

Опыт выделения современных и древних снежников горного массива Мунку-Сардык

С.Н. Коваленко¹, И.И. Гергенов²

¹Иркутский государственный университет, геологический факультет, г. Иркутск, Россия

²Педагогический институт Иркутского государственного университета, г. Иркутск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются снежники горного массива Мунку-Сардык их местоположение как латеральном, высотном отношении, так и в геоисторической ретроспективе в течении всех регрессивных стадий оледенения территории с 24 тыс. летнего рубежа до ныне. Выделяется три генетических типа и приводятся карты их распределения на исследуемой территории с указанием мест распространения одновозрастных высокоствольных лесов.

Ключевые слова: горный массив Мунку-Сардык, снежники, стадии регрессивного оледенения, высотная региональная снежная граница, граница леса.

Experience of highlighting modern and ancient snowfields of the Munku-Sardyk mountain range

S.N. Kovalenko, I.I. Gergenov

¹Irkutsk State University, geological faculty, Irkutsk, Russia

²Pedagogical Institute of Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Abstract. The article examines the snowfields of the Munku-Sardyk mountain range and their location both laterally, altitudinally and in geohistorical retrospective during all regressive stages of glaciation of the territory from the 24 thousand year mark to the present. Three genetic types are distinguished and maps of their distribution in the study area are given, indicating the places of distribution of single-age high-trunk forests.

Keywords: Munku-Sardyk mountain range, snowfields, stages of regressive glaciation, high-altitude regional snow boundary, forest boundary.

Первые сохранившиеся геоморфологические формы рельефа, сформированные снежниками в высокогорном районе хр. Мунку-Сардык, следует искать в перигляциальных областях Окинских прогрессивных ледников, показанных белым цветом на карте рис. 1.

Снежники, снежные лавины и физическое выветривание здесь по сравнению с остальными гляциально-нивальными процессами играют основную роль хотя и имеют самую маленькую долю в общем литопереносе горного массива. Присутствие снега определяет границы распространения гляциально-нивалых структур в пределах вертикальной

геокриологической зональности регрессивного этапа оледенения Мунку-Сардыкского горного массива (Коваленко, Мункоева, 2013). Снег играет заметную роль в формировании ледников, каменных глетчеров, наледей и мерзлотно-каменных горных потоков, но настоящие, классические снежники (как их определяет современная наука), выделяются только выше развития современных ледниковых систем: открытых ледников (Перетолчина, Радде, Южный, Пограничный) и каменных глетчеров. Эти снежники в результате лавинно-метелевого переноса, следует разделять на три подвида.

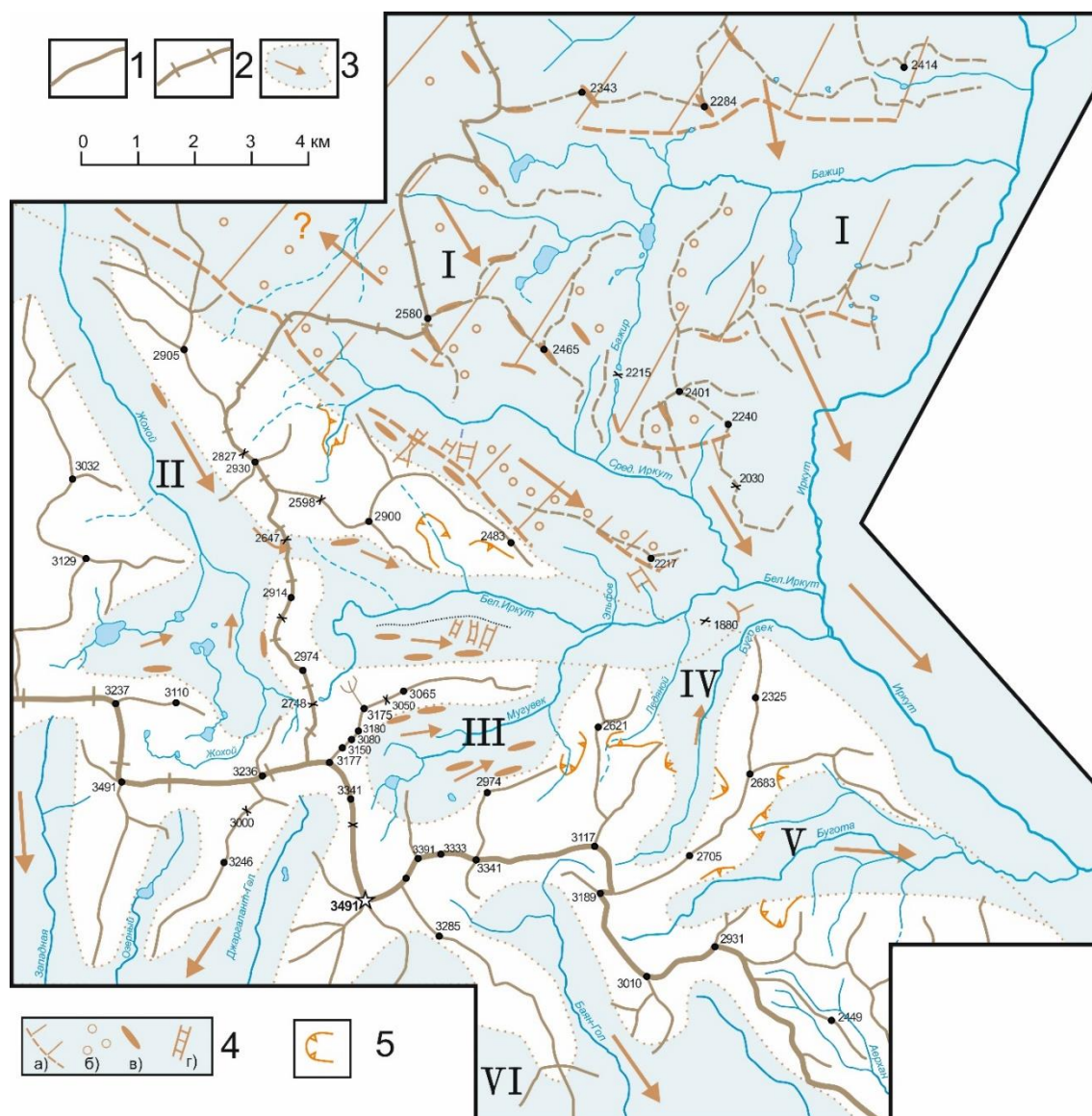


Рис. 1. Карта максимального оледенения Окинских ледников
1– хребты; 2– главный водораздельный хр. рр. Ока, Иркут и Селенги; 3– максимальные границы зырянского оледенения и направления движения ледников: I– Иркутского, II– Жохойского, III– Мугу-
векского, IV–Буговекского, V– Буготинского, VI–монгольских; 4– формы рельефа прогрессивных
Окинских ледников: а– плечи трогов, б– морены, в– курчавые скалы, г– эпигенетические долины; 5–
кары п/л 5СВУК — первые гляциальные формы рельефа, заложившиеся после термального голоцено-
вого максимума на перигляциальном типе рельефа

Fig. 1. Map of the maximum glaciation of the Okinsk glaciers
1– ridges; 2– main watershed chr. rr. Oka, Irkut and Selenga; 3– the maximum boundaries of the Zyryan
glaciation and the direction of movement of glaciers: I– Irkutny, II– Zhokhoysky, III– Muguveksky, IV–
Bugovek, V– Bugotinsky, VI– Mongolian; 4– forms of relief of progressive Okinsk glaciers: a– shoulders of
trog, b– moraines, c– curly rocks, g– epigenetic valleys; 5– cars p/g 5SVUK — the first glacial landforms
laid after the thermal Holocene maximum on the periglacial type of relief

Первый подвид формируется в скальных кулуарах выше открытых частей современных ледников, где они могут сохраняться несколько лет подряд, превращаясь через фирновую стадию в небольшие висячие леднички, которые в наших районах Восточного-Саяна, Байкальского и Баргузинского

хребтов могут существовать несколько лет, а потом бесследно стаять.

Второй подвид снежников формируется каждую зиму и располагается в непосредственной близости к верхней границе открытого льда ледников или на их поверхности, после фирновой стадии они ежегодно

превращаются в лёд и, увеличивая массу ледника, как бы не проходят стадию снежника.

Третий подвид снежников на нашей территории слагает своеобразные снежники-индикаторы наличия каменных глетчеров и являющихся, в следствие этого, неотъемлемой частью гляциально-ниваальной системы завершающей стадии эволюции мунку-сардыкских ледников. Эти снежники развиваются только в пределах верхних частей первых трёх стадий эволюции (Ивановский, 1981) каменных глетчеров и, после фирновой стадии, стаивают, пополняя своими талыми водами погребённые ледниковые массы в виде ежегодно формирующегося инфильтрационного льда.

Если с возникновением, развитием, исчезновением и местами нахождения снежников первого и второго подвидов перигляциальной (рельеф-I) и гляциальной зоны (рельеф-II) прогрессивного Окинского ледника все ясно, то снежники третьего подвида могли появиться только с началом отступления ледниковых языков Окинского ледника. А на нашей территории это могло произойти только с появлением конечных частей этого отступающего ледника в период появления ледниковых форм рельефа с 9 по 6СВУК, т. е. в областях развития современного рельефа-III, подледникового гляциального регрессивной стадии Окинского ледника (рис. 2).

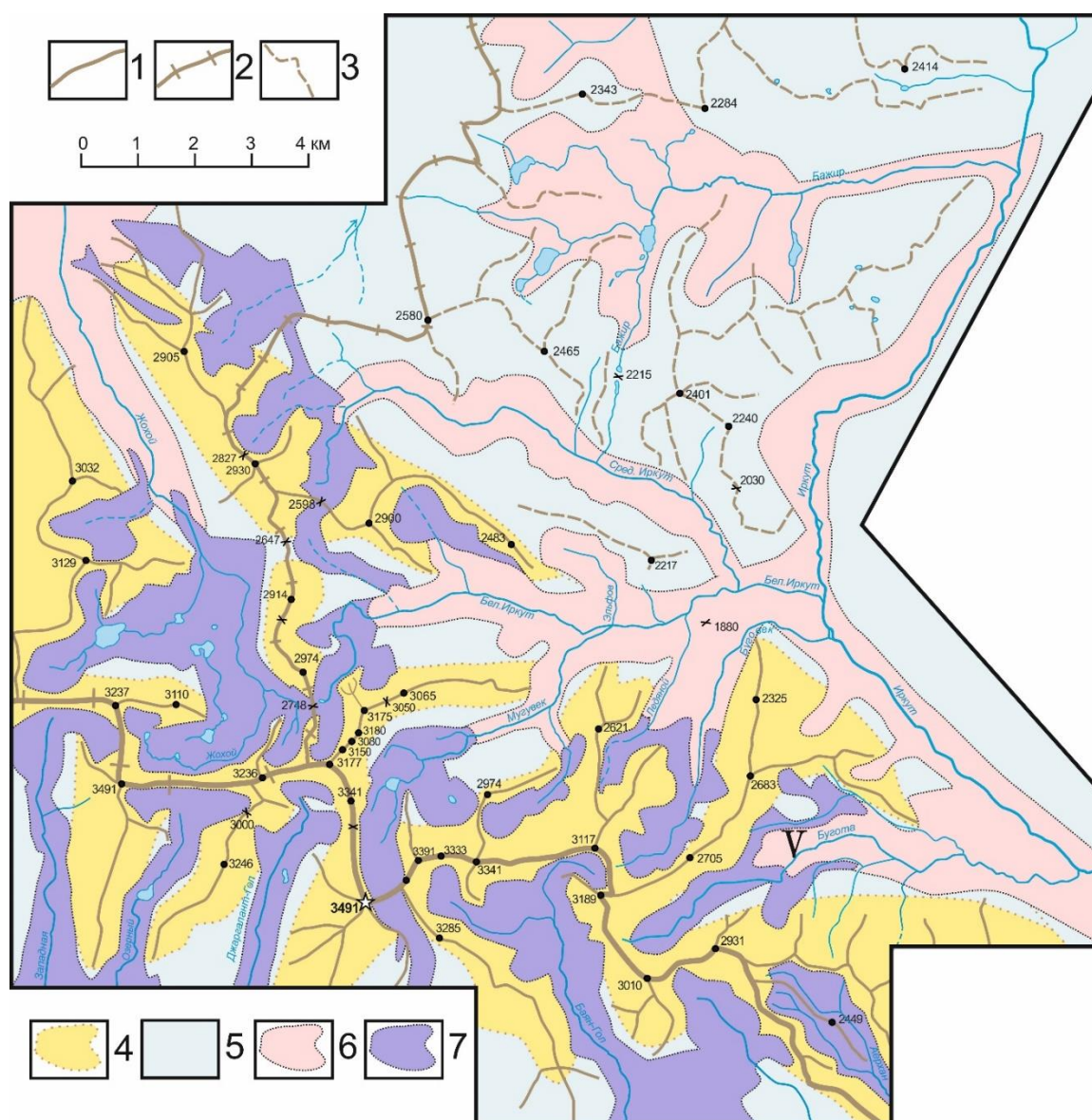


Рис. 2. Генетические типы и возраст гляциального рельефа района г. Мунку-Сардык (по Коваленко, 2014)

1– хребты; 2– главный водораздельный хр. рр. Оки, Иркуты и Селенги; 3– курчавые скалы Окинское плоскогорья; 4– рельеф-I, надледниковый перигляциальный; 5– рельеф-II подледниковый гляциальный прогрессивного Окинского ледника; 6– рельеф III, подледниковый гляциальный регрессивной стадии Окинского ледника; 7– рельеф-IV, подледниковый гляциальный регрессивной стадии Окинского ледника.

регрессивных стадий Окинского ледника; 7– рельеф-IV, подледниковый, гляциальный, сформированный после термического максимума

Fig. 2. Genetic types and age of the glacial relief of the Munku-Sardyk area after (Kovalenko, 2014)
1– ridges; 2– main watershed chr. rr. Oka, Irkut and Selenga; 3– curly rocks of the Okinsky Plateau; 4– relief-I, supraglacial periglacial; 5– relief-II subglacial glacial progressive Oka glacier; 6– relief III, subglacial glacial regressive stages of Oka glacier; 7– relief-IV, subglacial, glacial, formed after thermal maximum

Современные области местонахождения форм рельефа этих снежников нивальные ниши были распространены на высотах ниже, чем развивались ледники после термального максимума и, в соответствие с этим, могли быть ими значительно затушёваны или переработаны в ледниковые кары 5–1СВУК. В свою очередь эти ледника сопровождалась своими снежниками всех трёх подтипов, чем известно похвастать ледники 9–6СВУК не могли, т. к. при их существовании в гипсометрически верхних частях рельефа были распространены ещё нестывшие языки Окинского ледника. Достоверных результатов развития снежников (снежных ниш) на отступающих (освобождающихся из-под льда) территориях при допущении, что региональная снеговая граница могла быть ниже дна трогов ледников 9–6СВУК у нас нет. Но не затрагивая литературной научной полемики вопроса использования ледниковых каров и их ступенчатости для оценки величины депрессии снеговой линии хорошо и подробно рассмотренной А.Н. Ивановским для Алтая (1981, с. 54–55), мы этот метод попробуем использовать для своей территории для предварительной (рабочей) оценки высот снеговой линии разновозрастных каров с целью полевых и дистанционных поисков возможных нивальных геоморфологических форм рельефа, сопровождаемых каждый этап оледенения или отступления ледников.

Следуя методу реконструкции явлений и процессов прошлых эпох основанном на прямой аналогии с последующими историческими явлениями и процессами, в том числе и современными, называемом методом актуализма, то можно высчитать положение региональной снеговой линии для каждого СВУК, решая простейшую пропорцию.

Снежники первой фазы сартанского оледенения (24 тыс. лет назад)

Так для самого древнего и ниже всех палеогляциальных структур расположенного 8СВУК мы можем рассчитать положение региональной снежной границы C^{*8} , т. к. мы знаем, что при современном положении ледниковых каров L^1 на средней высоте 3033 м, их снежная граница C^{*1} лежит на высоте 2913.5 м (Коваленко, 2014, с. 27–29), а высота дна каров восьмого СВУК L^8 находится на средней высоте 1615 м. Решая нижеследующую пропорцию:

$$\begin{array}{rcl} C^{*1}=2913.5 \text{ м} & \text{—} & L^1=3033 \text{ м} \\ C^{*8} \text{ м} & \text{—} & L^8=1615 \text{ м} \\ C^{*8} \text{ м}=1551 \text{ м}, & & \end{array}$$

получаем, что от самых высоких частей гор нашей территории с верхней поверхности Окинского ледника до расчётной высоты 1551 м во время существования ледников 8СВУК могли находиться снежники, способные формировать нивальные ниши. При этом, учитывая фактические маршрутные данные, что современные снежники на нашей территории лежат значительно ниже своей расчётной высоты, в пределах нижерасположенных палеогляциальных структур как минимум до третьей ступени, т. е. в пределах форм рельефа 3СВУК. Это значительно расширяет вертикальный размах развития снежников 8СВУК до 1050 м и значительно выходит за нижние пределы вертикального размаха (2041 м) нашей территории равные 1450 м.

Возможную расчётную высоту границы леса $ГЛ^8$ можно легко рассчитать аналогично вышеописанной пропорции, т. к. мы знаем, что при современном положении ледниковых

каров Л¹ на средней высоте 3033 м, современная граница леса ГЛ¹ лежит на высоте 2100 м:

$$\begin{array}{lcl} \text{ГЛ}^1=2100 \text{ м} & \text{—} & \text{Л}^1=3033 \text{ м} \\ \text{ГЛ}^8 \text{ м} & \text{—} & \text{Л}^8 =1615 \text{ м} \\ \text{ГЛ}^8=1118 \text{ м.} \end{array}$$

Следовательно, граница леса во время развития гляциальных структур восьмого СВУК была также очень далеко от границ нашей территории (16–16.5 км к востоку по р. Иркут от пос. Монды или в 1 км выше по течению от устья р. Бол. Хара-Гол).

Снежники второй фазы сартанского оледенения (11 тыс. лет назад)

Аналогичные расчёты приводят к определению положения региональной снеговой линии С*⁷ для седьмого, портулановского СВУК при следующих параметрах:

высота ледниковых каров Л⁷ седьмого СВУК — 1976 м,

высота современных каров Л¹ современного СВУК — 3033 м,

высота современной снежной границы С*¹ — 2913.5 м,

$$\text{С}^{*1}=2913.5 \text{ м} \quad \text{—} \quad \text{Л}^1=3033 \text{ м}$$

$$\text{С}^{*7} \text{ м} \quad \text{—} \quad \text{Л}^7=1976 \text{ м}$$

$$\text{С}^{*7}=1898 \text{ м.}$$

Полученная высота снеговой линии 1898 м является нижней границей возможного формирования снежных ниш в это время. Верхняя граница по-прежнему определяется верхней поверхностью Окинского ледника, лежащая на высотах от 2600 м до 1600 м, и максимальными абсолютными высотами гор на нашей территории, т. е. теоретический размах развития снежников этого периода составляет 702 м, а практический до 1951 м.

Возможная граница леса ГЛ⁷ во время существования ледников 7СВУК составляла 1368 м, т. е. не достигала границ нашей территории, находясь в 14–15 км к востоку по автомобильному тракту:

$$\text{ГЛ}^1=2100 \text{ м} \quad \text{—} \quad \text{Л}^1=3033 \text{ м}$$

$$\text{ГЛ}^7 \text{ м} \quad \text{—} \quad \text{Л}^7 =1976 \text{ м}$$

$$\text{ГЛ}^7=1368 \text{ м.}$$

Снежники шестого, лесного СВУК (8 тыс. лет назад)

Расчёт вертикальных пределов развития снежников при существовании ледников шестого СВУК при следующих исходных параметрах:

высота ледниковых каров Л⁶ шестого СВУК — 2271 м,

высота современных каров Л¹ современного СВУК — 3033 м,

высота современной снежной границы С*¹ — 2913.5 м,

$$\text{С}^{*1}=2913.5 \text{ м} \quad \text{—} \quad =3033 \text{ м}$$

$$\text{С}^{*6} \text{ м} \quad \text{—} \quad \text{Л}^6=2271 \text{ м}$$

$$\text{С}^{*6}=2182 \text{ м,}$$

даёт нам величину снеговой линии С*⁶ равную 2182 м.

Это нижняя граница возможного формирования снежных ниш в это время. Верхняя граница по-прежнему определяется верхней поверхностью Окинского ледника и максимальными абсолютными высотами нашей территории, т. е. теоретический размах развития снежников этого периода составляет 518 м, а практический до 1876 м.

А возможная граница леса ГЛ⁶ достигала в это время высоты 1572 м, т. е. уже была в пределах границ нашей территории:

$$\text{ГЛ}^1=2100 \text{ м} \quad \text{—} \quad \text{Л}^1=3033 \text{ м}$$

$$\text{ГЛ}^6 \text{ м} \quad \text{—} \quad \text{Л}^6 =2271 \text{ м}$$

$$\text{ГЛ}^6=1572 \text{ м.}$$

В это время на исследуемой территории появился лес, который рос на уровне каровых площадок восьмого СВУК и ниже, а его верхняя граница в высотном отношении располагалась несколько ниже каровых площадок седьмого СВУК.

Гипертермальный интергляциал (7.5–6 тыс. лет назад)

В климатический максимум, когда вековой лес рос на высоте более 2600 м (высота произрастания, найденного нами в морене ствола древнего дерева диаметром более 1 м), ледники могли существовать только на высотах более 3607 м. Это следует опять же из решения простой пропорции. Так, если сейчас

граница леса находится высоте 2100 м, а ледники на высоте 3033 м, то ледники при границе леса на высоте 2600 м будут находиться на высоте 3755 м.

$$ГЛ^1=2100 \text{ м} \quad \text{—} \quad Л^1=3033 \text{ м}$$

$$ГЛ^{\text{терм}}=2600 \text{ м} \quad \text{—} \quad Л^{\text{терм}} \text{ м}$$

$$Л^{\text{терм}}=3755 \text{ м.}$$

Следовательно, в районе Окинского плоскогорья и хр. Мунку-Сардык никаких ледников в это время не наблюдалось, а могли только на высотах современного рельефа от 3491 м до 3375 м существовать условия для возникновения каменных глетчеров третьей стадии деградации, а ещё ниже до высоты 3185 м — четвертой стадии (см. рис. 4). Снежники же при этих гляциальных структурах могли наблюдаться до высоты 3375 м. В то время как аналогичные расчёты высоты теоретической снеговой линии во время климатического оптимума при вычисленном положении ледников дают её высоту 3607 м.

$$С*^1=2913.5 \text{ м} \quad \text{—} \quad Л^1=3033 \text{ м}$$

$$С*^{\text{терм}} \text{ м} \quad \text{—} \quad Л^{\text{терм}}=3755 \text{ м}$$

$$С*^{\text{терм}}=3607 \text{ м.}$$

Снежники пятого, лугового СВУК (5,5 тыс. лет назад)

Дальнейший анализ истории формирования рельефа района Мунку-Сардык позволяет установить, что с рубежа 5.5 тыс. лет на территории появились гляциальные формы рельефа пятого СВУК на высотах

примерно 2420 м, что даёт нижнюю величину региональной климатической высоты «снеговой границы» в то время 2325 м.

$$С*^1=2913.5 \text{ м} \quad \text{—} \quad Л^1=3033 \text{ м}$$

$$С*^5 \text{ м} \quad \text{—} \quad Л^5=2420 \text{ м}$$

$$С*^5=2325 \text{ м.}$$

Следовательно, на высотах, лежащих в средних пределах от 2325 до 2420 м, теоретически могли существовать снежники этого периода, а вертикальный размах их развития (теоретический) составлял 95 м, а практический распространялся до максимальных высот гор, т. е. мог составлять 1415 м.

Причем, как это видно из схемы распространения снежников во время существования ледников пятого СВУК (рис. 3), они нигде не накладывались на формы гляциального рельефа предыдущего этапа оледенения, что в конечном итоге и способствовало сохранению последних в современном рельефе. При этом в верхней перигляциальной области могли заложиться и первые гляциально-нивальные кары в местах будущей локализации отступающих ледников четвертого – первого СВУК. Впрочем, не исключена возможность, что в условиях постепенного похолодания в течение 1.5–2 тыс. лет они могли развиваться ещё раньше из гляциально-нивальных образований интергляциала (см. рис. 4).

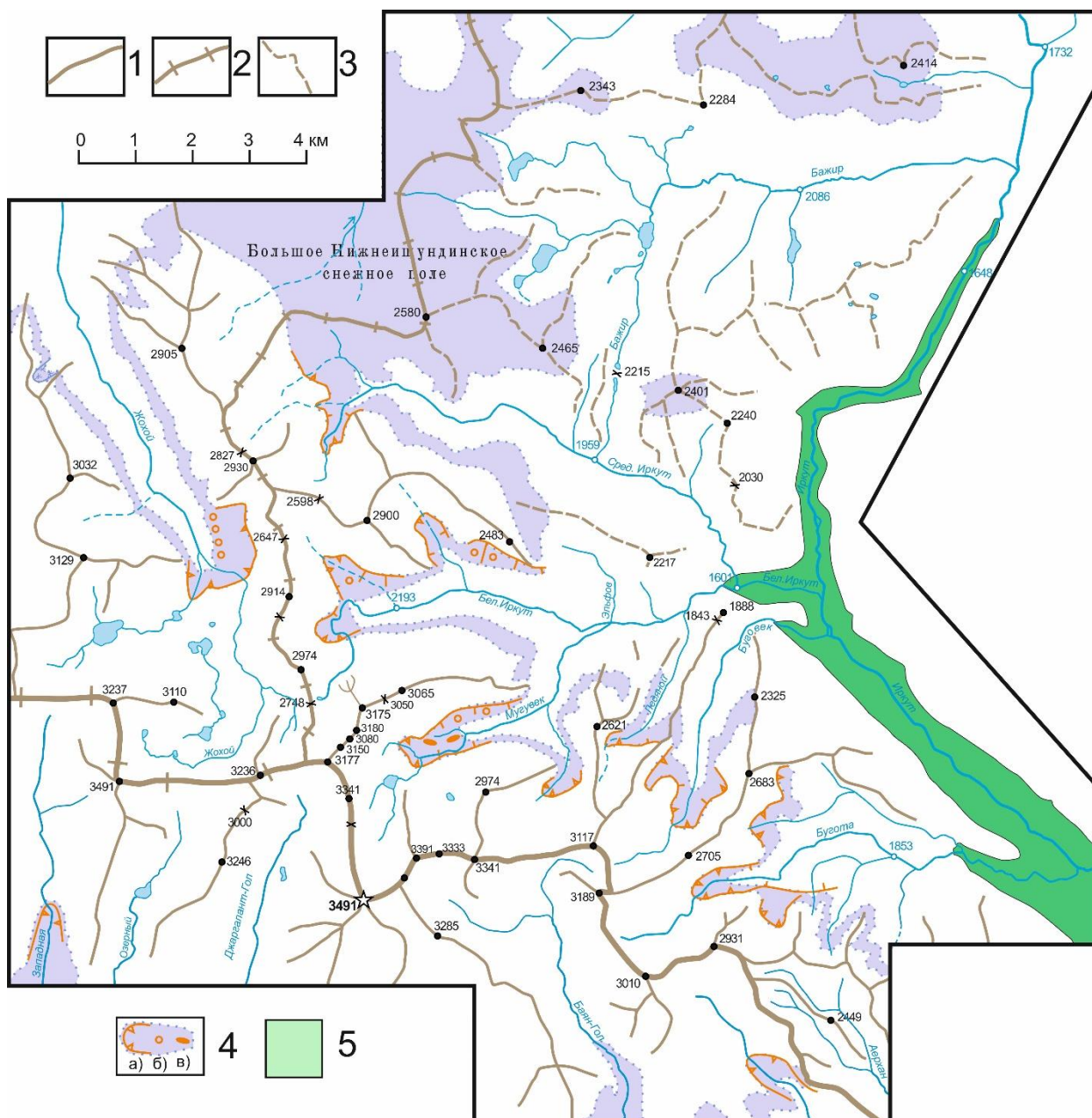


Рис. 3. Положение границы леса и распространение гляциально-нивалых образований пятого СВУК 1– хребты; 2– главный водораздельный хр. рр. Оки, Иркут и Селенги; 3– курчавые скалы Окинское плоскогорья; 4– гляциальные формы рельефа 5СВУК: а)– стенки каров, б)– морены, в)– бараньи лбы, цветом выделены теоретические области распространения снежников; 5– область распространения высокоствольных лесов

Fig. 3. Position of the forest boundary and distribution of glacial-nival formations of 5SVUK 1– ridges; 2– main watershed chr. rr. Oka, Irkut and Selenga; 3– curly rocks of the Okinsky Plateau; 4– glacial forms of relief 5SVUK: а)– walls of kars, б)– moraines, в)– mutton foreheads, the color highlights the theoretical areas of distribution of snowfields; 5– area of distribution of high-stem forests

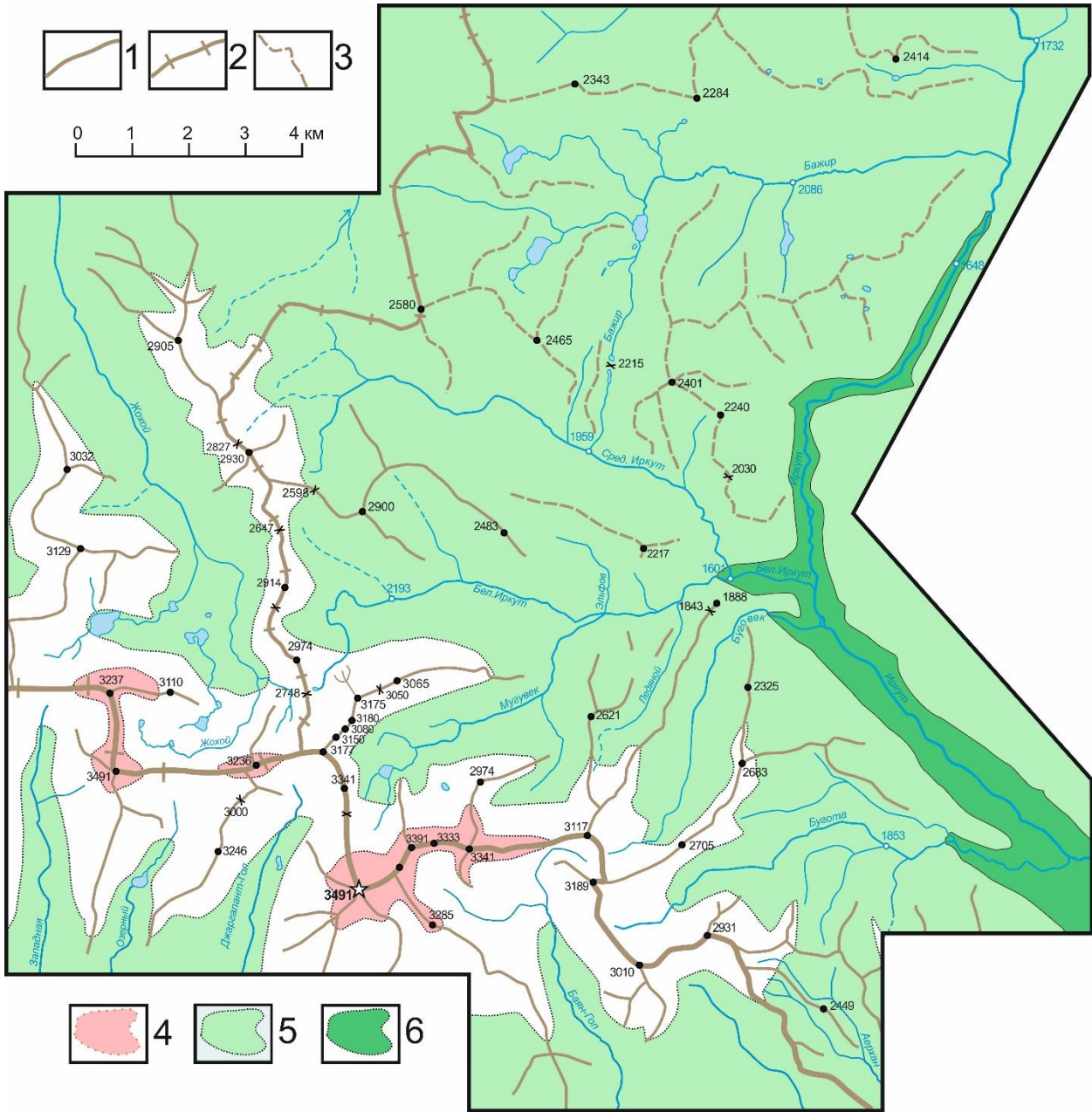


Рис. 4. Леса и гляциальные формы рельефа периода термального максимума (интергляциала)
1– хребты; 2– главный водораздельный хр. рр. Оки, Иркута и Селенги; 3– курчавые скалы Окинского плоскогорья; 4– гляциальные формы рельефа интергляциала; 5-6 области распространения высокоствольных лесов: 5– интергляциала; 6– ССВУК

Fig. 4. Forests and glacial landforms of the period of thermal maximum (interglacial)
1– ridges; 2– main watershed chr. rr. Oka, Irkut and Selenga; 3– curly rocks of the Okinsky Plateau; 4– glacial forms of interglacial relief; 5-6 areas of distribution of high-stem forests: 5– interglacial; 6– 5SVUK

Анализируя области распространения снежников этого этапа оледенения (см. рис. 3) были обнаружены дополнительные возможные места образования небольших каровых ледников этого периода: с северной стороны пика В. Красника (2621 м) на водоразделе руч. Ледяного и Бел. Иркута.

Граница леса в этот период опустилась с высоты 2600 м до высоты 1676 м (устье руч. Ледяного), так называемого тополиного рубежа, который до сих пор топодем не преодолен. Эта высота была рассчитана по следующим данным:

$$\Gamma\Lambda^1=2100 \text{ М} \quad \text{---} \quad \Lambda^1=3033 \text{ М}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{ГЛ}^5 \text{ м} & \text{—} & \text{Л}^5 = 2420 \text{ м} \\ \text{ГЛ}^5 = 1676 \text{ м.} & & \end{array}$$

Такое резкое опускание границы леса в этот период, привело к исчезновению полноценных высокоствольных лесов на громадной территории Восточного Саяна (рис. 4). В тоже время, наблюдая современное распределение полноценных высокоствольных столетних кедров до высотного уровня 1800 м, можно предположить, что граница леса во времена развития пятого СВУК могла быть несколько выше и нормальные таёжные нередуцированные леса могли ещё сохраняться на площадях развития дна каров седьмого СВУК, т. е. на абсолютных высотах до 1970 м.

В результате анализа топокарт и космоснимков площадного распространения предполагаемой зоны развития снежников было выявлено ряд интересных объектов. На пятом среднестатистическом уровне каров и трогов в левом борту долины р. Жохой была обнаружена снежная ниша, а в правом — две снежные ниши и прекрасный ледниковый кар, а также Большое Нижнеишундинское снежное поле, занимающее бывший ледораздел Окинско-го палеоледника (см. рис. 3).

Снежники четвёртого, мугуевского СВУК (2,4 тыс. лет назад)

Нивальные формы рельефа следующего уровня оледенения четвёртого СВУК с воз-
растом гляциальных форм рельефа 2.4 тыс. лет определяются вышеописанным методом решения пропорций количественных зависи-
мостей между следующими параметрами:

- средней абсолютной высотой Л^4 донных поверхностей каров 2521 м этого уровня,
- высотой дна каров современных ледников — 3033 м,
- высотой современной региональной снеговой линии — 2913.5 м,
- высотой современной границы леса — 2100 м.

Высота региональной снежной линии четвёртого СВУК получается в результате решения пропорции:

$$\begin{array}{lcl} \text{С}^1 = 2913.5 \text{ м} & \text{—} & \text{Л}^1 = 3033 \text{ м} \\ \text{С}^4 \text{ м} & \text{—} & \text{Л}^4 = 2521 \text{ м} \\ \text{С}^4 = 2422 \text{ м.} & & \end{array}$$

Причём, вне каров на плоских прямолинейных склонах наблюдаются узкие несколько выположенные площадки — своеобразные эмбриональные зачаточные снежные ниши.

Высоту границы леса ГЛ^4 во время развития ледников четвёртого СВУК получаем из решения пропорции:

$$\begin{array}{lcl} \text{ГЛ}^1 = 2100 \text{ м} & \text{—} & \text{Л}^1 = 3033 \text{ м} \\ \text{ГЛ}^4 \text{ м} & \text{—} & \text{Л}^4 = 2521 \text{ м} \\ \text{ГЛ}^5 = 1746 \text{ м.} & & \end{array}$$

Местоположение снежников с верхней абсолютной теоретической границей 2521 м и нижней — 2422 м нанесли на карту (рис. 5). Полученную картину можно прокомментировать следующим образом. Места благоприятного формирования снежников этого уровня на карте располагаются в виде полос. Эти снежники снабжали не только конжеляционным льдом каменные глетчеры первого и второго уровня развития этого гляциально-нивального уровня, но и обеспечивали их дополнительным каменным материалом. В основных карах или цирках этого уровня также могла происходить подпитка старых каровых глетчеров, но не только снегом, но и гляциальным льдом ледника, создавая условия для формирования возрождённых ледников, которые как бы подновляли стенки старых каров, от чего они иногда производят впечатление не столь древнего облика, а весьма свежего вида похожего на вышележащие молодые кары. Амплитуды такого смещения гляциально-нивальных границ четвёртого СВУК местами достигали 0.5–0.7 км по латерали и 0.5 км по высоте.

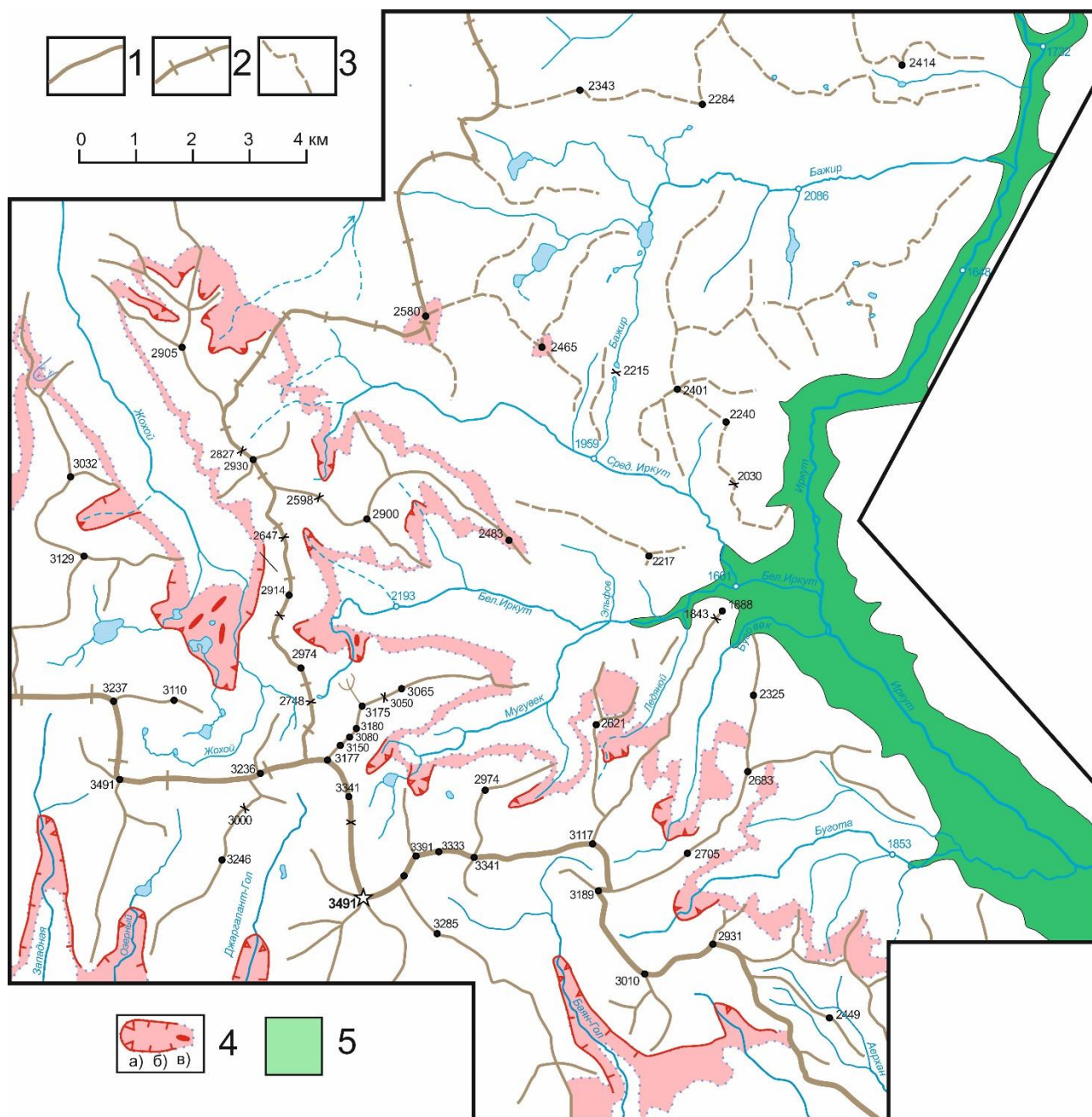


Рис. 5. Положение границы леса и распространение гляциально-нивалых образований четвертого СВУК

1– хребты; 2– главный водораздельный хр. рр. Оки, Иркут и Селенги; 3– курчавые скалы Окинско-го плоскогорья; 4– гляциальные формы рельефа 4СВУК: а)– стенки каров, б)– борта трогов, в)– бараньи лбы, цветом показаны теоретически рассчитанные области распространения снежников; 5– область распространения высокоствольных лесов

Fig. 5. Position of the forest boundary and distribution of glacial-nival formations of the fourth SVUK
1– ridges; 2 – main watershed chr. rr. Oka, Irkut and Selenga; 3– curly rocks of the Okinsky Plateau; 4– glacial forms of relief 4SVUK: а)– walls of kars, б)– sides of the trogs, в)– mutton foreheads, the color shows theoretically calculated areas of distribution of snowfields; 5– area of distribution of high-stem forests

Снежники третьего, эхойского (озёрного) СВУК (560 лет назад)

Нивальные формы рельефа третьего СВУК с возрастом гляциального рельефа 560 лет (рис. 6) были определены вышеописанным методом решения пропорций при количественных зависимостях между следующими параметрами:

средней абсолютной высотой донных поверхностей каров 2657 м этого уровня для российской территории и 2677 м — для монгольской,

высотой дна каров современных ледников — 3033 м,
 высотой современной региональной снеговой линии — 2913.5 м,
 высотой современной границы леса — 2100 м.

Высота региональной снежной линии C^3 третьего СВУК получается в результате решения пропорции:

$$\begin{aligned} C^1 &= 2913.5 \text{ м} & \text{—} & \text{Л}^1 = 3033 \text{ м} \\ C^3 &\text{ м} & \text{—} & \text{Л}^3 = 2667 \text{ м} \\ C^3 &= 2562 \text{ м.} \end{aligned}$$

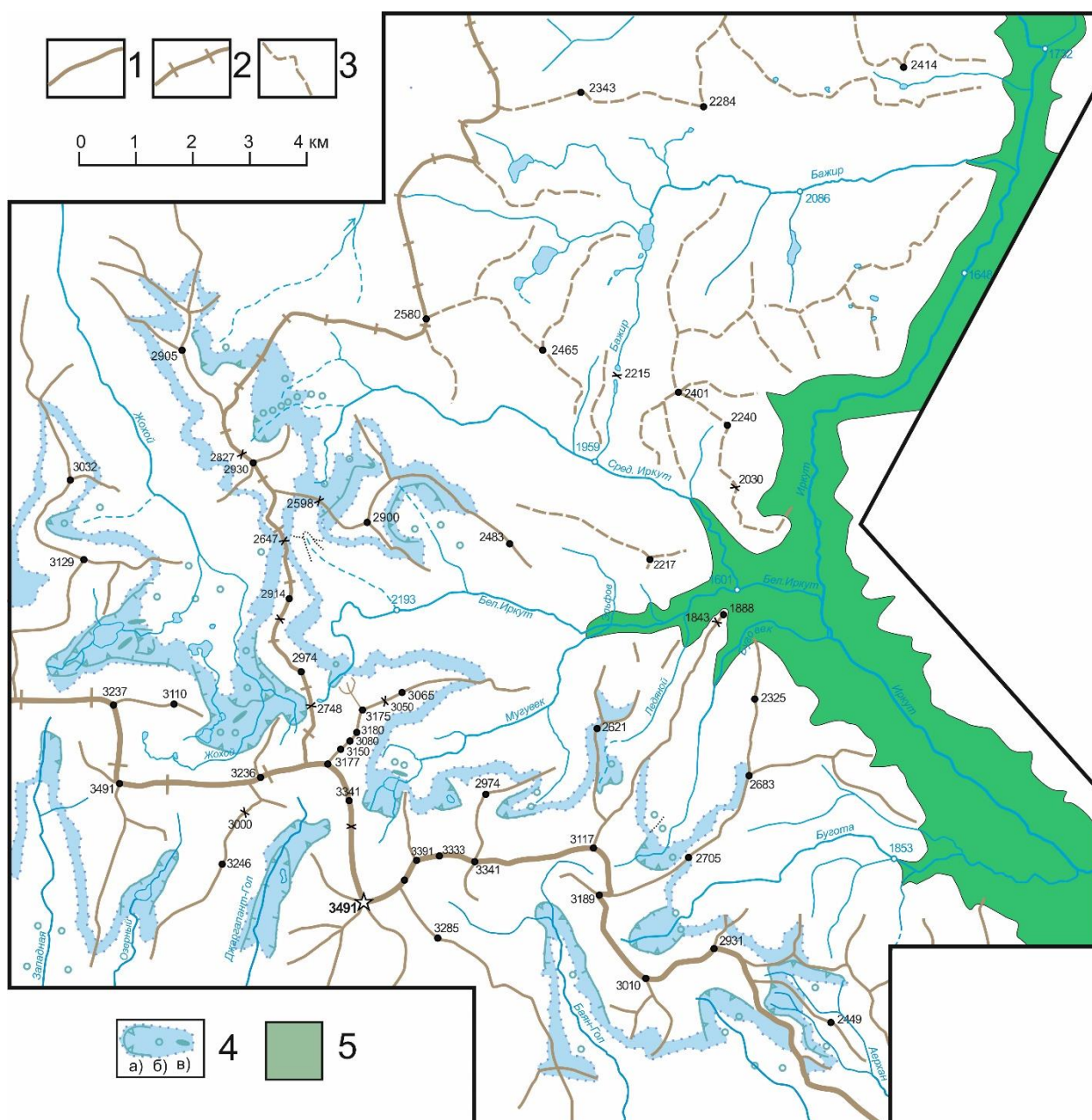


Рис. 6. Положение границы леса и распространение гляциально-нивалых образований третьего СВУК

1— хребты; 2— главный водораздельный хр. рр. Оки, Иркуты и Селенги; 3— курчавые скалы Окинско-го плоскогорья; 4— гляциальные формы рельефа 3СВУК: а) — стенки каров, б) — морены, в) — бараньи лбы,

цветом выделены теоретические области распространения снежников; 5— область распространения высокоствольных лесов

Fig. 6. The position of the forest boundary and the distribution of glacial-nival formations of 3SVUK 1— ridges; 2— main watershed chr. rr. Oka, Irkut and Selenga; 3— curly rocks of the Okinsky Plateau; 4— glacial forms of relief 3SVUK: a)– walls of kars, b)– moraines, c)– mutton foreheads, the color highlights the theoretical areas of distribution of snowfields; 5— area of distribution of high-stem forests

В соответствие с полученным значением снежной границы можно отнести к этому уровню недавно определенную нивальную нишу, сформированную снежником, названного нами снежником Красника с северной стороны пика В. Красника (2621 м) над денудационной частью осыпи Первых Бакалавров.

Вертикальная теоретическая амплитуда развития снежников этого уровня составляет 105 м, а практическая — 1071 м.

Высоту границы леса ГЛ³ во время развития ледников 3СВУК получаем из решения пропорции:

$$\begin{array}{lcl} \text{ГЛ}^1=2100 \text{ м} & \text{—} & \text{Л}^1=3033 \text{ м} \\ \text{ГЛ}^3 \text{ м} & \text{—} & \text{Л}^3=2667 \text{ м} \end{array}$$

$$\text{ГЛ}^3=1847 \text{ м.}$$

Верховья р. Жохой буквально были забиты снегом, который быстро превращался в гляциальный лёд, а движение последнего образовывали в это время здесь многоступенчатую каровую долину с минимальным количеством моренного материала. По обилию снега верховья Жохоя и сейчас находятся на первом месте. Только здесь можно ежегодно наблюдать свежие следы схода снежных лавин.

Снежники второго, древне-северного СВУК (310 лет назад)

Параметрические нивальные формы рельефа второго СВУК с возрастом гляциального рельефа 310 лет (рис. 7) были определены вышеописанным методом решения пропорций при следующих количественных зависимостях между параметрами:

средней абсолютной высотой донных поверхностей каров 2849 м этого уровня для российской территории и 2851 м — для монгольской,

высотой дна каров современных ледников — 3033 м,

высотой современной региональной снеговой линии — 2913.5 м,

высотой современной границы леса — 2100 м.

Высота региональной снежной линии 2СВУК получается в результате решения пропорции:

$$\text{С}^1=2913.5 \text{ м} \quad \text{—} \quad \text{Л}^1=3033 \text{ м}$$

$$\text{С}^2 \text{ м} \quad \text{—} \quad \text{Л}^2=2849 \text{ м}$$

$$\text{С}^2=2737 \text{ м.}$$

Высоту границы леса 1973 м во время развития ледников 2СВУК получаем из решения пропорции:

$$\text{ГЛ}^1=2100 \text{ м} \quad \text{—} \quad \text{Л}^1=3033 \text{ м}$$

$$\text{ГЛ}^2 \text{ м} \quad \text{—} \quad \text{Л}^2=2849 \text{ м}$$

$$\text{ГЛ}^2=1973 \text{ м.}$$

Снежники первого, современного (перетолчинского) СВУК (120 лет назад)

Параметры современных нивальных форм рельефа 1СВУК (рис. 8):

средняя абсолютная высота донных поверхностей каров 3033 м этого уровня для российской территории и 3063 м — для монгольской,

высота современной региональной снеговой линии — 2913.5 м,

высота современной границы леса — 2100 м.

При этом современные нивальные формы рельефа 1СВУК местами фиксируются довольно низко (до высоты 2667 м), что происходит, вероятнее всего, не из-за снижения снеговой линии, а за счёт охлаждающего воздействия каменных глетчеров 2СВУК, оставшихся от предыдущего этапа похолодания. В них до сих пор в большом количестве сохраняется лёд, который продолжает подпитываться за счёт атмосферных осадков и талых вод современных снежников.

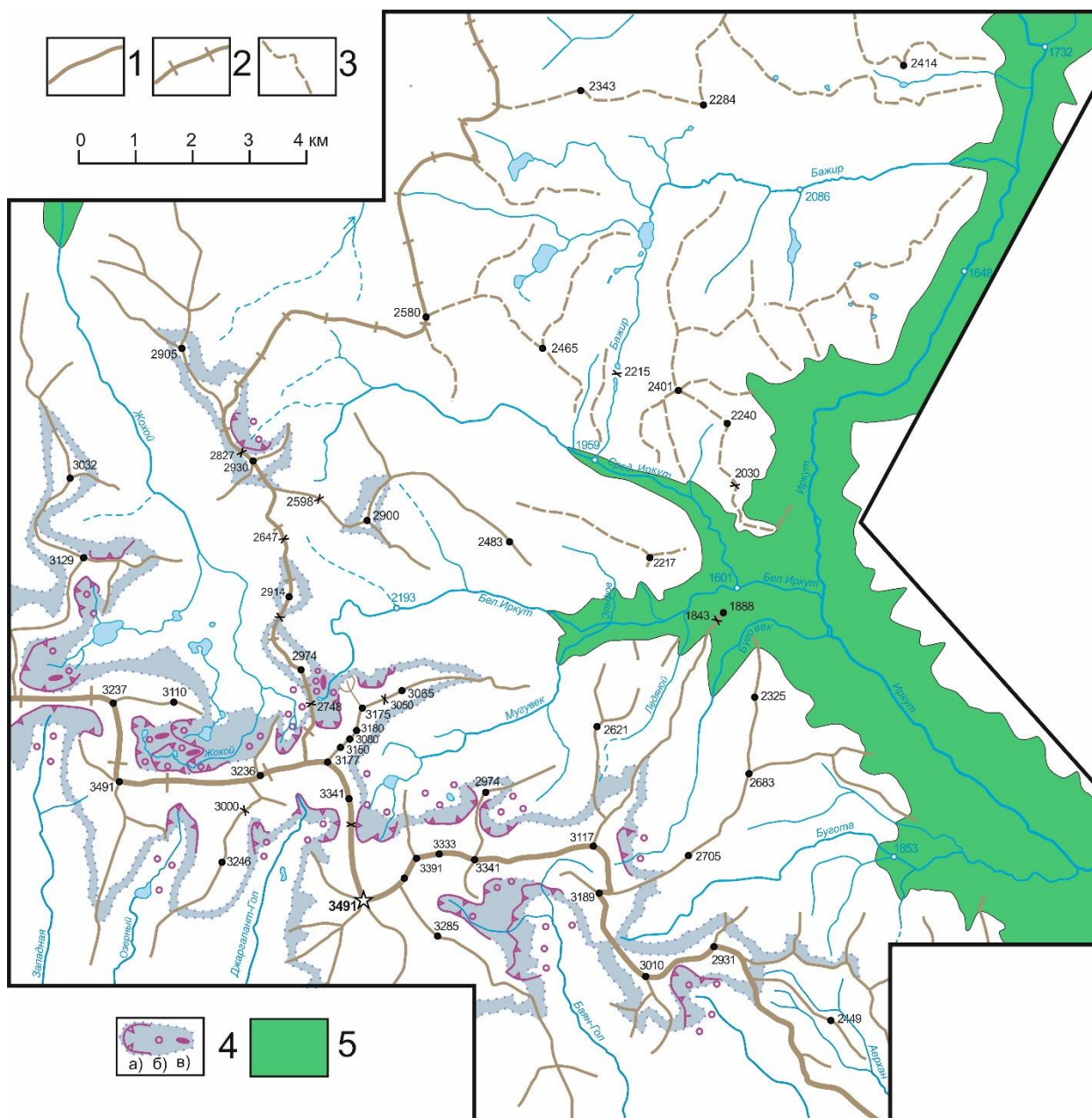


Рис. 7. Положение границы леса и распространение гляциально-нивальных образований второго СВУК

1– хребты; 2– главный водораздельный хр. рр. Оки, Иркут и Селенги; 3– курчавые скалы Окинско-го плоскогорья; 4– гляциальные формы рельефа 2СВУК: а)– стенки каров, б)– морены, в)– бараньи лбы, цветом выделены теоретические области распространения снежников; 5– область распространения высокоствольных лесов

Fig. 7. The position of the forest boundary and the distribution of glacial-nival formations of 2SVUK

1– ridges; 2– main watershed chr. rr. Oka, Irkut and Selenga; 3– curly rocks of the Okinsky Plateau; 4– glacial forms of relief 2SVUK: а)– walls of kars, б)– moraines, в)– mutton foreheads, the color highlights the theoretical areas of distribution of snowfields; 5– area of distribution of high-stem forests

К началу оледенения первого СВУК с максимальным проявлением 160 тому назад исчезли довольно большие снежники Жохой-Среднеиркутский, пика Обзорного (Обзорный и Обзорно-Белоиркутский), большая, северная, часть Жохойского. Последние

снежники и ледники, после оледенения этого СВУК потеряли значительно больше своих объёмов, чем их южные смежные соседи, монгольские снежники и ледники (сравни рис. 7 и 8). Этот факт можно связать только с увлажняющим действием водных масс оз.

Хубсугул, который своей влагой способствовал сохранению на южной стороне главного Мунку-Сардыкского хребта не менее семи ледников как второго СВУК, так и первого СВУК с возрастом от 310 лет до ныне (Коваленко, 2011). Анализируя данные обзора, полученные с карт и космоснимков, а также натурных наблюдений южных склонов

главного хребта, мы в начале августа на этой территории наблюдали хорошие многолетние снежники в районе ледников Пограничный, Энтузиастов, Бабочка и Южного, в то время как на северной стороне таковые давно уже стаивали.

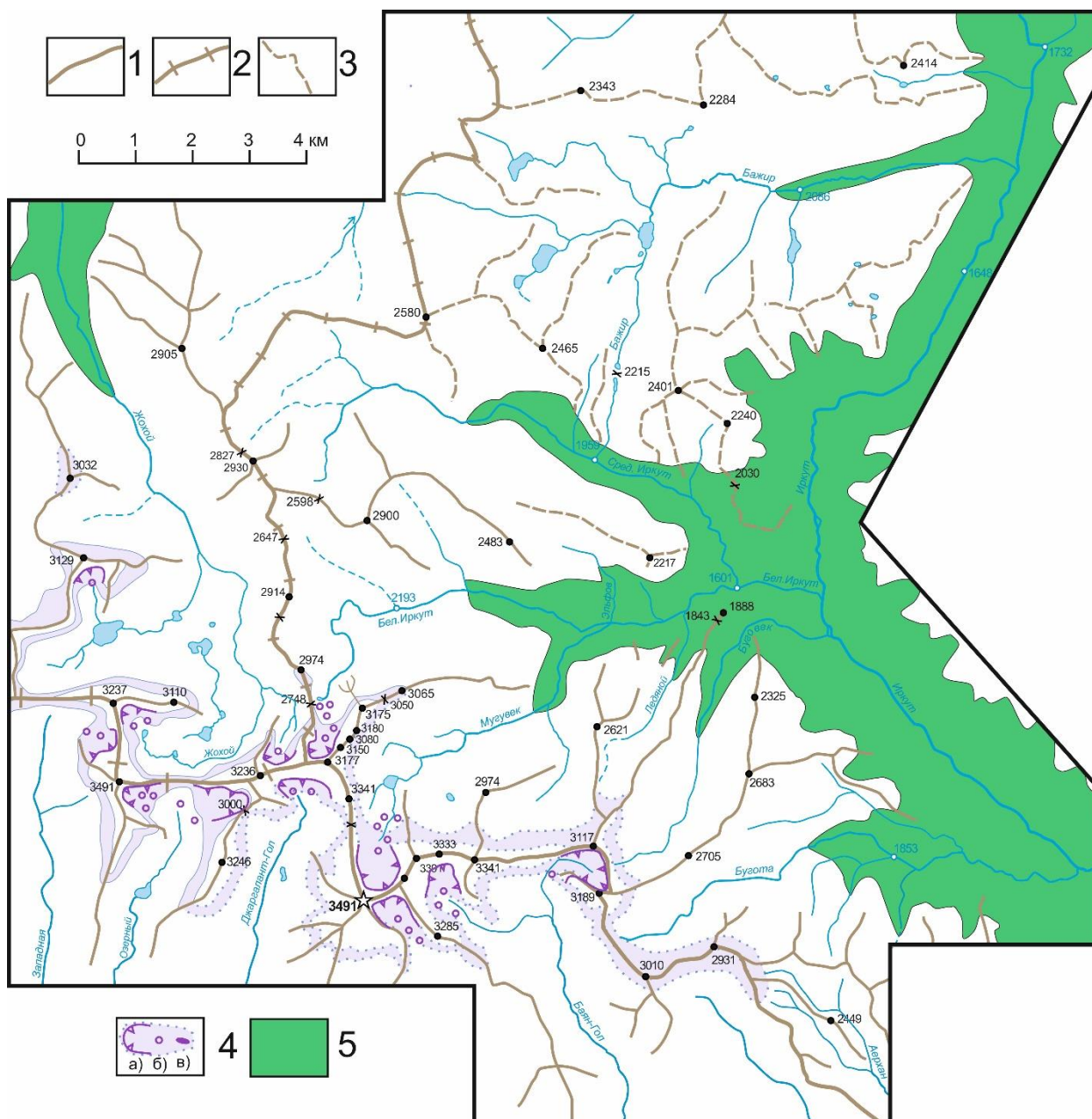


Рис. 8. Положение границы леса и распространение современных гляциально-нивалых образований (1СВУК)

1– хребты; 2– главный водораздельный хр. рр. Оки, Иркут и Селенги; 3– курчавые скалы Окинское плоскогорья; 4– гляциальные формы рельефа 1СВУК: а)– стенки каров, б)– морены, в)– бараньи лбы, цветом выделены теоретические области распространения снежников; 5– область распространения высокоствольных лесов

Fig. 8. The position of the forest boundary and the distribution of modern glacial-nival formations (1SVUK)

1– ridges; 2– main watershed chr. rr. Oka, Irkut and Selenga; 3– curly rocks of the Okinsky Plateau; 4– glacial forms of relief 1SVUK: a)– walls of kars, b)– moraines, c)– mutton foreheads, the color highlights the theoretical areas of distribution of snowfields; 5– area of distribution of high-stem forests

Выводы

Современное и палеогеографическое состояние гляциально-нивального рельефа горного массива Мунку-Сардык определяется распределением на территории ледников различного возраста и среднестатистического высотного уровня (таблица). Обращает на себя внимание тот факт, что в историческом отношении при общем повышении высоты развития ледниковых форм рельефа регрессивных этапов, также повышаются вслед за

ними верхние пределы высот региональных снежных границ и границ леса, и уменьшаются практические амплитуды вертикального размаха снежников. А вот теоретическая величина вертикального размаха снежников, закономерно уменьшаясь до времени термального интергляциала, после него начинает расти, что связано, на наш взгляд, с появлением и развитием новых, послеинтергляциальных каменных глетчеров (Коваленко, 2022).

Т а б л и ц а

Количественные и возрастные параметры гляциально-нивальных форм рельефа горного массива Мунку-Сардык

Table

Quantitative and age parameters of glacial-nival landforms of the Munku-Sardyk mountain range

СВУК	Средняя высота гляциальных каров, (м)	Высота региональной снежной границы, (м)	Вертикальный размах формирования снежников, (м)		Граница леса, (м)
			Теоретический	Практический	
8	1615	1551	1050	2041 ¹	1118
7	1976	1898	702	1951	1368
6	2271	2182	518	1876	1572
Интергляциал	3755	3607	148	380	2600
5	2420	2325	95	1415	1676
4	2521	2422	99	1220	1746
3	2667	2562	105	1071	1847
2	2849	2737	112	970	1973
1	3033	2913,5	119,5	822	2100

Примечание: нормальным шрифтом помечены значения, полученные опытным путём, а курсивом — расчётным.

Метод мониторинга космических снимков и топографических карт разного возраста позволяет не только проследить границы формирования этого рельефа, но и дополнительно выделять в каждом высотном-возрастном уровне по несколько дополнительных форм гляциально-нивального рельефа (нивальные ниши, ледниковые и нивально-ледниковые разновозрастные кары).

Литература

Ивановский Л.Н. Гляциальная геоморфология гор (на примере Сибири и Дальнего Востока) / Л.Н. Ивановский. – Новосибирск : Наука, 1981. – 173 с.

Коваленко С.Н. О границах и объёмах современного оледенения района г. Мунку-Сардык (Восточный Саян) / С.Н. Коваленко // Вестник кафедры географии ВСГАО. – 2014. – № 1 (9). – С. 19–31.

¹ То есть полный размах рельефа изучаемой территории

Коваленко С.Н. Типы горного рельефа и происхождение наледей в районе горы Мунку-Сардык / С.Н. Коваленко, Э.В. Мункоева // Вестник кафедры географии ВСГАО. – 2013. – № 3–4 (8). – С. 24–44.

Коваленко С.Н. Гляциальная геоморфология района г. Мунку-Сардык. Статья 1. Формы

локального оледенения долин рек Мугувек и Белого Иркутка // Вестник кафедры географии Вост.-Сиб. гос. академии образования. – 2011. – № 1 (2). – С. 38–62.

Коваленко Сергей Николаевич,

кандидат геолого-минералогических наук,

664003 Иркутск, ул. Ленина, д. 3,

Иркутский государственный университет, геологический факультет,

доцент кафедры динамической геологии,

тел.: (3952)20-16-39,

электронная почта: igpug@mail.ru.

Kovalenko Sergey Nikolaevich,

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,

664003 Irkutsk, Lenin str., 3,

Irkutsk State University, Faculty of Geology,

Associate Professor of the Department of Dynamic Geology,

tel.: (3952)20-16-39,

тел.: 89016680809,

email: igpug@mail.ru.

Гергенов Игорь Иванович,

студент 2 курса,

664011 Иркутск, ул. Нижняя Набережная, д. 6,

Педагогический институт Иркутского государственного университета,

электронная почта: tantal14igor@mail.ru.

Gergenov Igor Ivanovich,

2nd year student,

664011 Irkutsk, ul. Nizhnyaya Naberezhnaya, d. 6,

Pedagogical Institute of Irkutsk State University,

tel.: 89016680809,

email: tantal14igor@mail.ru.