

МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПЛОТНОСТИ ГЕЛИОРЕСУРСА НА СЕВЕРНОМ МАКРОСКЛОНЕ СЕВЕРО-ЧУЙСКОГО ХРЕБТА (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)

Невидимова О.Г., Кузнецов А.С.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия (634055, Томск, пр. Академический, 10/3), e-mail: olga-nevidimova@mail.ru

В статье обсуждаются вопросы оценки и пространственного распределения на территории северного макросклона Северо-Чуйского хребта приходящей солнечной радиации – одного из основных энергетических источников рельефообразования. В качестве факторов изменчивости инсоляции, обусловленной рельефом, рассматриваются экспозиция и крутизна склонов. Для анализа особенностей дифференциации солнечной радиации на склонах были рассчитаны прямая, рассеянная и суммарная радиации, приходящие на склоны различной крутизны и экспозиции 6 исследуемых горноледниковых бассейнов северного макросклона Северо-Чуйского хребта при средних условиях облачности за год. В результате проведенного исследования проанализировано влияние морфометрических характеристик склонов на особенности пространственно-временного распределения суммарной солнечной радиации. На основе топографических карт и проведенных расчетов осуществлено районирование данной территории по величине гелиоресурса в зависимости от геоморфологических особенностей. Установлено, что более 70 % площади территории характеризуются высокими значениями ресурсов солнечной радиации, что и обеспечивает интенсивность современных экзогенных процессов. Составленные карто-схемы выполнены в крупном масштабе (1:50000), что позволяет проводить достаточно подробный анализ фациальных элементов ландшафтных комплексов северного макросклона Северо-Чуйского хребта, устанавливать основные параметры прихода солнечной энергии в зависимости от экспозиции склонов и их крутизны, а также характеризовать современную динамику геоморфологических процессов в данном регионе.

Ключевые слова: плотность гелиоресурса, суммарная солнечная радиация, крутизна склона, экспозиция склона, Северо-Чуйский хребет.

MORPHOMETRIC DIFFERENTIATION OF GELIORESURS DENSITY IN NORTH MAKROSLOPE NORTH-CHUISKIY RIDGE (MOUNTAIN ALTAI)

Nevidimova O.G., Kuznetsov A.S.

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russia (634055, Tomsk, Akademicheskyy Av., 10/3), e-mail: olga-nevidimova@mail.ru

This article discusses the questions of the evaluation and spatial distribution incoming solar radiation on the territory of the Northern macroslope of North-Chuiskiy Ridge. As factors of insolation variability, discusses exposition and the steepness of slopes. The direct, diffuse and total solar radiations arriving at the slopes of varying steepness and exposition were calculated. The influence of the morphometric characteristics of slopes on a spatial-temporal distribution of total solar radiation was analysed. 4 largest districts on the number of gelioresurs were allocated. Found that more than 70% of the territory is characterized by high solar radiation resources. Maps are made in large scale (1:50000). It's good for detailed analysis of landscapes of the Northern macroslope of North-Chuiskiy Ridge, to define the parameters of the arrival of the solar radiation depending on slopes exposition and their steepness and also for characteristics of modern dynamics of geomorphological processes in this region.

Keywords: density of the gelioresurs, total solar radiation, steepness of the slope, exposition of the slope, North-Chuiskiy ridge.

Одним из главных источников энергии в рельефообразовании является солнечное излучение. Оно запускает процессы энергетической трансформации и движения вещества в земной коре. Неравномерное поступление солнечной радиации на земную поверхность обусловлено не только суточными и сезонными колебаниями потока лучистой энергии Солнца, но и разнообразием форм рельефа. При этом, как отмечено в [8], неравномерное

распределение солнечной энергии по различным склонам оказывается часто решающим фактором, определяющим интенсивность многих экзогенных процессов. Изменчивость инсоляции, обусловленная рельефом, определяется в первую очередь различием в экспозиции и крутизне склонов, степени их взаимного затенения. Выявление закономерностей распределения по конкретной территории поступающей солнечной радиации в зависимости от морфометрических характеристик рельефа особенно важно для горной местности, большую часть которой составляют склоны со значительными уклонами. Северо-Чуйский горный хребет Центрального Алтая характеризуется большим перепадом абсолютных высот, сложностью рельефа, контрастностью ландшафтов и большим разнообразием местных климатических условий, обусловленным в первую очередь радиационным режимом склонов. На этой территории расположены многочисленные объекты спортивного, научного, приключенческого туризма, огромные запасы минеральных, водных ресурсов. Поэтому количественные данные об изменчивости приходящей солнечной радиации и пространственное распределение областей с различной плотностью гелиоресурса необходимы для решения многих научно-теоретических и практических задач, в том числе и для анализа природно-ресурсных возможностей территории и её освоения.

Объекты и методы исследования

Район исследований охватывает северный макросклон Северо-Чуйского хребта общей площадью около 140,0 км². В пределах исследуемого района расположены 6 горноледниковых бассейнов (Тетё, Актру, Кызылташ, Ян-Карасу, Корумду и Куркурек). Это один из крупнейших центров современного горного оледенения Русского Алтая. Основной характеристикой района является его густое эрозионное расчленение и постепенное снижение высот в северном направлении. В центральной части преобладают альпийские формы рельефа (кары, ледниковые цирки), а все речные долины имеют характерные формы трогов. В восточной части (бассейн р. Тетё) сохранились разновысотные поверхности выравнивания мелового и третичного времени. Средние высоты района составляют 3000–3100 метров над уровнем моря, а максимальные превышают 4000 м. (Маашей-Баш – 4173 м., Актру-Баш – 4075 м.). В условиях сложного рельефа поступление солнечной энергии к склонам на различных высотах существенно зависит и от закрытости горизонта. Так, склоны в районе гидрометеостанции, расположенной в узкой долине реки Актру, в различные месяцы из-за большой закрытости горизонта недополучали от 5 % до 37 % суммарной солнечной радиации [6]. С ростом угла наклона для склонов северной экспозиции потери прямой солнечной радиации увеличиваются на треть.

Для анализа особенностей дифференциации солнечной радиации на склонах были рассчитаны прямая, рассеянная и суммарная радиации, приходящие на склоны различной

крутизны и экспозиции 6 исследуемых горноледниковых бассейнов при средних условиях облачности за год. Потери прямой и рассеянной радиации вследствие закрытости горизонта для склонов не учитывались. Для расчета были использованы методические рекомендации К.Я. Кондратьева, З.И. Пивоваровой, М.П. Федоровой [5], К.Я. Кондратьева [4], М.С. Аверкиева [1], Б.А. Айзенштат [2,3], С.И. Сивкова [7].

Результаты и обсуждение

На первом этапе исследования были выделены и охарактеризованы водосборные бассейны северного макросклона Северо-Чуйского хребта как геоморфологические комплексы (системы), которые включают в себя определенный набор взаимосвязанных элементов, обладающий целостностью и закономерностью устройства. Проведена типизация современных геоморфологических процессов исследуемого района для выявления опасных процессов, скорости их протекания и пространственного распространения. Определены морфометрические характеристики участков склонов внутри этих бассейнов и выполнено их картирование. На рисунке 1 представлено пространственное распределение одной из основных морфометрических характеристик склонов – углов наклона поверхности северного макросклона Северо-Чуйского хребта.

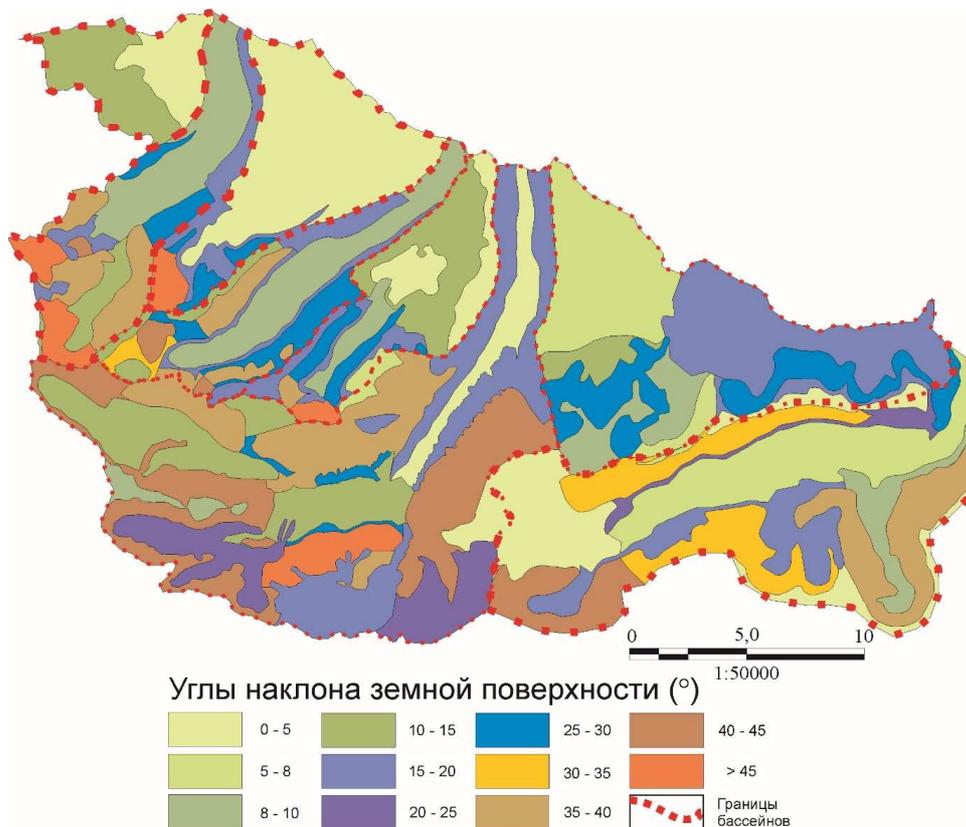


Рис. 1. Углы наклона поверхности северного макросклона Северо-Чуйского хребта

Склоны, а также диапазон уклонов, обозначенных в легенде карты, выделены по принципу развития определенного геоморфологического процесса, преобладающего на отдельных участках исследуемой территории. Так, склоны 0°–5° занимают 13 % от общей

площади исследуемой территории; данные уклоны поверхности наблюдаются в пределах днищ долин и на плоских водораздельных поверхностях. Это места преимущественного распространения флювиальных процессов, развития структурных грунтов (на склонах 2° - $2,5^{\circ}$) и криогенных форм рельефа (каменные розетки, многоугольники, бугры пучения, проявление термокарста и т.д.). Уклоны между 5° и 7° (10 % от общей площади северного макросклона) – это территории в основном днищ долин (например, долина р. Тете), а также участков в высокогорье (от 2800 м. – 3000 м), где наблюдается переходная зона каменных медальонов в сортированные полосы. В условиях среднегорья (в лесной зоне) на данных склонах проявляется солифлюкционное сползание грунтов. Зарождение оползневых очагов происходит на участках, которые лишены древесно-кустарникового покрова. Склоны крутизной 8° - 10° составляют 14 % от общей площади. Данные склоны преимущественно южных экспозиций покрыты плащом элювия, на них происходит формирование нагорных террас. В среднегорье это районы распространения оползневых процессов.

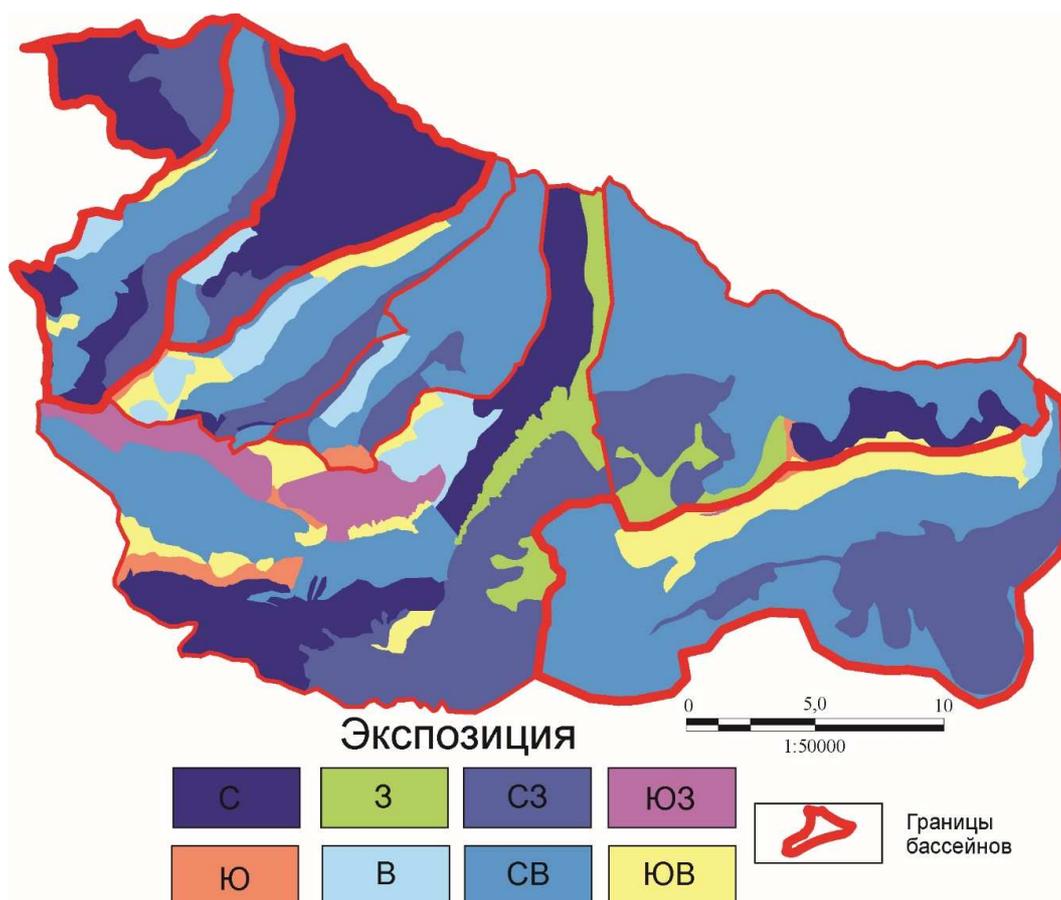


Рис. 2. Экспозиции склонов северного макросклона Северо-Чуйского хребта

Уклонами от 10° и до 15° (8 % от общей площади) характеризуются участки моренного рельефа, днища долин, занятые каменными глетчерами.

Анализ экспозиций склонов исследуемых горноледниковых бассейнов (рис. 2) показал,

что на территории преобладают склоны северо-восточной ориентации; они составляют 33,8 % от общего количества склонов. На склоны северной и северо-западной ориентации приходится более 41 % территории, тогда как доля южных склонов составляет всего чуть более 16 %. Все это определяет режим и характер экзогенных процессов. Так, на северных склонах дольше не тает снег, активнее нивация, а на южных склонах быстрее оттаивают мёрзлые грунты, развивается солифлюкция. Экспозиционно обусловленное разнообразие эрозионно-денудационных процессов на склонах обусловлено различием в радиационных характеристиках склонов.

На следующем этапе определена количественная характеристика поступления солнечной радиации на поверхность склонов – плотность гелиоресурса ($\text{МДж}/\text{м}^2$) на территории северного макросклона Северо-Чуйского хребта – суммарная радиация, приходящая на 1 квадратный метр поверхности склона за год. На основе топографических карт и проведенных расчетов осуществлено районирование данной территории по величине гелиоресурса в зависимости от геоморфологических особенностей (рис. 3).

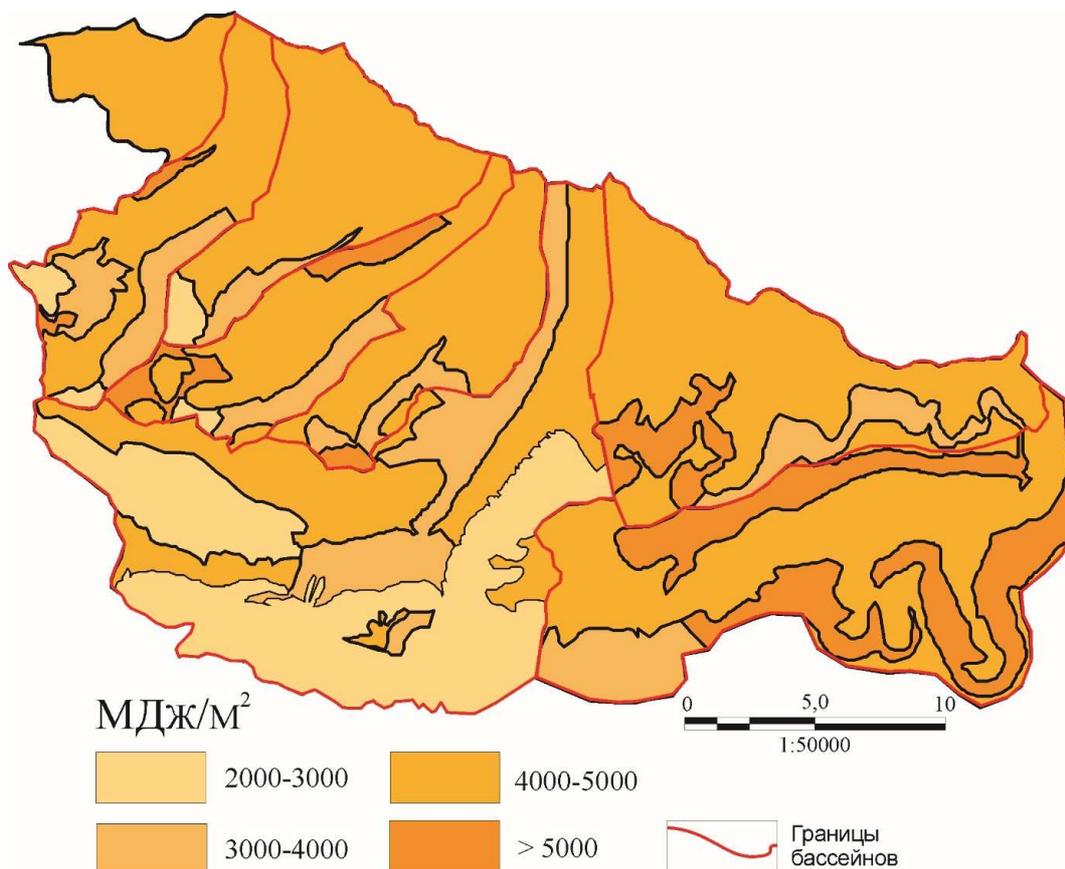


Рис.3. Плотность гелиоресурса северного макросклона Северо-Чуйского хребта

Было установлено, что максимальные значения суммарной радиации, приходящейся на квадратный метр поверхности склона, соответствуют склонам южной, юго-западной, юго-восточной экспозиции, причем с увеличением угла наклона количество солнечной энергии резко возрастает. Так, в бассейне реки Тетё максимум солнечной энергии приходится на

склоны юго-восточные экспозиции и крутизной 25° . Здесь отношение между значениями суммарной радиации на склонах южной и северной экспозиций достигает 2,7 раза. Наиболее неравномерно гелиоресурс распределяется в зимние месяцы, выражена дифференциация по экспозиции и крутизне; экспозиционная контрастность составляет 700 %, значительную долю солнечной энергии получают восточные склоны. Расчеты также позволили установить, что 35 % площади территории в бассейне реки Тетё получают солнечной энергии более 100 % от количества, приходящегося на горизонтальную площадку, что является одним из главных факторов, обеспечивающих развитие современных экзогенных процессов в данном районе.

В бассейне реки Актру, самом большом на исследуемой территории, максимальные величины поступающей солнечной радиации соответствуют участкам рельефа юго-западной и юго-восточной экспозиции с углами наклона от 20° до 35° ; минимумы относятся к крутым склонам (более 30°) северной, северо-восточной экспозиции – с увеличением угла наклона значение приходящей солнечной энергии резко сокращается. Наиболее равномерно значения гелиоресурса распределяются в июне и июле по склонам крутизной до 10° независимо от экспозиции. Также было установлено, что 68 % территории горноледникового бассейна реки Актру получает солнечной энергии более 100 % от количества, приходящегося на горизонтальную площадку, а на 19 % склонов количество суммарной радиации в 1,5 раза больше, чем на горизонтальной площадке. Экспозиционная дифференциация между склонами северной и южной экспозиции крутизной 40° за год составляет 53 %, наибольшее различие в приходе суммарной радиации отмечается в октябре – на склоны южной экспозиции поступает в 9,6 раз больше солнечной энергии.

Распределение плотности гелиоресурса по склонам различной крутизны носит выраженный азимутальный характер. Так, если для склонов северо-восточной экспозиции с ростом угла наклона величина прихода суммарной солнечной радиации уменьшается, максимум соответствует крутизне в 5° - 8° , то для юго-восточных склонов с ростом угла наклона количество поступающей солнечной радиации увеличивается, максимумы приходятся на склоны с углами в 30° - 35° , значимое уменьшение прихода радиации наблюдается только к уклонам в 45° . В случае западных склонов приход радиации вплоть до уклонов в 20° практически такой же, как и на горизонтальную поверхность, а для восточных склонов с увеличением крутизны склона, начиная с углов наклона в 18° , наблюдается небольшое снижение энергообеспеченности в 4–5 % на каждые 10° .

Наиболее контрастны склоны южной и северной экспозиции. Так, с ростом угла наклона от 20° до 45° поступающая суммарная радиация уменьшается на северных склонах на 40 %, а

на южных склонах такого же диапазона уменьшение происходит постепенно и только для углов более 35°.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования позволили раскрыть некоторые особенности природно-климатических условий региона и проанализировать влияние морфометрических характеристик склонов на особенности пространственно-временного распределения суммарной солнечной радиации. Разработанная методика районирования дает возможность выявления специфики гелиоресурсной неоднородности территории. Установлено, что более 70 % площади территории характеризуется высокими значениями ресурсов солнечной радиации, что и обеспечивает развитие современных экзогенных процессов.

Составленные карто-схемы выполнены в крупном масштабе (1:50000), что позволяет проводить достаточно подробный анализ фациальных элементов ландшафтных комплексов северного макросклона Северо-Чуйского хребта, устанавливать основные параметры прихода солнечной энергии в зависимости от экспозиции склонов и их крутизны, а также характеризовать современную динамику геоморфологических процессов в данном регионе.

Список литературы

1. Аверкиев М.С. Освещенность различно ориентированных поверхностей рассеянным светом атмосферы по наблюдениям в Москве // Вестник МГУ, сер. физ.-мат. и ест. наук. – М.: Изд-во МГУ, 1950. – С. 163-170.
2. Айзенштат Б.А. Метод расчета составляющих радиационного баланса горной долины // Труды Сред. аз. НИГМИ. – 1964. – № 18. – С.3-47.
3. Айзенштат Б.А. Некоторые черты радиационного режима, теплового баланса и микроклимата горного перевала // Метеорология и гидрология. – 1962. – № 3. – С.27-32.
4. Кондратьев К.Я. Актинометрия. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. – 691 с.
5. Кондратьев К.Я., Пивоварова З.И., Федорова М.П. Радиационный режим наклонных поверхностей. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 216 с.
6. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Ч. 1–6. Вып. 20: Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 717 с.
7. Сивков С.И. Методы расчета характеристик солнечной радиации. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 232 с.
8. Симонов Ю.Г. Распределение солнечной энергии по склонам различной крутизны и экспозиции в равнинных условиях // Ученые записки. – М.: Изд-во МГУ, 1958. – С. 197-203.

Рецензенты:

Дюкарев А.Г., д.г.н., заведующий отделением экологических исследований, Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск;

Поздняков А.В., д.г.н., главный научный сотрудник Института мониторинга климатических и экологических наук Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск.