



Серия «Науки о Земле»  
2010. Том 3, № 1. С. 39–53  
Онлайн-доступ к журналу:  
<http://isu.ru/izvestia>

---

---

ИЗВЕСТИЯ  
*Иркутского  
государственного  
университета*

---

---

УДК 911.52

## **Основные этапы развития таежных геосистем юга Средней Сибири**

Т. И. Коновалова ([konovalova@irigs.irk.ru](mailto:konovalova@irigs.irk.ru))

Г. В. Руденко ([rudenko@geogr.isu.ru](mailto:rudenko@geogr.isu.ru))

**Аннотация.** Изложены методология и результаты исследования основных этапов развития таежных геосистем юга Средней Сибири. Результаты работы направлены на решение фундаментальной проблемы, связанной с мониторингом состояния природной среды регионов и прогнозом ее изменения.

**Ключевые слова:** тайга, геосистема, эволюция, прогноз.

### **Введение**

Исследование эволюционных преобразований геосистем занимает особое место на современном этапе развития научного географического знания. Его нельзя свести к простому сбору сведений о смене одного природного комплекса другим, новым, за тот или иной геологический отрезок времени. Необходимо изучение смены состояний геосистем, зависящих от многообразного воздействия морфотектонических, климатических, почвенно-растительных факторов. Смена одного типа геосистем новым происходит не просто в связи с модификацией геолого-геоморфологической обстановки, изменением климата, но во многом благодаря трансформации нескольких или всех компонентов и силы их воздействия. Однако несомненно, что всякая новая геосистема имеет «память», наследует черты исходной. Вообще гетерогенность и гетерохронность в сочетании с метакронностью, сложное соединение различных состояний и фаз развития характерны для геосистем крупных регионов. В связи с этим важно определить те количественные пороговые значения, при переходе через которые геосистема утрачивает свою устойчивость и происходит качественное изменение ее компонентов.

В настоящее время дискуссионным является вопрос об особенностях развития таежных геосистем, их происхождении и эволюции.

В статье изложены методология и результаты изучения эволюционного преобразования таежных геосистем юга Средней Сибири, на основе чего дан прогноз их дальнейших изменений.

## Объект исследований

Определяя тайгу как особый тип глобальных геосистем, В. Б. Сочава [18] отмечал, что «это земное пространство всех размерностей, в нем отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействуют с космической сферой и человеческим обществом» [16, с. 8–9]. Вместе с тем он указывал и на то, что в тайге мы имеем дело с взаимосвязанными геосистемами разных рангов и размерностей. При этом в географической классификации тайга как тип ландшафта понимается как явление планетарного порядка, таежные провинции и округа – регионального, а таежные фации, группы фаций и урочища образуют топологический уровень размерности [17].

В зависимости от иерархического уровня изменяется также и время, в течение которого действует свойственная геосистеме структура, с присутствием ей соотношением компонентов [18].

Для геосистем планетарной и большей части региональной размерности применимы параметры геохронологии. Эволюционный принцип сохраняется и для подчиненных им таксонов. В геотопологии порядок летоисчисления происходит в параметрах исторической географии. При этом каждый временной цикл сравнивается с витком восходящей спирали: его завершающееся состояние отличается от исходного, и чем больше его продолжительность, тем сильнее это отличие [11]. Для геосистем топологического уровня даже вековые и внутривековые циклы оказываются необратимыми.

В этой связи геосистемы регионального уровня организации вызывают наибольший интерес с методологической точки зрения. Поскольку каждый регион из-за своего географического положения, генезиса и сложившейся естественной структуры связей компонентов и потоков вещества реагирует на всякое антропогенное воздействие по-разному, важно знать как общие закономерности изменения природы от места к месту, так и ее региональные особенности, сложившиеся исторически.

Основной объект исследования – геосистемы тайги юга Средней Сибири. Обширная территория Средней Сибири расположена между Енисеем, Леной и Алданом, береговой линией морей Карского и Лаптевых, склонами Восточного Саяна и горного пояса Прибайкалья. Северная граница рассматриваемого нами региона проходит по широтному отрезку нижнего течения р. Ангары и территориально совпадает с центральной и южной частями Средне-Сибирского плоскогорья.

На прилагаемой схеме физико-географического районирования юга Средней Сибири (рис. 1) выделены три физико-географические области: **А** – Среднесибирская таежно-плоскогорная, **Б** – Южно-Сибирская горно-таежная, **В** – Байкало-Джугджурская горно-таежная. В размещении провинций на равнинах и плоскогорьях отмечаются подзональные подразделения – среднетаежные, южнотаежные, подтаежные. Надо отметить, что и в южной тайге, и в подтайге, испытывающих интенсивные антропогенные нагрузки, обнаруживаются хорошо выраженные черты остепнения. В гор-

ных областях на равнинах подножий также распространены остепненные подгорно-подтаежные провинции, однако В. Б. Сочава [16] считал их началом ряда высотной поясности. Набор округов в каждой из провинций отражает широкий спектр геолого-геоморфологических, гидротермических условий, почвенно-ботанических комплексов, что свидетельствует о разнообразии структурных типов.

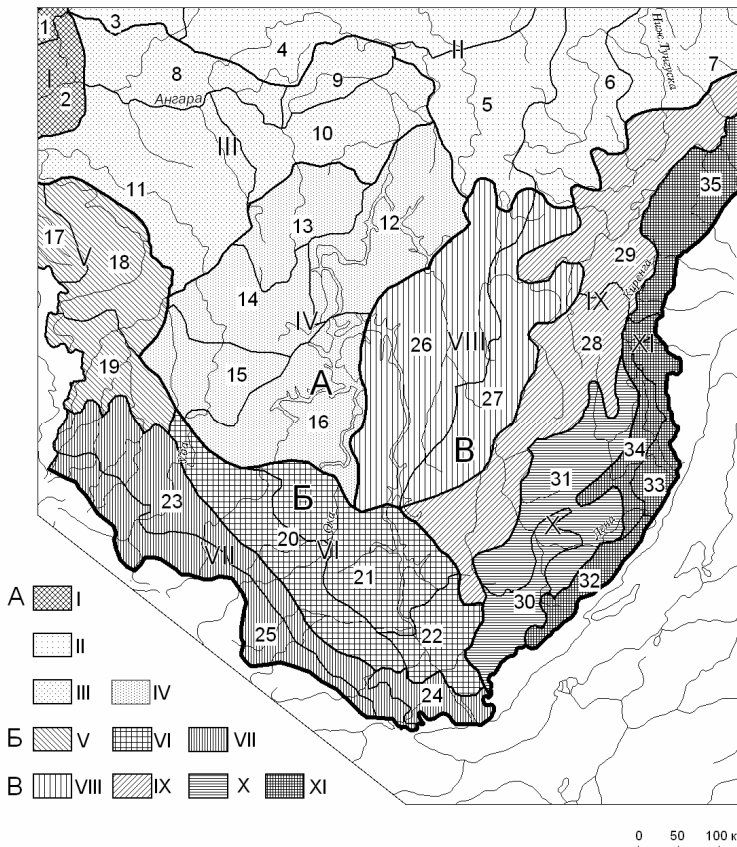


Рис. 1. Схема районирования юга Средней Сибири. А, Б, В – физико-географические области; I–XI – провинции; 1–35 – округа.

#### А. Среднесибирская таежно-плоскогорная.

I. Енисейского края горная темнохвойно-таежная: 1 – Большепитский сильно-норасчлененных возвышенностей влажных и прохладных гидротермических условий горно-таежный елово-пихтовый с кедром травяной и южно-таежный светлохвойный с кедром и елью кустарничково-мелкотравно-зеленомошный на архейских и нижнепротерозойских кристаллических и метаморфических породах (гнейсах, кристаллических сланцах, мраморах, гранулитах) с сезонномерзлыми грунтами; 2 – Тасеевский низко-равнинный влажных и теплых гидротермических условий южно-таежный елово-пихтовый с кедром мохово-травяной и сосновый подтаежный долин крупных рек на архейских и нижнепротерозойских кристаллических и метаморфических породах (гнейсах, кристаллических сланцах, мраморах) и четвертичных отложениях с сезонномерзлыми грунтами. II. Тунгусская равнинная

среднетаежная светлохвойная: 3 – Верхняя Теря – Большепитский останцово-денудационных трапповых плато холодных и влажных гидротермических условий среднетаежный светлохвойный кустарничково-зеленомошный и горно-таежный пихтово-кедровый травяно-зеленомошный на верхнепалеозойских траппах со спорадическим (общая площадь не более 5 %, мощность около 10 м) распространением многолетнемерзлых пород; 4 – Подкаменно-Тунгусский останцово-денудационных трапповых плато холодных и влажных гидротермических условий среднетаежный лиственничный травяно-моховый на верхнепалеозойских траппах с редкоостровным (общая площадь не более 30 %, мощность около 20 м) развитием многолетнемерзлых пород; 5 – Катангский отрогов Ангарского кряжа контрастных гидротермических условий среднетаежный лиственничный кустарничково-зеленомошный на песчаниках, алевролитах каменноугольной системы и верхнепалеозойских траппах с редкоостровным развитием многолетнемерзлых пород; 6 – Непский низких плато с трапповыми формами рельефа контрастных гидротермических условий среднетаежный светлохвойный кустарничково-зеленомошный и горно-таежный светлохвойный с кедром и елью травяно-зеленомошный на верхнепалеозойских траппах с островным (общая площадь около 50 %, мощность до 50 м) развитием многолетней мерзлоты; 7 – Нижнетунгусский плоских низких междуречий холодных и влажных гидротермических условий среднетаежный лиственничный с примесью ели, кедра ерниковый и сосновый кустарничково-зеленомошный на юрских и кембрийских песчаниках, алевролитах с прерывистым (общая площадь до 90 %, мощность до 100 м) распространением многолетнемерзлых пород. III. Нижнеприангарская равнинная южнотаежная темнохвойная: 8 – Када-Каменский равнинный теплых и влажных гидротермических условий южнотаежный темнохвойный травяно-зеленомошный на юрских песчаниках со спорадическим распространением многолетнемерзлых пород; 9 – Кежменский возвышенно-равнинный с трапповыми формами рельефа контрастных гидротермических условий южно-таежный светлохвойный с кедром и елью травяно-зеленомошный и среднетаежный лиственничный литоморфный лишайниково-мохово-брусничный на триасовых вулканогенных породах с редкоостровным развитием многолетнемерзлых пород; 10 – Ката-Муринский возвышенно-равнинный глубоко расчлененный речными долинами с трапповыми формами рельефа влажных и контрастных термических условий южно-таежный светлохвойный травяно-зеленомошный с кедром на юрских песчаниках со спорадическим распространением многолетнемерзлых пород; 11 – Бирюсинско-Муринский низких плато контрастных гидротермических условий южно-таежный темнохвойный водораздельный и подтаежный травяный (по долинам крупных рек) на песчаниках, темнохвойный и подтаежный светлохвойный травяный по долинам крупных рек на песчаниках, алевролитах, известняках ордовикской системы со спорадическим распространением многолетнемерзлых пород. IV. Среднеприангарская возвышенно-равнинная южно-таежная сосновая и темнохвойная: 12 – Илимский низкогорный влажных и прохладных гидротермических условий южно-таежный сосновый бруснично-разнотравно-зеленомошный, на водоразделах и вдоль речных долин темнохвойный мелкотравно-зеленомошный на песчаниках, алевролитах каменноугольной системы с редкоостровным развитием многолетнемерзлых пород; 13 – Эдучанка-Чунский возвышенно-равнинный контрастных гидротермических условий южно-таежный лиственнично-сосновый разнотравно-брусничный и лиственнично-еловый (по долинам) осоково-голубично-моховый, на водораздельных плато светлохвойно-темнохвойный и мелколиственный мелкотравно-зеленомошный на песчаниках и алевролитах силурийской системы с редкоостровным развитием

многолетнемерзлых пород; 14 – Кова-Бирюсинский низкогорный контрастных гидротермических условий подгорный подтаежный светлохвойный травяной и южно-таежный темнохвойный мелкотравно-зеленомошный, елово-пихтовый крупнотравный наветренных склонов на песчаниках, алевролитах, гравелитах, известняках ордовикской системы с сезонномерзлыми грунтами; 15 – Илиро-Топорокский возвышенно-равнинный контрастных гидротермических условий южно-таежный темнохвойный мелкотравно-зеленомошный и горно-таежный кедрово-пихтовый травяной на триасовых вулканогенных породах и песчаниках, алевролитах, доломитах силурийской системы со спорадическим распространением многолетнемерзлых пород; 16 – Ия-Окинский возвышенно-равнинный контрастных гидротермических условий подтаежный светлохвойный травяной и горный лиственнично-темнохвойный кустарничково-зеленомошный на песчаниках, алевролитах, доломитах силурийской системы со спорадическим распространением многолетнемерзлых пород.

Б. Южно-Сибирская горная область.

V. Канско-Ачинская оstepненная подгорно-подтаежная: 17 – Усолкаский подгорно-равнинный сухих и теплых гидротермических условий подтаежный сосновый травяно-брусничный и разнотравно-крупнозлаковый степной северо-азиатского типа на песчаниках, алевролитах каменноугольной системы с сезонномерзлыми грунтами; 18 – Бирюсинский приподнятых равнин сухих и теплых гидротермических условий подтаежный светлохвойно-мелколиственный травяной и ковыльно-житняковый степной центрально-азиатского типа на юрских песчаниках и известняках девонской системы с сезонномерзлыми грунтами; 19 – Канский подгорный равнинный сухих и теплых гидротермических условий подтаежный сосново-мелколиственный травяной, таежный светлохвойный травяно-брусничный и разнотравно-крупнозлаковый степной северо-азиатского типа на юрских песчаниках и известняках девонской системы с сезонномерзлыми грунтами. VI. Верхнеприангарская подгорная подтаежная и степная: 20 – Уда-Китойский озерно-аллювиальный равнинный внутренних дельт контрастных гидротермических условий сосновый травяно-брусничный и болотный кустарничково-осоково-моховый на юрских песчаниках и четвертичных отложениях со спорадическим распространением многолетнемерзлых пород; 21 – Ангаро-Окинский равнинный сухих и теплых гидротермических условий сосновый травяной подтаежный и лугово-степной разнотравно-крупнозлаковый на юрских песчаниках и кембрийских карбонатных отложениях с сезонномерзлыми грунтами; 22 – Оса-Кудинский равнинный слаборасчлененный сухих и теплых гидротермических условий подтаежный сосновый травяной на юрских песчаниках с сезонномерзлыми грунтами. VII. Предсаянская горно-таежная темнохвойная: 23 – Туманшет-Иркутный низких слабо расчлененных хребтов с округлыми гребнями холодных и влажных гидротермических условий горно-таежный пихтово-кедровый кустарничково-мелкотравно-зеленомошный на кембрийских терригенных отложениях со спорадическим распространением многолетнемерзлых пород; 24 – Ангаро-Китойский озерно-аллювиальных равнин и плоских междуречий холодных и сухих гидротермических условий горно-таежный сосновый рододендроновый травяно-брусничный на юрских песчаниках со спорадическим распространением многолетнемерзлых пород; 25 – Тагул-Иркутный низко- и среднегорный с округлыми вершинами междуречий контрастных гидротермических условий горно-таежный кедровый с елью и лиственницей кустарничково-зеленомошный на протерозойских кристаллических сланцах, кварцитах, алевролитах с редкоостровным развитием многолетнемерзлых пород.

В. Байкало-Джугджурская горно-таежная область.

VIII. Илимская темнохвойно-таежная плоскогорная: 26 – Ока-Коченгинский возвышенно-равнинный влажных и прохладных гидротермических условий южно-таежный темнохвойный травяно-зеленомошный на песчаниках, гравелитах ордовикской системы со спорадическим распространением многолетнемерзлых пород; 27 – Купа-Ленский возвышенно-равнинный холодных и влажных гидротермических условий горно-таежный кедровый с пихтой кустарничково-мелкотравно-зеленомошный на алевролитах и красноцветных отложениях ордовика с редкоостровным развитием многолетнемерзлых пород. IX. Ленская плоскогорная темнохвойно-таежная: 28 – Илга-Таюрский высокого сводообразного плато глубоко расчлененный долинами рек контрастных гидротермических условий горно-таежный лиственнично-кедровый с елью кустарничково-мелкотравно-зеленомошный по вершинам водоразделов и горно-таежный лиственничный ерниковый на алевролитах и песчаниках ордовика с островным развитием многолетнемерзлых пород; 29 – Тауро-Витимский Приленского плато контрастных гидротермических условий южно-таежный кедрово-еловый с пихтой голубично-мелкотравно-зеленомошный и подтаежный светлохвойный крупных речных долин на алевролитах и красноцветных отложениях ордовика и четвертичных отложениях со спорадическим распространением многолетнемерзлых пород. X. Онотская остепненная подгорноподтаежная: 30 – Куда-Ангинский подгорно-долинный сухих и теплых гидротермических условий сосново-лиственничный злаково-разнотравный остепненный и мелкодерновинно-злаковый галофитный степной центрально-азиатского типа на соленосных, карбонатных и гипсовых отложениях кембрия с сезонномерзлыми грунтами; 31 – Илга-Верхнутурский подгорный холмисто-грядовый холодных и сухих гидротермических условий горно-таежный лиственничный с кедром и елью ерниковый на кембрийских терригенных отложениях с редкоостровным развитием многолетнемерзлых пород. XI. Предбайкальская горно-таежная темнохвойная: 32 – Лено-Бугульдейский предгорный полого-холмистых возвышенностей контрастных гидротермических условий южно-таежный кедровый с пихтой чернично-травяно-зеленомошный и горно-таежный лиственнично-кедровый ерниковый на протерозойских кварцитах, алевролитах, песчаниках и кембрийских терригенных отложениях со спорадическим распространением многолетнемерзлых пород; 33 – Лено-Окунайский предгорный полого-холмистых возвышенностей холодных и сухих гидротермических условий таежный лиственничный с елью и кедром мелкотравно-зеленомошный на протерозойских алевролитах, песчаниках и кембрийских терригенных отложениях с редкоостровным развитием многолетнемерзлых пород; 34 – Анга-Ульканский подгорный полого-холмистых возвышенностей и межгорных понижений холодных и влажных гидротермических условий таежный кедрово-лиственничный с примесью ели кустарничково-моховый на кембрийских терригенных отложениях с редкоостровным развитием многолетнемерзлых пород; 35 – Лено-Большечуйский предгорный холмисто-грядовых возвышенностей холодных и влажных гидротермических условий таежный елово-кедровый с лиственницей кустарничково-зеленомошный на протерозойских кристаллических сланцах, алевролитах, песчаниках с островным развитием многолетнемерзлых пород.

### **Представления об этапах эволюции тайги**

Вопрос о времени возникновения и развитии таежных геосистем и в настоящее время остается дискуссионным. Анализируя структуру и природный режим таежных геосистем, В. Б. Сочава [16] неоднократно отмечал молодость таежного типа ландшафта, сформировавшегося в антропогене и распространенного в умеренно-холодных и холодных регионах. Более того, по его мнению, существуют свидетельства, что таежные и перигляциально-степные, а также таежные и тундровые фации не только граничили в пространстве и сменяли друг друга во времени, но образовывали динамические системы в пределах одного ландшафта.

Вместе с тем отмечается разновозрастность и значительно большая древность отдельных компонентов, определяющих данный тип геосистем. Прежде всего, это относится к элементам биоты, тектоническим структурам. Так, существует мнение, что вплоть до плиоцена на юге Средней Сибири почти повсеместно на холмисто-увалистом рельефе с равномерным монотонным природным режимом в условиях теплого влажного климата были распространены широколиственные леса тургайского типа. Высокие гидротермические показатели способствовали распространению разнообразной полидоминантной древесно-кустарниковой растительности с участием некоторых современных хвойных пород. Их реликты находят в современной прибайкальской тайге [10], а П. Н. Крылов [13], включая в состав тайги формации елово-пихтовых лесов, сосновые боры, торфяно-болотную растительность, считал пихтово-еловый лес остатком древней флоры, дошедшей с третичного периода.

Неровности рельефа обуславливали возникновение температурных инверсий. В результате равнины оказывались значительно холоднее, чем горные склоны. Поэтому трансформация тургайских лесов в таежные происходила, прежде всего, на равнинах, в то время как склоны еще удерживали остаточные тургайские структуры. В связи с этим, по мнению В. Б. Сочавы [19], гипотеза происхождения тайги в горах не имеет универсального значения.

Согласно другой версии, таежный тип геосистем сформировался на основной части своего современного ареала непосредственно под влиянием геофизических воздействий, вызвавших формирование на севере внетропического пояса ледниковых покровов. В этом отношении тайга – порождение ледникового периода. Предполагается, что возникновение таежных геосистем на территории современной Арктики приурочено к концу неогена. На Крайнем Севере собственно тайга предшествовала гипоарктическому комплексу, возникновение которого относится к рубежу плиоцена-плейстоцена [23]. Сплошной покров хвойных пород как зона сместился в Ангариду с севера в плейстоцене, когда произошло общее похолодание климата, связанное с увеличением ледового покрова Полярного бассейна [12].

В связи со сменой ледниковых и межледниковых фаз таежные и перигляциальные степные геосистемы региона, а также таежные и тундровые сочетались в единой динамической системе. Непосредственно гранича в

пространстве, и сменяя друг друга во времени, они развивались парагенетически, что сказалось на многих особенностях современных таежных геосистем. Этому способствовало и развитие тайги на месте оледеневавших пространств, а также покрытых тундрой в фазу ее экспансии в плейстоцене.

Согласно следующей точке зрения, развиваемой школой сибирских географов во главе с В. Б. Сочавой [16, 19], начальным этапом развития тайги служит тот отрезок времени, когда между компонентами географической среды начали складываться отношения, по своему типу подобные тем, что характеризуют современную тайгу. Поэтому время происхождения тайги следует относить к антропогену, так как в предшествующие палеогеографические периоды не было интеграции природных режимов, подобно той, которая вообще определяет становление тайги.

### **Обсуждение результатов исследования**

Реконструкция прошлого таежных геосистем юга Средней Сибири была проведена на основе синтеза сведений, полученных из научных публикаций, содержащих информацию по вопросам палинологии, палеогеоморфологии, палеоклимата и др., а также геосистемного картографического анализа, изучения ландшафтов-аналогов. Оценка их разнообразных состояний позволяет выстроить определенную траекторию изменений межкомпонентных и межсистемных территориальных и временных взаимосвязей. Исследования показали, что истоки формирования таежных геосистем региона относятся к олигоцену, когда возникли условия, способствующие развитию тайги. Некоторые растения современной тайги являются выходцами из более древних формаций и имеют третичный возраст. Предшественником тайги был тургайский ландшафт. Развитие тайги происходило в несколько этапов.

С середины олигоцена интенсивность развития орогенических процессов и климатических изменений резко возрастает, достигая наибольших значений в плиоцене и четвертичном периоде. Формируются крупные поднятия на территории восточной и южной части Сибири. Оligocen знаменуется первым похолоданием, которое прогрессивно распространяется от полюса на юг. Оно сопровождается понижением средней январской температуры на 3 °C и уменьшением годовой суммы атмосферных осадков на 300 мм. К концу олигоцена в регионе происходит формирование умеренно-теплого климата. Леса с доминированием тропических элементов флоры, сформировавшиеся в условиях средиземноморского климата, заменяются широколиственными листопадными лесами из граба, ильма, березы, каштана с примесью хвойных (водяной сосны, болотного кипариса) и развитым ярусом крупнотравья. В пределах аллювиально-озерных низменностей в подгорных условиях юга региона появляются своеобразные «смешанные флоры», в составе которых имеются представители различных термических периодов.

В среднем миоцене продолжают похолодание и дальнейшая ксерофитизация климата ( $t_1 + 8$  °C;  $t_{VII} + 35$  °C;  $\Sigma_{MM} - 1500$  мм). В это время проис-



ходит формирование рода *Betula* в Прибайкалье. Оно считается одним из поздних центров развития данного рода, откуда березы начали распространяться на запад и восток [5].

К концу эпохи произошло заметное похолодание климата с последующей его аридизацией, о чем свидетельствуют климатические показатели:  $t_1$  0 °С... +3 °С;  $t_{VII}$  +30 °С;  $\Sigma_{mm}$  – 1200–1000 мм. Формируется умеренный климат со средними летними температурами на 7 °С ниже, чем в раннем и среднем миоцене, с постепенным увеличением сухости и четкой сезонной дифференциацией [3]. Флора позднего миоцена обедняется ввиду выпадения теплолюбивых (миртовые, ликвидамбар, платан) и требовательных к условиям увлажнения и затенения древесных пород (таксодиум, тис, бук и др.). Получают распространение дуб, бук, граб, вяз, липа, пихта, сосна, лиственница. Сплошная лесная зона распадается на отдельные массивы, постепенно редеющие и уменьшающиеся по площади.

На рубеже миоцена и плиоцена широколиственные породы были уже представлены теплоумеренными листопадными формами: лещина, граб, дуб и др. На юге региона распространяются формации сосновых боров, березняков, приспособленные к более интенсивному солнечному освещению, к возросшей сухости и зимним заморозкам, а на севере увеличиваются ареалы хвойных теплолюбивых пород (тсуга, пихта, ель).

Параллельно с этим трансформируется и литогенетический тип осадков: происходит смена господствующей кислой среды осадконакопления на щелочную, а также отмечается общее сокращение глинистого материала в осадочных толщах, накопление в бассейнах седиментации извести и отчасти кремнезема. В то же время практически прекращается угленакопление, в краевых прогибах платформы откладываются молассовые толщи.

Плиоцен охарактеризовался интенсивным похолоданием и усилением континентальности климата. Подъем хребтов и нагорий на востоке Сибири в конце раннего и начале среднего плиоцена привел к возникновению орографических преград, которые оказали влияние на циркуляцию атмосферы. Значительную роль стал играть Сибирский антициклон, который к концу плиоцена превратился в мощный циркуляционный фактор и повлиял на трансформацию геосистем. В системе атмосферной циркуляции усилился западный перенос воздушных масс. Плиоцен – узловым этапом дифференциации таежных типов геосистем региона. Продолжающееся похолодание климата определило формирование современной бореальной степной флоры [3].

В истории развития флор плиоцена отчетливо выделяются три этапа: ранне-, средне- и позднеплиоценовый, которые тесно связаны с общими климатическими изменениями. В начале плиоцена хвойно-широколиственные леса были преобразованы в хвойные леса таежного типа. В этот период климат тайги характеризуется резко выраженной сезонностью, продолжительной и холодной зимой, умеренным летом ( $t_1$  -5...-10 °С;  $t_{VII}$  +15...+20 °С;  $\Sigma_{mm}$  – 600–800 мм). Дальнейшее усиление дифференциации климата обусловило распад тайги на множество региональных ти-

пов. В западной части и в горах Южной Сибири, где сказывалось отдаленное океаническое влияние, получили развитие темнохвойно-таежные геосистемы, на большей части региона – светлохвойно-таежные, впоследствии – с доминированием лиственницы сибирской, наиболее приспособленной к условиям континентального климата.

Сильнейшая аридизация климата в конце раннего и начале среднего плейстоцена способствовала широкому распространению в регионе степной и полупустынной растительности. В южных аридных областях региона обострение континентальности климата нашло выражение в усилении процессов опустынивания – сокращении поверхностного стока, замещении лесов степями. Волна монгольской степной флоры хлынула по сквозным горным и речным долинам в регион, где степи заняли обширные пространства. В плейстоцене происходило, в основном, вытеснение лиственно-хвойных лесов луговыми и ковыльными степями [4, 7, 21]. Периоды расширения степей чередовались с повторными миграциями хвойно-лиственных лесов.

В это время оформился Байкало-Алтайский лесостепной комплекс. Считается, что формирование темнохвойной тайги и особых лесостепных геосистем с сосной и лиственницей происходило одновременно.

На рубеже неогенового и четвертичного периодов произошло существенное похолодание климата, связанное с увеличением ледового покрова Полярного бассейна. Это привело к оледенению гор, поскольку климатические условия не способствовали развитию покровного оледенения в регионе.

По мере похолодания неуклонно обострялись черты континентальности климата – нарастали амплитуды колебания температур, уменьшалась относительная влажность воздуха, сокращалось общее количество атмосферных осадков. Характерно появление и длительное сохранение снежного покрова, способствовавшего выхолаживанию и иссушению воздуха ( $t_1$  25 °С;  $t_{VII}$  +15 °С;  $\Sigma_{mm}$  – 400–600 мм). В этот период завершилось окончательное преобразование неморальных темнохвойных типов геосистем в таежно-темнохвойные современного облика, оформились светлохвойные геосистемы. С этим этапом связывают начало процесса деградации восточного рубежа ареала лиственницы сибирской и неуклонное распространение лиственницы даурской на запад и юг, а также остепнение хвойных лесов, унаследованное от их контакта с перигляциальными степями [3, 9]. При этом лиственница даурская, которая рассматривается как типичный представитель Байкало-Джугджурской физико-географической области [20], по мнению В. Н. Сукачева [20, с. 30], является сравнительно молодым прогрессивным видом, возникшим в регионе на границе плейстоцена и голоцена «не только в процессе миграции, но, весьма вероятно, и на месте путем постепенного видоизменения».

Во время сартанской ледниковой эпохи, которая иногда рассматривается как время максимального похолодания в регионе, произошло повсеместное развитие «подземного оледенения». Мерзлота распространялась до 48–49° с. ш. [8]. С многолетней мерзлотой сопряжено формирование эрников, развитых в северо-восточной части региона до верховий р. Илги.

Ерниковые заросли часто рассматриваются в качестве реликтов эпохи сплошного распространения вечной мерзлоты [14].

Изменение темнохвойной тайги проходило по линии флористического обеднения.

В перигляциальной области на периферии ледника в непосредственной близости от Байкала сформировался своеобразный темнохвойно-таежный комплекс с кедром сибирским, кедровым стлаником, кустарничковыми горно-тундровыми и гольцовыми формациями [3].

В оптимальную фазу межледниковья усложнилась морфологическая структура геосистем, унаследовавших реликты предыдущих эпох: ледяные прослой, линзы и клинья льда, карбонатные отложения и покровные толщи лессовидных суглинков, которые сформировались в условиях холодной степи. Дальнейшее изменение климата происходило в сторону потепления, но сухость осталась.

Голоцен – время становления современных геосистем. Этот период ознаменовался активизацией тектонических процессов и неоднократным изменением климатических условий. Суммы положительных температур в бореальное время составляли 800–1200 °С, в атлантическое время они возросли до 1200–1400 °С. Область распространения многолетней мерзлоты, по сравнению с Северной Евразией, на территории региона претерпела наиболее значительные изменения.

В раннем голоцене началось формирование светлохвойных типов геосистем, которые в среднем голоцене заняли всю территорию к востоку от Енисея (южнее 60° с. ш.).

В позднем голоцене завершается формирование современной ландшафтной структуры региона. В районах с дефицитом атмосферного увлажнения расселяется сосна. В целом по региону доминантами в структуре древесной растительности стали кедр, сосна, лиственница [2].

В горной области Енисейского кряжа обогащение растительности темнохвойными элементами началось в фазу климатического оптимума голоцена. Усиление ценоотической роли кедра датируется началом суббореального времени. Господство сосновых и сосново-лиственничных лесов на восточном склоне кряжа связано с похолоданием в конце суббореального и второй половине субатлантического времени.

На севере региона в атлантическое время среднетаежные лиственничные зеленомошные геосистемы заменили лиственнично-елово-кедровые, которые были широко распространены в первую половину суббореального времени, в фазу похолодания и увлажнения климата (малая ледниковая эпоха в горах южной Сибири) [3].

На правобережье Ангары, начиная со второй половины суббореального времени, происходит замена геосистем с доминированием темнохвойных пород сосново-лиственничными южно-таежными. Распространение последних в современных условиях связано с показателями теплообеспеченности 1600–1800 °С [22].

Формирование современных геосистем левобережья Ангары началось во второй половине суббореального времени и происходило аналогично региональному.

Подгорные районы южной части территории как в бореальное, так и в атлантическое время были представлены сосново-березовыми травяными геосистемами с фрагментами степей. Сейчас распространение тех и других определяется интервалом положительных температур 1800–2000°, с разницей лишь в условиях увлажнения.

Таким образом, основная историческая тенденция развития таежных геосистем региона сопряжена с усилением процессов аридизации, континентальности климата и развитием рельефа (рис. 2). По данным В. М. Синицына [15], разница температур самого жаркого и самого холодного месяцев, характеризующая степень континентальности климата, составляла для района оз. Байкал в позднем миоцене 16 °С, в плиоцене – 25 °С, в голоцене – 40 °С. За этот период произошло изменение флоры региона, которое выразилось в постепенном ее обеднении, вытеснении лиственных лесов хвойными, появлении и значительном расширении степных геосистем [6].

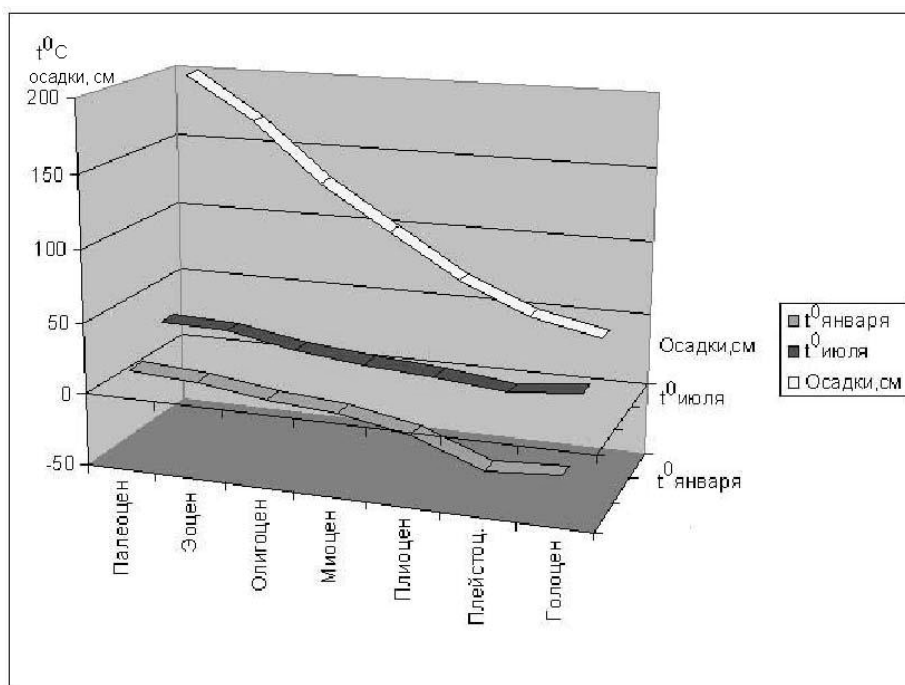


Рис. 2. Изменение температуры воздуха и количества осадков в течение кайнозойской эры на юге Средней Сибири

На современном этапе для всей Сибири характерен только деградирующий тип мерзлоты [8]. Кроме того, по оценкам зарубежных экспертов в центральной и юго-восточной части региона фиксируется один из самых высоких трендов потепления климата на Земле (до +3,5 °С за 100 лет) [24].

На фоне потепления климата практически все метеостанции региона регистрируют тенденцию уменьшения годовых сумм осадков с трендом от -0,316 до -1,335 и повышение температуры почвы, что вызывает постепенную деградацию островов многолетнемерзлых пород.

### Заключение

Таким образом, особенности развития геосистем региона и их территориальной дифференциации определились под воздействием длительного развития процесса аридизации.

Возможность быстрых структурных преобразований геосистем отчетливо возрастает от западной части региона к центральной и восточной. Темнохвойно-таежные геосистемы, расположенные в экотонной полосе со светлохвойными, как и светлохвойные на границе с лугово-степными, обладают слабым компенсационным механизмом воздействиям, что определяет возможность их быстрой структурной перестройки при любом нарушении сложившихся взаимосвязей.

Память о прошлом, зафиксированная в современной структуре геосистемы через разнообразие, своеобразие элементов и их взаимосвязи, играет роль катализатора, позволяющего существенно ускорить эволюцию, не повторяя длительный исторический путь отбора. Это фактор сокращения времени преобразования геосистем. Трансформация геосистем, вероятно, будет повторять зафиксированные в памяти этапы, проходить по ранее пройденному и знакомому «маршруту», если только не произойдет изменение физико-географических условий, резко отличных от предыдущих. Фиксация этапов эволюционного развития геосистемы дает возможность многовариантного прогноза ее будущего состояния в зависимости от ожидаемых изменений физико-географических условий.

### Список литературы

1. *Абаимов А. П.* Лиственницы Гмелина и Каяндера / А. П. Абаимов, И. Ю. Коропачинский – Новосибирск : Наука, 1984. – 121 с.
2. *Безрукова Е. В.* Высокорастворимая динамика палеоклиматов Восточной Сибири для раннего и среднего плейстоцена по материалам палинологического исследования Байкальских осадков / Е. В. Безрукова, П. П. Летунова // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42, № 1–2. – С. 98–107.
3. *Белова В. А.* Растительность и климат позднего кайнозоя юга Восточной Сибири / В. А. Белова – Новосибирск : Наука, 1985. – 160 с.
4. *Боголепов К. П.* К истории развития третичной растительности в нижнем Приангарье / К. П. Боголепов // Бот. журн. – 1956. – № 11. – С. 122–128.
5. *Волкова В. С.* Плиоцен-раннеплейстоценовые изменения климата в Северной Азии / В. С. Волкова, Ю. П. Баранова // Геология и геофизика. – 1980. – № 7. – С. 43–52.
6. *Гричук М. П.* История растительности в бассейне Ангары / М. П. Гричук // Доклады АН СССР. – 1955. – Т. 102, № 2. – С. 89–93.

7. *Думитрашко Н. В.* Палеогеография Средней Сибири и Прибайкалья / Н. В. Думитрашко, Л. Г. Каманин // Тр. Ин-та 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. *Дылис Н. В.* Лиственница Восточной Сибири и Дальнего Востока / Н. В. Дылис. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 209 с.
10. *Епова Н. А.* Реликты широколиственных лесов в пихтовой тайге Хамар-Дабана / Н. А. Епова // Изв. биол.-геогр. науч.-исслед. ин-та при Иркут. гос. ун-те. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 1956. – Т. 16, вып. 1–4. – С. 25–61.
11. *Исаченко А. Г.* Ландшафтоведение и физико-географическое районирование / А. Г. Исаченко – М. : Высш. шк., 1991. – 370 с.
12. *Криштофович А. Н.* Происхождение флоры Ангарской суши / А. Н. Криштофович // Материалы по истории флоры и растительности СССР. – М. ; Л., 1958. – Т. 3. – С. 7–41.
13. *Крылов П. Н.* Тайга с естественноисторической точки зрения. Научные очерки Томского края / П. Н. Крылов. – Томск, 1898. – 15 с.
14. *Надеждин Б. В.* Лено-Ангарская лесостепь (почвенно-географический очерк) / Б. В. Надеждин. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 314 с.
15. *Синицын В. М.* Древние климаты Евразии. Ч. 1 / В. М. Синицын. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1965. – 168 с.
16. *Сочава В. Б.* Географические аспекты сибирской тайги / В. Б. Сочава. – Новосибирск : Наука, 1980. – 256 с.
17. *Сочава В. Б.* Геотопология как раздел учения о геосистемах / В. Б. Сочава // Топологические аспекты учения о геосистемах. – Новосибирск : Наука, 1974. – С. 3–86.
18. *Сочава В. Б.* К теории классификации геосистем с наземной жизнью / В. Б. Сочава // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. – 1972. – Вып. 34. – С. 3–14.
19. *Сочава В. Б.* Тайга как тип природной среды / В. Б. Сочава // Южная тайга Приангарья. – Л. : Наука, 1969. – С. 4–32.
20. *Сукачев В. Н.* К истории развития лиственниц / В. Н. Сукачев // Лесное дело. – Л. ; М., 1924. – С. 12–44.
21. *Тюлина Л. Н.* Из истории растительного покрова северо-восточного побережья Байкала / Л. Н. Тюлина // Проблемы физической географии. – М. : Наука, 1950. – Сб. 15. – С. 62–67.
22. Эколого-фитоценотические комплексы Азиатской России (опыт картографирования) / под ред. В. Б. Сочавы. – Иркутск, 1977. – 197 с.
23. *Юрцев Б. А.* Гипоарктический ботанико-географический пояс и происхождение его флоры / Б. А. Юрцев. – М. ; Л. : Наука, 1966. – 95 с.
24. Climate Change Impacts. Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific – Technical Analyses. – Cambridge Univ. Press, 2008. – P. 260–265.

## The main stages of the development of taiga geosystems in the south of the Middle Siberia

T. I. Konovalova, G. V. Rudenko

**Annotation.** This paper outlines the methodology and results from investigating the evolutionary transformation of taiga geosystems in the south of the Middle Siberia. The results obtained in this study are aimed at solving a fundamental problem of investigating and monitoring the state of the natural environment of the regions and forecasting associated changes.

**Key words:** taiga, geosystems, development, forecasting.

*Коновалова Татьяна Ивановна*  
кандидат географических наук, доцент  
старший научный сотрудник  
Институт географии им. В. Б. Сочавы  
СО РАН  
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1  
тел.: (3952) 42-74-72

*Руденко Галина Владимировна*  
кандидат географических наук, доцент  
заведующая кафедрой физической  
географии и геоэкологии  
Иркутский государственный университет  
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
тел.: (3952) 52-10-95