

6. Ustavich G.A., Zyatkova L.K., Poshivailo Ya.G, Yakovenko Yu.Yu. Primeneniye geoinformatsionnykh tekhnologiy pri sostavlenii kart-skhem monitoring i otsenki radiatsionnoy situatsii na Semipalatinskoy ispytatel'noy yadernoy poligone [Application of geoinformation technologies in constructing schematic maps to monitor and estimate the radiation situation at the Semipalatinsk nuclear test site]. News of higher education institutions. Geodesy and aerial photography, 2014. – No. 4/S. – Pp. 200–206.

7. Aidarkhanov A.O., Lukashenko S.N., Lyakhova O.N., Subbotin S.B., Yakovenko Yu.Yu. Mechanisms for surface contamination of soils and bottom sediments in the shagan river zone within former semipalatinsk nuclear test site / Journal of Environmental Radioactivity. – 2013. – Vol. 124. – Pp. 163–170.

УДК 581.9

М.Ю. Грищенко¹, А.Е. Гнеденко², М.В. Бочарников³

СОСТАВЛЕНИЕ КРУПНОМАСШТАБНОЙ КАРТЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ТИГИРЕЦКОГО ХРЕБТА (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

Резюме. Изучение растительного покрова важно при исследовании геосистем, так как характер и распределение растительности отражает многие составляющие геосистем. В настоящей работе представлен процесс составления карты растительности на центральную часть Тигирецкого хребта по полевым материалам, полученным в июле 2015 года, и спутниковым снимкам. Составлена карта растительности в масштабе 1:50 000, иллюстрирующая пространственное распределение растительного покрова рассматриваемой территории; выявлены основные закономерности пространственной структуры растительного покрова.

Ключевые слова: картографирование растительности, географическое дешифрирование, Западный Алтай.

Введение. Картографирование растительности является неотъемлемым элементом изучения геосистем. Растительность – индикатор многих параметров среды, так как характер её произрастания и видовой состав обусловлены целым рядом факторов. Одним из важнейших методов изучения растительности является картографический метод, позволяющий отражать на картах пространственные закономерности организации растительного покрова. Актуальность настоящей работы определяется малоизученностью растительного покрова центральной части Тигирецкого хребта, несмотря на его разнообразие, обусловленное наличием большого количества экологических ниш (из-за гористости территории) и пограничным расположением территории на стыке природно-биогеографических областей: Заволжско-Казахстанской, Урало-Сибирской и Алтай-Саянской, откуда происходит занос видов [Огуреева, 1980].

Картографируемая территория расположена в низкогорьях и среднегорьях Тигирецкого хребта в южной части Алтайского края; частично охватывает территорию Тигирецкого заповедника (рис 1). Господствующий горный рельеф территории определяет климатические особенности и закономерности вертикальной поясности основных типов почв и растительности. Характер атмосферных процессов определяется открытостью территории к Северному Ледовитому океану, районам Средней Азии и Казахстана, что обуславливает проникновение на неё как холодных арктических масс, так и теплых тропических [Гвоздецкий и др., 1978].

¹ МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет; e-mail: m.gri@geogr.msu.ru.

² МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет; e-mail: gnedenko.a.e@mail.ru.

³ МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет; e-mail: maxim-msu-bg@mail.ru.

Положение Тигирекского заповедника на территории Алтайского края



Рис. 1. Положение картографируемого участка на территории Алтайского края

Флора самого заповедника насчитывает 722 вида высших сосудистых растений. Основу растительного покрова Тигирецкого хребта составляют леса черневой тайги, в которых произрастают некоторые растения доледникового периода (третичные реликты): осмориза остистая (*Osmorhiza aristata*), копытень европейский (*Asarum europaeum*), колокольчик широколистный (*Campanula latifolia*) и др. На высотах менее 700 м значительные площади занимает пояс лесостепей, включающий участки степей, кустарниковых зарослей и лесов. На большей части заповедника преобладают осиново-пихтовые леса и кедрово-пихтовые леса, образующие горнотаёжный пояс на высотах 700 – 1200 метров. Высокогорный пояс образуют кедрово-пихтовые редколесья с участками субальпийских, альпийских лугов и горных тундр, занимающие высоты свыше 1200 метров [Труды..., 2011].

Материалы и методы исследования. В качестве основных источников информации использованы данные полевых исследований (геоботанические описания) и спутниковые снимки высокого и очень высокого пространственного разрешения, полученные спутниками Landsat 8 и Spot-5. Использование снимков высокого и очень высокого пространственного разрешения обусловлено не только охватом территории и масштабом составленной карты, но и возможностью применения к ним автоматизированной обработки.

Данные полевых исследований представляют собой полные геоботанические описания, составленные в июне–июле 2015 года, всего составлено 151 описание. Ими охвачен широкий спектр растительных сообществ, типичных для данной местности, и несколько высотных поясов: лесостепной, горнотаёжный и высокогорный. В ходе работы над картой были выбраны наиболее репрезентативные из них для создания эталонов.

Геоботанические описания закладывались в типичных местах на территории каждого фитоценоза и составлялись на пробной площади, размером 100 м². При выраженном рельефе описания закладывались по катене. При выраженной мозаичности растительного покрова проводились описания разных однородных участков и отмечалось процентное соотношение их площади в данном фитоценозе [Методика..., 1938].

Помимо геоботанических описаний, при составлении карты использованы снимки со спутников Spot-5 и Landsat 8, полученные в июле 2014 и июле 2015 года. Пространственное разрешение снимка, полученного со спутника Landsat-8, составляет 30 м, а со спутника Spot-5–10 м. При визуальном дешифрировании снимков использовался синтез в стандартных псевдоцветах – применялась комбинация ближнего инфракрасного, красного и зелёного каналов.

Помимо спутниковых снимков, использована цифровая модель рельефа SRTM для построения горизонталей и карт экспозиций, углов наклона и вогнутости склонов. Эти материалы необходимы при составлении итоговой карты растительности, поскольку растительные сообщества имеют свою экопическую приуроченность. Качество горизонталей, построенных по цифровой модели рельефа, проверено по топографическим картам масштаба 1:50 000 на исследуемую территорию.

Перед дешифрированием космических снимков полевые геоботанические описания структурированы и подготовлены для их использования при дешифрировании.

Предварительно проведена неконтролируемая классификация снимков методом Iso Cluster для оценки качества результатов автоматизированного дешифрирования. По результатам неконтролируемой классификации были достоверно выделены некоторые сообщества, но для итоговой карты этого было недостаточно, поэтому далее проведена контролируемая классификация. Используются результаты контролируемой классификации снимка со спутника Spot-5, как характеризующегося более высоким пространственным разрешением.

Контролируемая классификация с использованием эталонов выполнена методом максимального правдоподобия. Для предотвращения неверной классификации типов растительности, схожих по спектральным характеристикам, из снимка Spot-5 было выделено два участка: предгорный, включающий преимущественно лесостепной пояс, и горный. Поскольку классы имеют разное число эталонных участков, то при классификации им всем был задан равный вес, чтобы классы, к которым формально отнесено большее число пикселей, не вносили погрешность. Классы заданы с учетом их непересечения в поле спектральных яркостей.

По завершению автоматизированного дешифрирования проведено визуальное дешифрирование. Необходимость его проведения обусловлена тем, что растительные сообщества, входящие в состав одного типа растительности, слабо различаются по своим спектральным характеристикам и их автоматизированное дешифрирование затруднительно даже с использованием эталонов. Визуальное дешифрирование проведено на основе данных об экопической приуроченности растительных сообществ и их внешних признаках. Экопическая приуроченность – совокупность условий среды (неорганических), которые составляют местообитание растительного сообщества. То есть различные сообщества имеют свои требования к окружающей среде и произрастают в местах, соответствующих определенным условиям [Работнов, 1976]. Основными условиями, влияющими на распределение растительности, являются гипсометрический уровень, угол наклона рельефа, экспозиция, выгнутость/вогнутость склонов, поскольку они определяют распределение влаги и солнечной радиации. в связи с этим, при проведении визуального дешифрирования использовались карты, построенные на основе цифровой модели рельефа SRTM.

Результатом является карта растительности центральной части Тигирецкого хребта в масштабе 1:50 000 (рис. 2). Оформление карты было выполнено в соответствии с картой растительности из атласа Алтайского края [Атлас..., 1978]. Это обусловлено тем, что карта из атласа включает картографируемую территорию и оформлена в соответствии с рекомендуемой цветовой шкалой для карт растительности. В основу цветового оформления заложены особенности экологических условий фитоценозов (цветовой тон) и их соподчиненность (оттенок цвета).

Результаты и их обсуждение. На основе составленной карты проведен анализ пространственной структуры растительного покрова. Внутри каждого высотного пояса размещение типов растительности характеризуется определенными закономерностями, подчиняющиеся условиям среды. Для их выявления проанализировано соотношение площади контуров различных типов растительности внутри каждого пояса и условия, влияющие на их распространение.

В целом на карте больше представлен лесостепной пояс – 45% от общей площади картографируемой территории, далее следует горнотаёжный пояс, который по общей занимаемой площади немного меньше – 38%. Менее всего представлен высокогорный пояс, площадь которого составляет 17% от площади карты. Такое распределение площадей, занимаемых

высотными поясами, объясняется тем, что картографируемая территория расположена преимущественно в низко- и среднегорной части хребта, соответствующих зоне лесостепей и горной тайги. Высокогорный пояс приурочен к водоразделам отрогов основного хребта, спускаясь ниже по склонам северной экспозиции, что объясняет его малое распространение в пределах картографируемой территории.

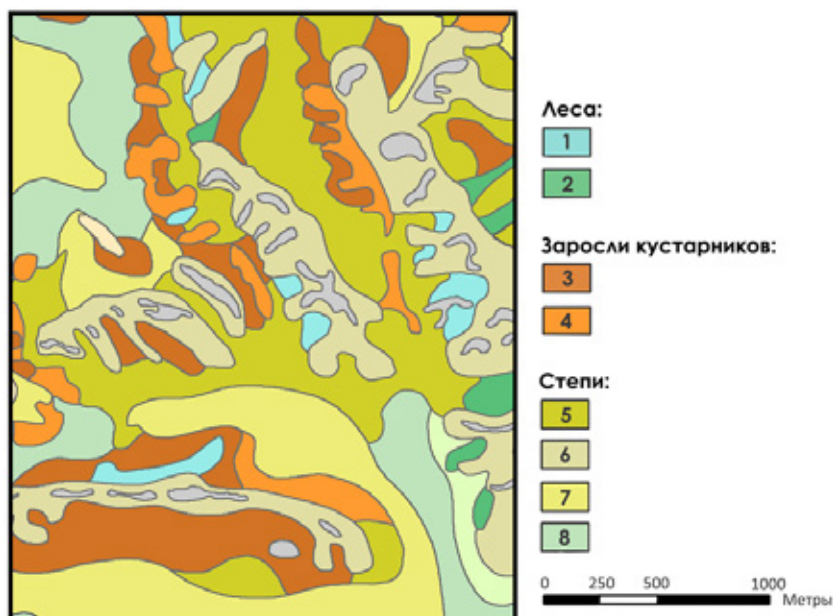


Рис. 2. Фрагмент карты растительности на участок Драгунского плато в лесостепном поясе.

Леса: 1 – Берёзовые (*Betula pendula*) леса по пологим склонам северной экспозиции,

2 – Лиственничные (*Larix sibirica*) леса по крутым склонам северной экспозиции.

Заросли кустарников: 3 – Карагановые (*Caragana arborescens*) сообщества у подножий отдельно стоящих возвышенностей и днища ложбин, 4 – Спирейные (*Spiraea media*) сообщества по бортам балок и склонам средней крутизны западной и восточной экспозиции.

Степи: 5 – Кустарниковые степи (*Spiraea trilobata*, *Rosa spinosissima*) по пологим склонам преимущественно южной экспозиции, 6 – Петрофитно-разнотравно-дерновиннозлаковые (*Orostachys spinosa*,

Sedum hybridum, *Thymus elegans*) степи по водоразделам и выходам коренных пород

на склонах южной экспозиции, 7 – Разнотравно-дерновиннозлаковые луговые (*Stipa pennata*,

Helictotrichon altaicum) степи по субгоризонтальным поверхностям водоразделам,

7 – Разнотравно-злаковые остепнённые луга (*Dactylis glomerata*, *Phleum phleoides*)

8 по пологим склонам восточной и западной экспозиции.

Установлено, что основными факторами распределения растительного покрова является экспозиция склона, угол наклона и гипсометрический уровень. Для разных поясов их влияние неодинаково: в лесостепном и высокогорном поясе наблюдаются значительные контрасты в распределении типов растительности, в то время как горнотаёжный пояс довольно однородный и смена типов растительности происходит преимущественно со сменой гипсометрического уровня. Наибольшее типологическое разнообразие характерно для лесостепного и высокогорного поясов, что связано с разнообразием факторов, влияющих на распределение типов растительности.

Выводы. По результатам работы сделаны следующие выводы:

1. При проведении автоматизированной классификации снимков горных территорий следует проводить дешифрирование отдельно по предгорьям и горным территориям для предотвращения смещения типов растительности, схожих по спектральным характеристикам.

2. Сочетание автоматизированного и визуального дешифрирования позволяет наиболее детально выделить растительные сообщества: автоматизированное дешифрирование позво-

ляет выделить основные типы растительности и отдельные сообщества, при визуальном дешифрировании возможно наиболее детальное выделение растительных сообществ.

3. Установлены закономерности пространственной структуры растительного покрова на основе составленной карты и вспомогательных карт (углов наклонов, экспозиции склонов, выпуклости-вогнутости склонов). Для разных поясов их влияние неодинаково: в лесостепном и высокогорном поясе наблюдаются значительные контрасты в распределении типов растительности, в то время как горнотаёжный пояс довольно однородный и смена типов растительности происходит преимущественно со сменой гипсометрического уровня.

4. Распределение занимаемых площадей для высотных поясов неодинаково: в большей степени представлены пояса лесостепной и горнотаёжной, что связано со среднегорным рельефом территории: высокогорный пояс расположен в верхней части основного хребта и его отрогов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. – М.: Мысль, 1978. – 512 с.
2. Методика полевых геоботанических исследований. – М.: Изд-во АН СССР, 1938. – 216 с.
3. Огуреева Г.Н. Ботаническая география Алтая. – М.: Наука, 1980. – 189 с.
4. Работнов Т.А. О биогеоценозах // Бюллетень МОИП, отдел биологический. 1976. – Т. 81. – Вып. 2.
5. Атлас Алтайского края. М., Барнаул: Гл. управл. геодез. и картограф. 1978. – Т. 1. – 222 с.
6. Труды Тигирекского заповедника. Вып. 4. Биота Тигирекского заповедника. Барнаул, 2011. – 235 с.

М.У. Grishchenko¹, А.У. Gnedenko², М.У. Bocharnikov³

COMPOSING THE HIGH-SCALE VEGETATION MAP OF THE CENTRAL PART OF TIGIREK RIDGE (ALTAY KRAY)

***Abstract.** The study of the vegetation cover is important during the study of geosystems because the nature and distribution of vegetation represent many components of geosystems. This paper presents the process of drawing up the vegetation map of the central part of the Tigirek ridge based on field data obtained in July 2015 and satellite imagery. Compiled vegetation map at a scale of 1:50 000 showing the spatial distribution of the vegetation of the territory; basic regularities of the spatial structure of vegetation were revealed.*

***Key words:** vegetation mapping, geographical interpretation of satellite images, West Altay.*

REFERENCES

1. Gvozdetsky N.A., Mikhailov N.I. Fizicheskaya geografiya SSSR. Aziatskaya chast [Physical geography of the USSR. Asian part]. – Moscow: Mysl, 1978. – 512 p.
2. Metodika polevykh geobotanicheskikh issledovaniy [Methods of field geobotanical research]. Moscow: Izdatelstvo AN SSSR, 1938. – 216 p.

¹ M.V. Lomonosov MSU, Faculty of Geography; *e-mail*: m.gri@geogr.msu.ru.

² M.V. Lomonosov MSU, Faculty of Geography; *e-mail*: gnedenko.a.e@mail.ru.

³ M.V. Lomonosov MSU, Faculty of Geography, maxim-msu-bg@mail.ru.

3. Ogureyeva G.N. Botanicheskaya geographiya Altaya [Botanical geography of Altay]. – Moscow: Nauka, 1980. – 189 p.
 4. Rabotnov T.A. O biogeotsenozakh [About biogeocenoses] // Byulleten MOIP, otdel biologicheskiiy. 1976. – Vol. 81. – No. 2.
 5. Atlas Altayskogo kraya [Altay kray atlas]. Moscow, Barnaul: Glavnoye upravleniye geodezii i kartografii. 1978. – Vol. 1. – 222 p.
 6. Trudy Tigireksskogo zapovednika. Vyp. 4. Biota Tigireksskogo zapovednika [Proceedings of Tigireksky zapovednik. Volume 4. Biota of Tigireksky zapovednik].
-

УДК 556

Ye.I. Avdyushkina¹, T.V. Bolbukh², N.A. Kocheeva³, O.V. Juravleva⁴, N.A. Yurkova⁵

MINERALIZATION OF RIVER WATERS IN GORNY* ALTAI AND ITS SPATIAL AND SEASONAL VARIABILITY

Abstract. Judging from the rate of total mineralization of natural waters, it is possible to rather quickly and easily estimate the degree of variability of indicators of their chemical composition. In the presented work, the greatest attention is paid to the consideration of this indicator. Changes in the mineralization of waters in Gorny Altai depend on many factors, some of which are determined by geographical conditions of the environment. In Gorny Altai these conditions are very diverse. The elevation above sea level varies from 250 to 4,500 m. Watersheds rise over the bottoms of river valleys and hollows from 200 up to 1,000 meters and more. All characteristics of the chemical composition of river waters are within the limits close to background values. The results of the research reflect the general tendency of gradual increase in general mineralization downstream in the rivers.

In the majority of river basins in Gorny Altai, the mineralization of waters is higher in winter than in summer. However, there are basins where seasonal dynamics have the opposite tendency.

The increase in mineralization in the river basins near the settlements is of great concern to the authors.

Key words: Mountainous country, natural water, mineralization, variability of chemical composition of natural waters.

Introduction. The majority of Gorny Altai is located within the limits of the Altai Republic. The Altai Mountains are a part of Altai-Sayan Mountainous Country. They are located in its southwestern part and occupy the highest position (here the highest peak of Siberia, Mt. Belukha, is situated).

The objective of this research is to study the specific character of distribution of chemical elements in the surface waters in the Altai.

Research goals: 1) to study the character of distribution of chemical elements in the major river basins; 2) to reveal the sites with background and abnormal indicators of chemical composition of river waters; 3) to estimate the concentration of heavy metals in the water of the major rivers.

The topicality of the research is determined by the important role of the territory in stream-flow formation, the intensification of natural resources usage, including water resources, and also changes occurring in the behavior of the basic characteristics of weather and climate: air temperature and precipitation [Avanesjan, Suhova, 2011].

¹ Gorno-Altai State University (GASU); e-mail: knh@gasu.ru.

² Gorno-Altai State University (GASU); e-mail: knh@gasu.ru.

³ Gorno-Altai State University (GASU); e-mail: nina_kocheewa@mail.ru.

⁴ Gorno-Altai State University (GASU); e-mail: juravolg@mail.ru.

⁵ Gorno-Altai State University (GASU); e-mail: dipgasu@mail.ru.