к районам, подверженным катастрофическим преобразованиям геосистем. В регионе наиболее подвержены таким изменениям темнохвойно-таежные геосистемы на востоке региона; среднетаежные лиственничные – на севере; светлохвойные травяные низкоравнинные подгорно-подтаежные – на юге и в центральной части территории; сухостепные геосистемы центрально-азиатского типа – на юге.

В пределах южной части региона происходит формирование «островов

тепла», что усиливает сложившуюся тенденцию развития процессов ксерофитизации. В сфере интенсивного техногенного воздействия отмечается снижение прироста сосняков, очаговое усыхание, отсутствие возобновления. Дополнительный привнос минеральных элементов создает повышенную конкурентоспособность мелколиственных и лугово-степных типов геосистем. Происходит трансформация подгорных подтаежных геосистем в сторону развития луговых степей, а также образование мелколиственных устойчиво-длительно-производных типов.

В настоящее время интенсивными рубками и частыми пожарами нарушено около 70% площади, занимаемой таежными геосистемами. Согласно историческим сведениям [15, 22] на Манзурской возвышенности и Березовом хребте, входящего в систему хребтов Ангаро-Ленского междуречья, ель, кедр и в меньшей степени пихта занимали господствующее положение, как в депрессиях, так и на водораздельных поверхностях. Маршрутные и дистанционные исследования, проведенные в этих районах показали, что для большинства местоположений, примыкающих к рр. Ангаре, Илим, Лене, характерны устойчиво-длительно-производные типы геосистем, которые не восстанавливаются даже при снятии антропогенной нагрузки на них. Происходит расширение площадей светлохвойно-таежных, преимущественно лиственничных геосистем и оттеснение темнохвойных на более высокие уровни.

#### **Заключение.**

Исследование преобразования геосистем на системной основе является современным средством познания, соответствующее усложнившимся научным задачам географии. Оно знаменует смещение исследовательских акцентов с представления о том, что изменения геосистем можно изучать на основе познания свойств составляющих ее элементов к целостному ее восприятию. При таком подходе происходят целенаправленный поиск, сбор и интерпретация данных. В результате весь механизм многопланового изучения географических объектов синтезируется на единой основе, учитывающей универсальные механизмы трансформации разнообразных геосистем, такие как процесс развития, вещественно-энергетический обмен, внешние и внутренние связи, резонанс процессов. Геосистемы реагируют на воздействие внешних факторов, в т.ч. и деятельность человека, в зависимости от своей организации. Поэтому их необратимые преобразования могут быть вызваны антропогенной деятельностью, незначительной по степени воздействия.

Проведенные исследования могут служить основой разработки концепций устойчивого развития регионов за счет правильной организации антропогенного воздействия в пространстве, времени и масштабе.

1. Балобаев В.Т. Геотермия мерзлой зоны литосферы севера Азии / В.Т. Балобаев. – Новосибирск: Наука, 1991. – 194 с.
2. Белова В.А. Растительность и климат позднего кайнозоя юга Восточной Сибири / В.А. Белова. – Новосибирск: Наука, 1985. – 160 с.
3. Бяллович Ю.П. Системы биогеоценозов/ Ю.П. Бяллович // Проблемы биогеоценологии. – М.: Наука, 1973. – С. 37-46.
4. Геопространственные системы: структура, динамика, взаимосвязи // Труды XII съезда Русского географического общества. – Т.2. – Спб., 2005. – 264 с.
5. Гвоздецкий Н.А. Физическая география СССР. Избранные лекции для студентов-заочников географических факультетов гос. ун-тов / Н.А. Гвоздецкий, В.К. Жучкова, Н.И. Михайлов, Ю.П. Пармузин, А.Е. Федина. – Вып.5. – М.: Изд-во МГУ, 1960. – 160 с.
6. Дылис Н.В. Лиственница Восточной Сибири и Дальнего Востока / Н.В. Дылис. – М.: Изд-во АН

- СССР, 1961. – 209 с.
7. Думитрашко Н.В. Палеогеография Средней Сибири и Прибайкалья/ Н.В. Думитрашко, Н.И. Каманин // Труды института географии АН СССР. – 1946. – Вып. 37. – С. 21-31.
  8. Дучков А.Д., Эволюция теплового и фазового состояния криолитозоны Сибири/ А.Д. Дучков, В.Т. Балобаев // Глобальные изменения природной среды. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – С. 79-104.
  9. Золотарев А.Г. Переходный рельеф между орогенными и равнинно-платформенными областями / А.Г. Золотарев // Геоморфология. – 1976. – № 2. – С. 26-35.
  10. Золотарев А.Г. Предрифтовая структурная зона в Прибайкалье/ А.Г. Золотарев, К.А. Савинский // Геология и геофизика. – 1978. – № 8. – с. 60-68.
  11. Золотарев А.Г. Неотектоника юга Сибирской платформы в свете новых данных / А.Г. Золотарев, В.М. Белоусов, Н.И. Семенов // Геология, стратиграфия и полезные ископаемые Сибири. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1979. – С. 22-25.
  12. Котляков В.М. Четыре климатических цикла по данным ледяного ядра из глубокой скважины на станции Восток в Антарктиде / В.М. Котляков, К. Лориус // Изв. РАН. – Сер. геогр. – 2002. – №1. – С. 7-19.
  13. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения/ А.А. Крауклис. – Новосибирск: Наука, 1979. – 232 с.
  14. Кремер Л.К. Температура воздуха и почвы в некоторых таежных фациях Приангарья / Л.К. Кремер, А.А. Крауклис // Топологические особенности тепла, влаги, вещества в геосистемах. – Иркутск, 1970. – С.4-8.
  15. Криштофович А.Н. Очерк растительности Око-Ангарского края (Иркутской губернии) / А.Н. Криштофович // Труды почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России. – Ч. II. – Ботанические исследования 1910 г. – Вып. 3. – СПб, 1913. – С. 4-184.
  16. Митрофанов Г.Л. Тектоника юга Восточной Сибири (Объяснительная записка к тектонической карте юга Восточной Сибири м-ба 1:1500 000) / Г.Л. Митрофанов. – Иркутск: ВСНИИГГиМС, 1987. – 104 с.
  17. Надеждин Б.В. Лено-Ангарская лесостепь (почвенно-географический очерк) / Б.В. Надеждин. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 314 с.
  18. Ожегов С.И. Словарь русского языка / С.И. Ожегов. – М.: Сов. Энциклопедия, 1972. – 648 с.
  19. Сеницын В.М. Древние климаты Евразии / В.М. Сеницын. – Ч. I.–Л.: Изд. ЛГУ, 1965. – 166 с.
  20. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах / В.Б. Сочава. – Новосибирск: Наука, 1978. – 320 с.
  21. Сочава В.Б. Главнейшие природные рубежи в южной части Восточной Сибири и Дальнего Востока / В.Б. Сочава, В.А. Ряшин, А.В. Белов // Докл. Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока. – 1963. – Вып.4. – С. 19-24.
  22. Томин М.П. Экспедиция в Верхоленском и Балаганском уездах / М.П. Томин // Предварительный отчет о ботанических исследованиях в Сибири и Туркестане в 1908 году. – СПб.: Изд. Переселенческого управления, 1909. – С. 84-89.
  23. Экосистемы в критических состояниях. – М.: Наука, 1989. – 160 с.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 12-05-00819-а)*