

Эколого-географические аспекты выделения типов комплексов почв на плоскогорье Укок с использованием дистанционных исследований

С. Я. КУДРЯШОВА, Л. Ю. ДИТЦ, А. В. ЧИЧУЛИН, А. С. ЧУМБАЕВ,
Г. Ф. МИЛЛЕР, А. Н. БЕЗБОРОВОДА

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630099, Новосибирск, ул. Советская, 18
E-mail: sya@issa.nsc.ru*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена возможность создания карты структур почвенного покрова плоскогорья Укок на основе материалов дистанционных исследований, принципов ландшафтного районирования, методов ландшафтно-индикационного дешифрирования и интегрированного анализа пространственно-временных характеристик объектов природной среды.

Ключевые слова: межгорные котловины и высокогорные плато, структура почвенного покрова, дистанционные исследования.

Фундаментальные и прикладные проблемы состояния и функционирования горных экосистем как в нашей стране, так и за рубежом отнесены к числу программных задач по сохранению и рациональному использованию горных ландшафтов [1–4]. Необходимость изучения природных ресурсов и мониторинг горных геосистем обусловлены не только их высокой значимостью в экономике регионов, но и тем, что они выполняют важную роль в поддержании биосферных функций и сохранении глобального биоразнообразия. В контексте общей проблемы сохранения целостности почвенного покрова в связи с его ведущей ролью в формировании разнообразия наземных экосистем является актуальной научно-практической задачей [5].

Результаты исследования почвенного покрова Горного Алтая с широким спектром разнообразия высотных поясов горных хребтов, межгорных котловин и нагорных плато

могут использоваться для решения многих теоретических и практических вопросов почвоведения как на локальном уровне, так и на уровне обширных регионов.

Межгорные котловины и высокогорные плато исторически являются центрами экономической жизни Горного Алтая. Однако в отличие от степных и лесостепных низко- и среднегорных долин и котловин региона, которые раньше других стали объектами природопользования, экосистемы котловин и плоскогорий могут рассматриваться как условно-коренные (первичные), в наибольшей степени соответствующие природным факторам их образования [6], т. е. в качестве оценочных категорий при выявлении особенностей природной или антропогенной трансформации почвенного покрова на территориях сходного генезиса.

Почвенный покров высокогорного плоскогорья Укок (2200–2400 м) вследствие труд-

нодоступности района до настоящего времени остается малоизученным. Сведения о свойствах почв и почвообразовательных процессах в условиях резко континентального климата (абсолютный экстремум -60°), высотной поясности (соприкосновение сухих степей с высокогорным альпийско-тундровым поясом) и широкого развития в рельефе ледниковых образований (стадии лимно-гляциальных комплексов) в научной литературе единичны. Изучение строения почвенного покрова плоскогорья Укок проведено с целью отработки принципов выделения типов почвенных комплексов на основе данных дистанционных исследований и интегрированного анализа цифровых слоев пространственно-временных характеристик объектов природной среды. Материалы исследования использовались для создания макета карты почвенных комплексов плоскогорья Укок [7].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Согласно геоморфологическому районированию плоскогорья Укок – это обширное понижение между Южно-Чуйским хребтом и северными подножиями высокогорий Южного Алтая, Сайлюгема и Табын-Богдо-Ола. Его северная граница проводится по нижней ступени долины р. Джазатор, прилегающей к Южно-Чуйскому хребту. На востоке в состав плоскогорья включаются верховья долины Джазатора и Тархатинская котловина. Южная граница проходит по северному склону хр. Южный Алтай, горному массиву Табын-Богдо-Ола и хр. Сайлюгем. На западе граница проводится по Караалахинским горам, включая ландшафты Самахинской степи [8].

Ключевые участки выбраны с учетом принципов ландшафтного районирования, которые позволяют распознавать, классифицировать и картировать ландшафтно-дифференцирующие факторы, компоненты ландшафта, региональную ландшафтную структуру в целом и ее динамические особенности [9, 10]. Метод основан на сопряженном анализе региональных структур, объективно отражающихся на космических снимках и фиксируемых на ландшафтно-типологических картах. Ландшафтные районы выделяются по при-

знакам ландшафтной структуры, характеризуются развитием доминирующего типа рельефа и отличаются закономерной композицией структурных элементов и отчетливо дешифрирующихся природных и антропогенных факторов дифференциации почвенного покрова.

В качестве источников информации об объектах природной среды, определяющих специфические черты почвообразования, в работе использовали общегеографические карты для выявления степени фрагментированности территории и как основа для географической корректировки космических снимков; тематические почвенные, геоморфологические и геоботанические карты: Схема распределения основных почв на территории Горно-Алтайской автономной области М 1 : 500 000, 1973 [11]; Карта растительности юго-востока Западной Сибири М 1 : 100 000, 1960 [12]; Карта растительности межгорной степи Той-Самаха М 1 : 500 000 [13]; Геоморфологическая картосхема Бертекской впадины М 1 : 500 000, 1998 [14]; Природные комплексы плато Укок М 1 : 500 000, 1962 [15]. Для объективного выделения границ и пространственного распределения почвенных комплексов создана цифровая модель рельефа плоскогорья Укок.

Среднемасштабные почвенные карты ключевых участков созданы по материалам ландшафтно-индикационного дешифрирования космических снимков Landsat. Основным методом интерпретации космических снимков служило классифицирование спектрального изображения в программной среде Erdas Imagine с последующей векторизацией в ArcGis. В результате цифровой обработки растров и корректировки границ и информационного содержания их основных картируемых единиц получены цифровые тематические слои: природные комплексы, растительность, лимно-гляциальные комплексы, почвы, которые служили основой для выделения типов структур почвенного покрова.

Типологический принцип выделения СПП в горных регионах. Ведущая роль почвенных комплексов в строении почвенного покрова разных горных систем отмечена многими исследователями. В пределах Алтае-Саянской горной страны и на сопредельных террито-

риях, характеризующихся экстраконтинентальными условиями почвообразования, типология почвенных комплексов освещена в работах [16–19 и др.]. На территории исследования для выделения форм строения почвенного покрова мы руководствовались принципами систематизации структур почвенного покрова (СПП), изложенными в фундаментальных монографиях [11, 20]. В группе межпоясных почвенных районов для высокогорных котловин, плато и речных долин (на высотах 1100–2500 м) в основу выделения типов СПП положен подход, разработанный для небольших по площади равнинных участков сопредельного Монгольского Алтая [21].

В соответствии с таксономической системой классификации структур почвенного покрова, разработанной В. М. Фридландом, тип

СПП характеризует территорию, для которой процессы или факторы, определяющие основные географические закономерности размещения почв, едины [22, 23]. Структура почвенного покрова плоскогорья Укок по данным исследований, выполненных с разной степенью детальности, определяется наличием вертикальной поясности – горно-тундровых и горно-луговых почв высокогорий и межпоясных районов высокогорий (см. таблицу). Для районов межгорно-депрессийного типа зональности отмечено своеобразное сочетание контрастных экологических условий, приводящих к появлению почв, характерных для различных широтных зон и подзон (появление каштановых почв в зоне горной лесостепи).

Значительный интерес представляет подход к изучению строения почвенного покро-

Основные закономерности организации почвенного покрова Горного Алтая и сопредельных территорий

№ п/п	Тип структуры почвенного покрова	Характеристика СПП, почвы	Литератур- ный источник
Горный Алтай (на территории азиатской части бывшего СССР)			
1	Густодревовидные неупорядоченные и густо- древовидные экспозиционно дифференциро- ванные мезоструктуры	Мелкоконтурное чередование моренных холмов и межхолмных замкнутых понижений с наложенной эрозийной сетью	[23]
Юго-восточная провинция Горного Алтая:			
2	Пояс высокогорий	На высоте 1800–3500 м горно-луговые и горно-тундровые; 1300–2000 м – гор- ные лесотундровые (фрагменты).	[11]
	Межпоясные горные почвенные районы вы- соко-, средне- и низкогорий: межгорные котловины, высокогорные плато, речные долины	На высоте 1400–2600 м – горные луго- во-степные каштановидные и черно- земовидные; 1300–2500 м – темно-каш- тановые, преимущественно каштанов- ые и светло-каштановые	
Монгольский Алтай			
3	Высотно-экспозиционный	На высоте более 3500 м – каменистые и тундровые торфянисто-перегнойно- глеевые; 1600–3000 м – высокогорные степные грубогумусные в сочетании с высокогорно-луговыми, в нижней части пояса – с горными черноземами; менее 1600 м – высокогорные степные грубогумусные, которые непосредст- венно переходят в пояс каштановых и светло-каштановых почв	[21]

ва, построенный на основе совмещения зонального принципа районирования – по типам почв и геоморфологического – по типам почвенных комбинаций. В литературе накоплен значительный материал по изучению почвенного покрова гор Юга Сибири с использованием типологического принципа, при котором близкие по своим особенностям выделы группируются в один тип независимо от их пространственного положения [24, 25]. Например, в один тип СПП в Дархатской котловине включаются комплексы почв степных, озерного вала, озерно-болотных и волнисто-увалистой равнины [26], т. е. довольно часто отмечается формирование сочетаний – контрастных комбинаций с крупными ареалами почв. Для почвенного покрова плоскогорья Укок типичны сочетания комплексов горно-степных и горно-тундровых почв, в которых границы между элементарными почвенными ареалами очень резкие и переходы между ними могут составлять менее 1 м.

Основные факторы дифференциации почвенного покрова. Выделение одного типа структуры почвенного покрова не исключает формирование в пределах этого типа разных почвенных комбинаций, отличающихся количественным соотношением компонентов или присутствием некоторых второстепенных компонентов, занимающих небольшие площади, но имеющих самостоятельное экологическое значение. Специфический характер структуры почвенного покрова плоскогорья Укок, в котором все выделенные комбинации почв различаются по компонентному составу, обусловлен особенностями экологических условий почвенных высотных поясов и межпоясных горных районов, а также локальными различиями по растительному покрову, почвообразующим породам, типам и формам ледникового и озерного рельефа (рис. 1).

Поясность почвенного и растительного покрова. В профиле Юго-Восточного Алтая совершенно выпадает пояс лесных почв, так как древесная растительность в этом районе представлена фрагментарно, а местами отсутствует полностью. Аномалии в распределении почв проявляются в том, что тундровые почвы по высотному расположению часто залегают ниже степных, занимая котло-

вины с многолетнемерзлыми почвообразующими породами. Низкие температуры и застой влаги приводят к широкому развитию процессов болотообразования. Сложное сочетание факторов почвообразования обуславливает формирование разнообразных по морфологии и свойствам почв – от примитивных пятнистых мохово-лишайниковых почвенных образований до имеющих развитый профиль горно-тундровых, горно-луговых альпийских, горно-луговых субальпийских и горных лугово-степных почв.

Почвенно-географическое районирование. Согласно Схеме почвенно-географического районирования, территория ключевых участков может рассматриваться в составе пояса горно-тундровых и горно-луговых почв высокогорий (на высоте более 1600–2000 и до 2600–3500 м) и межпоясных горных почвенных районов, высоко-, средне- и низкогорий.

Районирование растительного покрова. Согласно схемам районирования растительного покрова ключевой участок Бертекская котловина относится к Чуйско-Укокскому высокогорно-степному округу Монгольской провинции и подразделяется на два района – Сайлюгемский пустошно-тундрово-степной и Укокский тундрово-ерниково-степной. В границы района включают западные и центральные отроги хр. Сайлюгем, Тархатинскую котловину и плато Укок. Ключевой участок степи Самаха относится к Чуйско-Аргутскому нивально-высокогорно-таежно-лесостепному округу Алтайской провинции, Чуйско-Аргутского лесостепного района, который включает Самахинскую степь и долину р. Джазатр [27].

Влияние ледникового и озерного морфогенеза. Основными факторами рельефообразования на последнем геологическом этапе развития плоскогорья Укок были экзогенные и обусловленные ими процессы (гляциальные, флювиогляциальные, флювиальные, лимно-гляциальные, мерзлотные и выветривание). Наибольшее развитие в районе исследования имеют формы аккумулятивного рельефа, прежде всего морены. В Бертекской котловине выделяются интенсивно-бугристый, бугристый и сглаженный типы моренного рельефа [28]. Интенсивно-бугристый рельеф формируется во фронтальной части

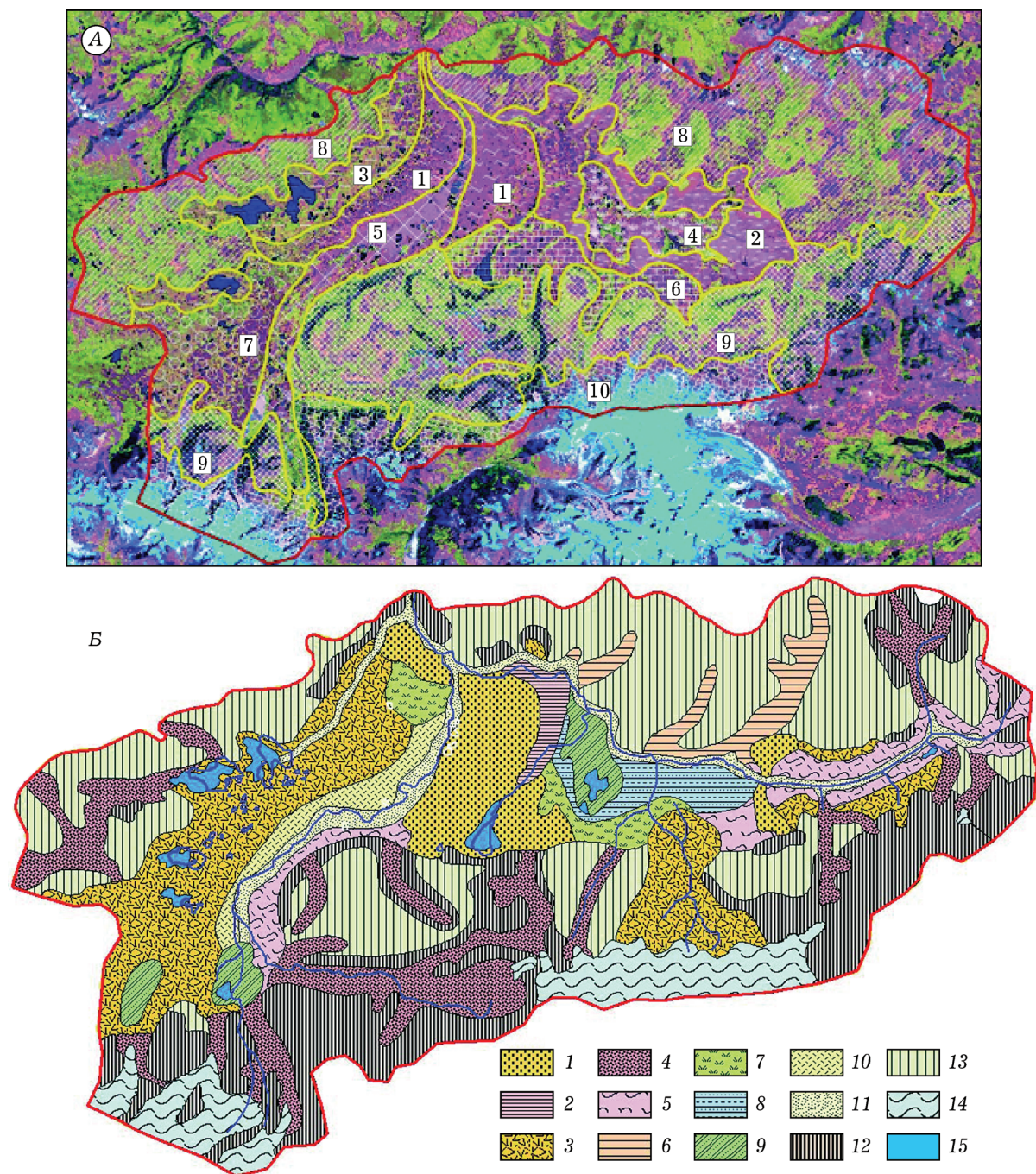


Рис. 1. Цифровые слои: А – природные комплексы плато Укок [15]; Б – геоморфологическая схема Бертекской внутригорной впадины [14].

А: 1 – тундрово-степная холмистая равнина; 2 – степная пологоволнистая флювиогляциальная равнина; 3 – тундрово-степная древнеозерная пологохолмистая равнина, перекрытая мореной; 4 – заболоченная луговая древнеозерная ледниковая плоская равнина; 5 – лугово-степная долина; 6 – тундровое моренное слаборасчлененное плато; 7 – тундровая нагорная равнина; 8 – поверхности выравнивания и пологие склоны; 9 – крутые склоны, лишенные рыхлых отложений; 10 – озера.

Б: 1 – холмисто-грядово-западинный (интенсивно-бугристый); 2 – пологохолмистый грядово-западинный (сглаженный); 3 – холмисто-волнистый (бугристый); 4 – торговые долины; 5 – пологоволнистая слабонаклонная поверхность флювиогляциальных равнин; 6 – выполоченные широкие речные долины, заполненные флювиогляциальными отложениями; 7 – пологохолмистая волнистая озерная равнина; 8 – плоская слаборасчлененная озерно-аллювиальная равнина; 9 – мелко-среднебугристая поверхность озерной равнины; 10 – крупно- и мелкобугристая поверхность поймы; 11 – мелкобугристая поверхность высокой поймы; 12 – крутые склоны; 13 – поверхности выравнивания и пологие склоны с солифлюкционно-дифлюкционным рельефом; 14 – ледники; 15 – озера

ледников и, как правило, связан с конечно-моренными комплексами. Бугристые морены имеют более хаотичную неупорядоченную структуру положения бугров и валов, а ложбины заполнены флювиогляциальными отложениями. Сглаженные морены являются более древними и имеют худшую сохранность моренного рельефа. Озерно-аллювиальные равнины сформированы в результате возникновения подпрудных озер.

Макет карты структур почвенного покрова. Всклопленные понижения плоскогорья Укок образуют две господствующие депрессии – Тархатинскую и Бертекскую. Бертекская котловина подразделяется на два понижения: восточное – Калгутинское и западное – Акалахинское. Исследование особенностей почвенного покрова и свойств почв проведено в границах почвенных комплексов

с учетом специфики их лимно-гляциального рельефа. Тархатинская котловина – субшироко вытянутое понижение, общее падение дна которого на восток превышает 50 м. В котловине выражен комплекс ледниковых и флювиогляциальных образований, формирующий холмисто-бугристый моренный рельеф. Для дренированных мезоповышений характерны сочетания мелкодерновинных злаковых степей, под которыми формируются мелкоконтурные комплексы каштановых маломощных сильнощелочистых почв (рис. 2). На увлажненных участках межбугровых понижений моренно-холмистого рельефа под кустарниково-злаково-осоковыми тундрами формируются горно-тундровые дерново-луговые почвы. На солифлюкционно-дифлюкционных элементах рельефа выделены почвы дерново-луговая и

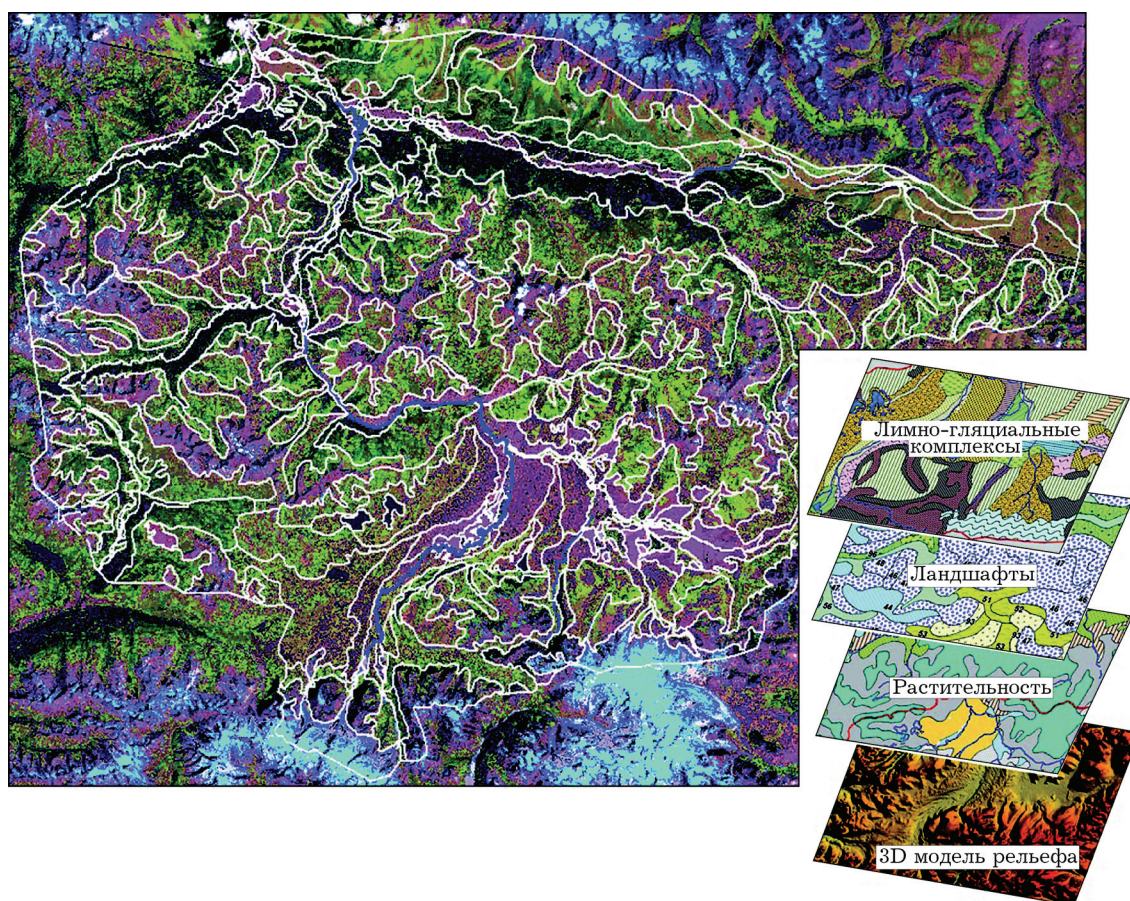


Рис. 2. Макет карты почв природных комплексов плоскогорья Укок, созданный на основе данных дистанционных исследований и интегрированного анализа цифровых слоев пространственно-временных характеристик объектов природной среды

дерново-луговая с погребенным гумусовым горизонтом.

В пределах Калгутинского понижения выделяется заболоченная луговая древнеозерная ледниковая плоская равнина, сформированная на месте средне- и верхнечетвертичных ледниковых озер, на дне которых отлагались ленточные глины, иногда переслаиваемые грубозернистыми песками и суглинками. На поверхности равнины много озер, болот и рек. Реки очень сильно меандрируют, врезаны всего на 1–2 м. Относительные колебания высот не превышают 3 м. Урочищами-доминантами являются занятые болотами или заболоченными лугами плоские равнины. Обширные неглубокие микропонижения равнины заняты болотами, очень влажными осоковыми и злаково-разнотравными лугами на лугово-болотных и аллювиально-луговых почвах.

Тундрово-степная холмисто-волнистая моренная равнина, расположенная в центральной части плато, состоит из гальки и валунов, сцементированных белесым и желтовато-бурым суглинком. Урочища – доминанты этого природного комплекса – моренные холмы, покрытые злаковой степью, и понижения с термокарстовыми озерами и осоково-кобрезиевыми лугами. Понижения покрыты заболоченными лугами на лугово-болотных почвах. На холмах преобладает злаковая степь на темноцветных горно-степных почвах. В целом почвенный покров равнины представляет сложную мозаику высокогорных степных и тундровых почв, которая создает своеобразный тундрово-степной комплекс.

Степная пологоволнистая флювиогляциальная равнина сложена песчано-галечниковыми флювиогляциальными толщами. Слабая расчлененность рельефа способствует развитию довольно однородного почвенно-растительного покрова. Поверхность равнины практически полностью покрыта высокогорной дерновинно-злаковой мятликовой степью на горно-степных темноцветных почвах. Вдоль русел рек встречаются осочковые луга на аллювиально-луговых почвах.

Самахинская степь расположена на высотах 1500–1600 м, протягивается с юго-запада на северо-восток и примыкает с севера к долине Аргута. Расширенный центральный

участок Самахинской котловины перегорожен моренным валом длиной около 4,5 км и шириной 700–800 м, поднимающимся над поверхностью степи на 60 м и более. На склонах моренного вала с многочисленными валунами формируются маломощные каштановые почвы под разреженными лапчатково-полынными степями. Северный склон моренного вала лесной. Дерново-слабоподзолистые почвы формируют мелкие контуры под фрагментами парковых лиственничников и дерново-подзолистые под кедрово-лиственничными зеленомошными лесами.

Границы и информационное содержание почвенных контуров на ключевых участках откорректированы с использованием цифровых тематических слоев: растительность, лимно-гляциальный рельеф, почвенно-географическое районирование, природные комплексы плато Укок. В настоящее время макет карты почвенных комплексов плоскогорья Укок содержит 14 единиц легенды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Селиверстов Ю. П. Горные территории и их устойчивое развитие (к понятию термина монтология) // Изв. РГО. 2002. Т. 134, вып. 1. С. 3–10.
2. Jose M., Teodoro L., Purificacion R., Luis O., Sue W., Constanza G., Carlos M. Land-use changes and sustainable development in mountain areas: a case study in the Spanish Pyrenees // Landscape Ecology. 1996. Vol. 11, N 5. P. 267–277.
3. Mitchell-Banks P. The Pacific Northwest Region of North America // Global Change and Sustainable Development in Mountain Regions. 2009. Vol. 9. P. 115–126.
4. Sustainable Development in Mountain Regions South-eastern Europe / ed. G. Zhelezov. London, New York: Springer Dordrecht Heidelberg, 2011. 291 p.
5. World Soil Resources Reports // Biological management of soil ecosystems for sustainable agriculture. Brazil: Londrina, 2002. 107 p.
6. Лысенкова З. В. Геоэкологический подход к изучению региональной системы природопользования (на примере Алтая) // География и природ. ресурсы. 2007. № 2. С. 76–81.
7. Кудряшова С. Я., Дитц Л. Ю. Дистанционное исследование природно-антропогенной трансформации почвенного покрова межгорных котловин юга Сибири // Сиб. экол. журн. 2009. № 2. С. 223–230.
8. Селиверстов Ю. П., Михайлов Н. Н., Редькин А. Г. Географическое положение, геоморфологические и климатические условия плоскогорья Укок (Юго-Восточный Алтай) // Изв. РГО. 2001. Т. 133, вып. 3. С. 11–24.
9. Гвоздецкий Н. А., Михайлов Н. И. Физическая география СССР. Ч. 2. М.: Высш. шк., 1987. 448 с.

10. Козин В. В. Ландшафтный анализ в нефтегазопромысловом регионе. Тюмень: Изд-во Тюм. ГУ, 2007. 240 с.
11. Почвы Горно-Алтайской автономной области. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1973. 252 с.
12. Карта растительности юго-востока Западной Сибири. М 1 : 1 000 000. М.: ГУТК, 1960.
13. Куминова А. В. Растительный покров Алтая. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. 450 с.
14. Редькин А. Г. Гляциологическая оценка возможности существования покровного оледенения на плато Укок (Южный Алтай) в максимум последнего похолодания // Изв. РГО. 1994. Т. 126, вып. 3. С. 70–74.
15. Раковская Э. М. Природные комплексы плато Укок // Вестник МГУ. 1962. № 4. С. 41–47.
16. Прасолов Л. И. Южное Забайкалье (почвенно-географический очерк). Л.: Изд-во АН СССР, 1927. 422 с.
17. Глазовская М. А. Почвы горных областей Казахстана / Изв. АН КазССР. Сер. почв. 1949. Вып. 4. С. 191–210.
18. Неуструев С. С. О почвенных комбинациях равнинных и горных стран // Генезис и география почв. М.: Наука, 1977. С. 119–129.
19. Копосов Г. Ф. Генезис почв гор Прибайкалья. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1983. 398 с.
20. Петров Б. Ф. Почвы Алтае-Саянской области. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 247 с.
21. Максимович С. В., Ногина Н. А. Почвы высокогорий // Почвенный покров и почвы Монголии. М.: Наука, 1984. С. 88–99.
22. Фридланд В. М. Классификация структур почвенного покрова и типизация земель // Почвоведение. 1980. № 11. С. 5–17.
23. Фридланд В. М. Основные черты структуры почвенного покрова азиатской части СССР // Проблемы почвоведения (советские почвоведы к IX Международному конгрессу почвоведов). М., 1978. С. 208–212.
24. Краснощеков Ю. Н. Почвенный покров горных лесов Восточного Прихубсугулья в Монголии // Почвоведение. 2008. № 7. С. 793–804.
25. Давыдова Т. В., Цибжитов Ц. Х., Цибикдоржиев Ц. Ц., Гончиков Б. М. Структура почвенного покрова и земельные ресурсы юга Селенгинского Среднего-рья // Там же. 2009. № 4. С. 408–411.
26. Белозерцева И. А., Кузьмин В. А. Почвы Дархатской котловины (Монголия) // География и природ. ресурсы. 2006. № 2. С. 143–151.
27. Огуреева Г. Н. Ботаническая география Алтая. М.: Наука, 1980. 197 с.
28. Михайлов Н. Н., Редькин А. Г. Лимно-гляциальные комплексы плато Укок // География и природопользование Сибири. Барнаул: Изд-во Аккем, 1997. С. 62–70.

Ecological-Geographical Aspects of Soil Complex Partitioning at the Ukok Plateau Using Remote Sensing Studies

S. Ya. KUDRYASHOVA, L. Yu. DITZ, A. V. CHICHULIN, A. S. CHUMBAEV,
G. F. MILLER, A. N. BEZBORODOVA

*Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry SB RAS
630099, Novosibirsk, Sovetskaya str., 18
E-mail: sya@issa.nsc.ru*

The possibility to create mesoscale soil maps of the natural systems of the Ukok Plateau on the basis of remote sensing studies, the principles of landscape zoning and spatial-temporal characteristics of natural environmental objects is considered.

Key words: intermountain troughs and mountain plateaus, soil cover structure, remote sensing studies.