

© И.Н. ФЕДОРОВ

INFyodorov@yandex.ru

УДК 911.53:006.73

КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ЭТАЛОНИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТОВ

АННОТАЦИЯ. В статье рассмотрена проблема дистанционного эталонирования ландшафтов, отмечены преимущества применения ландшафтно-экологического подхода в технологии эталонирования ландшафтных структур Полярного Урала в районе г. Константинов камень в районе прохождения системы магистральных газопроводов Бованенково-Ухта.

SUMMARY. The problem of distance landscape calibration was considered in the article, as well as the benefits of landscape-ecological approach to technology calibration of landscape structures of the Polar Urals in the region of Konstantin Stone mountain in the passage of Bovanenkovo-Ukhta.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Эталонирование ландшафтов, дешифрирование данных дистанционного зондирования, классификация ландшафтов, Полярный Урал, Бованенково-Ухта.

KEY WORDS. Landscape calibration, data of remote sensing interpretation, landscape classification, Polar Ural Mountains, Bovanenkovo-Ukhta.

В современный период развития общества воздействие человека на окружающую среду настолько усилилось, что традиционные методы мониторинга ее состояния — стационарные наблюдения, полевые наблюдения, тематическое картографирование — перестали удовлетворять требованиям оценки современного состояния и управления развитием природной среды, прежде всего в аспектах трудозатрат и сроков выполнения таких работ.

Именно технология эталонирования служит основой экономической и практической эффективности дистанционных методов при ландшафтном и тематическом картографировании. Во-первых, разработка системы эталонов обеспечивает экстраполяцию, чем резко уменьшает объем полевых работ и оптимизирует процедуру визуального картографирования в камеральных условиях, значительно удешевляя экологические исследования. Во-вторых, эталонирование открывает широкие возможности для «обучения» классификационных признаков при автоматизированном дешифрировании.

В полной мере это относится к обширным недоступным районам севера Западной Сибири и Урала. Специфика северных территорий такова, что геоэкологические ситуации здесь могут быть исследованы только при массовом применении АФС и КС [1], [2]. К преимуществам материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в первую очередь относится актуальность, многоаспектность получаемой информации, единовременность информации для обширных территорий, а также возможность повторной регистрации для целей геомониторинга.

К настоящему времени у потребителя ДДЗ есть возможность выбора снимков по типу съемки, спектральным характеристикам, пространственному и

радиометрическому разрешению, а также по времени съемки. Все больше дистанционных материалов выкладывается для общего доступа в сети Интернет. Наиболее доступными на текущий момент времени являются снимки с космических аппаратов Landsat, IRS, Quick Bird. Однако опыт в дешифрировании космических снимков до настоящего времени остается в значительной степени субъективным, в объективной форме не передается и не накапливается. При тематическом дешифрировании преобладает эмпирический подход, который выражается в том, что каждый исследователь в каждом новом районе при решении новой задачи начинает накапливать запас признаков и формировать обучающую выборку заново.

О необходимости создания банка признаков, пригодного для систематизации и распространения, через разработку технологии дистанционного эталонирования высказывался Б.В. Виноградов [3], [4]. Этот вопрос не утратил актуальность и сейчас [5-7].

Рассмотрим базовые понятия эталонирования. *Дистанционное эталонирование* — выбор и аннотации фотографических и радиометрических эталонов различных геосистем, путем сопоставления с которыми можно дешифрировать объекты того же класса в аналогичных ситуациях. В существующих опытах эталонирования большое значение уделяется к классификационной принадлежности ландшафтов [3], [4], [7-10].

Классификация ландшафтов и выбор эталонов. В настоящее время существует ряд программных комплексов, способных выполнять автоматизированное дешифрирование и классификацию данных дистанционного зондирования. К ним относятся, в первую очередь, eCognition, интегрированные модули в ArcGIS, ERDAS IMAGINE, ENVI. Однако современные автоматизированные технологии отдают предпочтение прямым дешифровочным признакам, используя остальные в меньшей степени. Используя систему ландшафтных эталонов, возможно предварительное обучение автоматизированных систем, в таком случае программные комплексы начинают оперировать существенно большим набором косвенных признаков, но в рамках достаточно жестких правил.

Для объективной оценки ландшафтов территории требуется разработка таксономо-классификационной схемы ландшафтов. Для выполнения экологического обоснования природопользования особенно важны сведения о ландшафтных комплексах типологического ранга. Им отвечают единицы среднемасштабного и крупномасштабного картографирования (1:200 000 - 1:25 000). В качестве важнейшего признака — основания для классификации объектов ландшафтно-экологического анализа — предпочтение должно быть отдано структуре самих ландшафтов, определяемой как строение и форма организации системы и выступающей как единство устойчивых связей между элементами. В нашей практике ландшафтно-экологического картографирования основными операционными единицами выступают тип местности и вид урочища, объединенные с учетом направленности потоков вещества и энергии в парагенетические комплексы — циклы и серии развития геосистем. Введение в состав операционных систем картографирования циклов развития, серий развития геосистем позволяют зарегистрировать: единство местоположения типологических единиц (ранга типов местности и типов урочищ); групповые эволюционно-динамические свойства типологических единиц; генеральные черты латеральных связей на основе направленных потоков вещества и энергии [2].

Дешифровочный эталон как типичное аэро- или космическое изображение исследуемого природного образования должен отражать типовой состав, размещение, конфигурацию, количественное соотношение элементов и все основные ее дешифровочные признаки. Эталон при стандартизированных природных и технических условиях съемки может быть использован с допустимой погрешностью для дешифрирования аэро- или космических снимков непосещенных территорий путем экстраполяции в пределах ландшафтов-аналогов. Чем совершеннее описан эталонный образ объектов в признаках изображений, тем достовернее будет определен и охарактеризован природный объект, зарегистрированный на снимке [4-6].

Автором проведено изучение ландшафтных структур на территории трех равных по площади ключевых участков в районе горы Константинов камень (Полярный Урал) в пределах осевой и склоновых частей Полярного Урала (табл. 1). В качестве источников информации использованы космические снимки среднего и высокого разрешения (снимки с Landsat TM, Aster и Quick Bird) в комплексе с топографическими картами и материалами полевых изысканий автора.

Таблица 1

Классификация ландшафтов ключевых участков

Ключевой участок	Цикл развития геосистем	Серия развития геосистем	Тип местности	Вид урочища
Ключевой участок №1 (Осевая часть)	I. Вершинно-склоновый цикл развития автоморфных и ограниченно гидроморфных ландшафтов	Серия гольцовых автоморфных вершинно-склоновых поверхностей	Горно-вершинный тип местности	I.1.1
		Серия тундровых автоморфных вершинно-склоновых поверхностей	Тип местности горный вершинно-склоновый	I.2.1, I.2.2, I.2.3
	II. Цикл развития тундровых автоморфных и ограниченно-гидроморфных подножий горных сооружений	Серия тундровых автоморфных подножий горных сооружений	Предгорный склоновый тип местности	II.3.1
			Предгорный грядово-склоновый тип местности	II.4.1
			Предгорный эрозионно-денудационный тип местности	II.6.1
	V. Цикл развития долинный тундровый	Серия долин горных рек	Горно-долинный тип местности	V.17.1
			Серия долин рек малых порядков	Мелкодолинный тундровый тип местности

Продолжение табл. 1

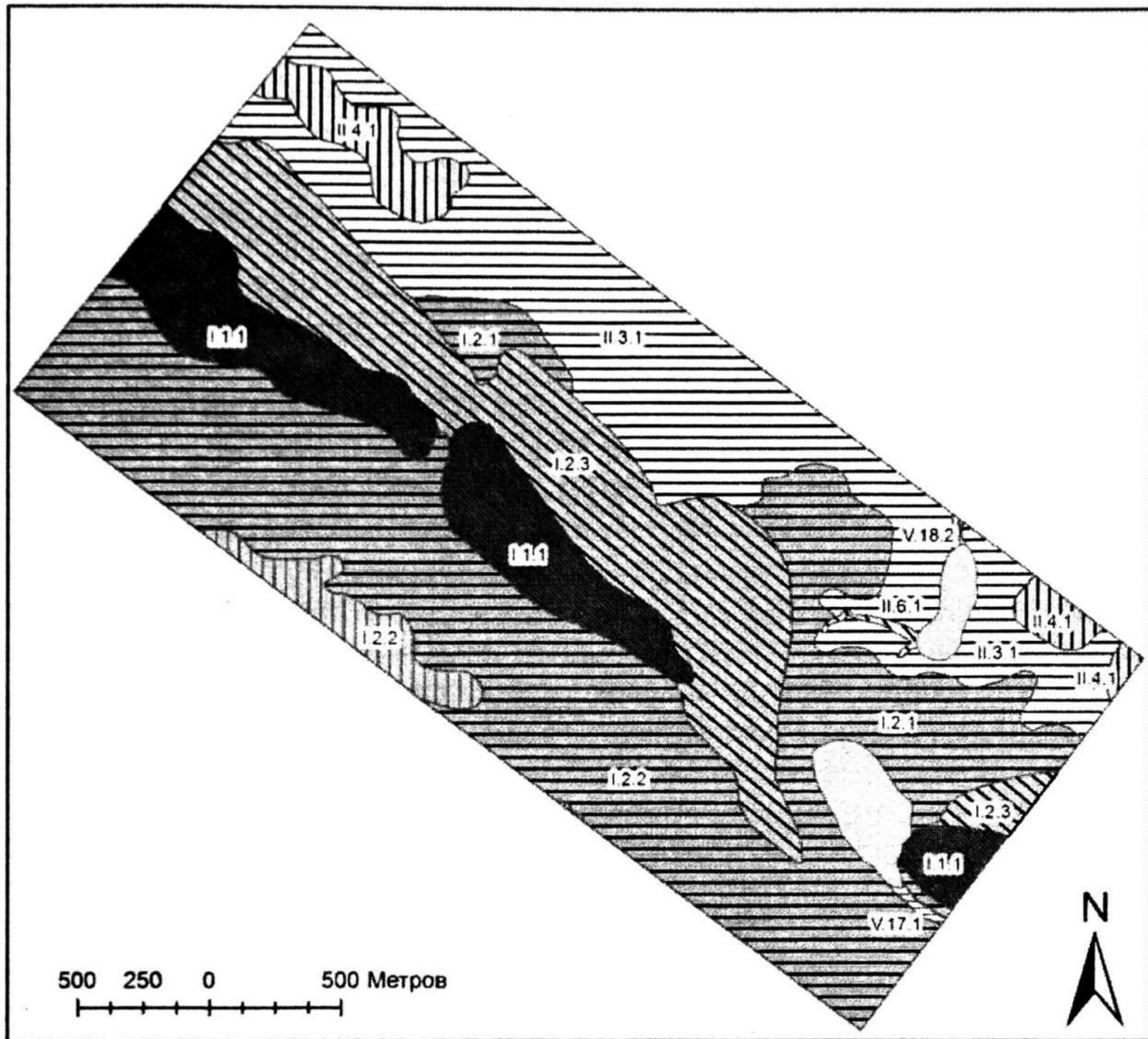
Ключевой участок №2 (Западный склон)	I. Вершинно-склоновый цикл развития автоморфных и ограниченно гидроморфных ландшафтов	Серия тундровых автоморфных вершинно-склоновых поверхностей	Тип местности горный вершинно-склоновый	I.2.4
	II. Цикл развития тундровых автоморфных и ограниченно-гидроморфных подножий горных сооружений	Серия тундровых автоморфных подножий горных сооружений	Предгорный склоновый тип местности	II.3.1
			Предгорный холмисто-склоновый тип местности	II.5.1
	III. Трансэлювиальный литоморфный и ограниченно гидроморфный цикл субоптимального развития	Серия глинисто-суглинистых склонов водоразделов	Волнисто-склоновый тундровый подгорный тип местности	III.7.3, III.7.4, III.7.5
			Эрозионно-денудационный склоновый подгорный тип местности	III.8.1, III.8.2, III.8.3
			Тип местности полигональных болот	III.13.1
			Тип местности комплексных плоскобугристых болот	III.14.1, III.14.2
			Древнеэрозионный тундровый тип местности	III.16.1, III.16.2
	V. Цикл развития долинный тундровый	Серия долин горных рек	Горно-долинный тип местности	V.17.1
		Серия долин рек малых порядков	Мелкодолинный тундровый тип местности	V.18.1

Окончание табл. 1

Ключевой участок №3 (Восточный склон)	II. Цикл развития тундровых автоморфных и ограниченно-гидроморфных подножий горных сооружений	Серия тундровых автоморфных подножий горных сооружений	Предгорный склоновый тип местности	II.3.1
	III. Трансэлювиальный литоморфный и ограниченно гидроморфный цикл субоптимального развития	Серия глинисто-суглинистых склонов водоразделов	Волнисто-склоновый тундровый подгорный тип местности	III.7.1, III.7.2
	IV. Цикл развития автоморфных и озерно-болотных водоразделов	Серия возвышенных глинисто-суглинистых дренированных водоразделов оптимального развития	Холмисто-грядовый тундровый тип местности	IV.9.1, IV.9.2
			Пологоволнистый тундровый тип местности	IV.10.1, IV.10.2, IV.10.3, IV.10.4
			Холмисто-западинный тундровый тип местности	IV.11.1
			Эрозионно-денудационный тундровый тип местности	IV.12.1
		Серия озерно-болотных водоразделов регрессивного развития	Тип местности полигональных болот	IV.13.1, IV.13.2, IV.13.3
			Тип местности низинных болот	IV.15.1, IV.15.2
			Древнеэрозионный тундровый тип местности	IV.16.1, IV.16.2
	V. Цикл развития долинный тундровый	Серия долин рек малых порядков	Мелкодолинный тундровый тип местности	V.18.1, V.18.2, V.18.3

Ключевой участок № 1 расположен в пределах осевой низкогорной части Полярного Урала и включает вершину г. Константинов камень. На территории участка выделено 3 цикла развития, 5 серий развития геосистем, 7 типов местности и 9 видов урочищ (см. табл. 1). Ландшафтно-типологическая карта ключевого участка № 1 проиллюстрирована на рис. 1, соотношение площадей

разных типов местности в общей структуре природных комплексов отражено на диаграмме (рис. 2).



Условные обозначения

Озера	Предгорный грядово-склоновый тип местности
Горно-вершинный тип местности	II.4.1
I.1.1	Предгорный эрозионно-денудационный тип местности
Тип местности горный вершинно-склоновый	II.6.1
I.2.1	Горно-долинный тип местности
I.2.2	V.17.1
I.2.3	Мелкодолинный тундровый тип местности
Предгорный склоновый тип местности	V.18.2
II.3.1	

Рис. 1. Ландшафтно-типологическая карта ключевого участка №1 (осевая часть)

В структуре ландшафтов преобладают низкогорные и предгорные вершинно-склоновые комплексы, часто с каменистыми подвижными россыпями, покрытые сверху вниз по склону разреженными лишайниковыми, мохово-лишайниковыми, лишайниково-кустарничково-травяно-моховыми растительными сообществами (виды урочищ I.1.1, I.2.1-I.2.3, I.3.1).

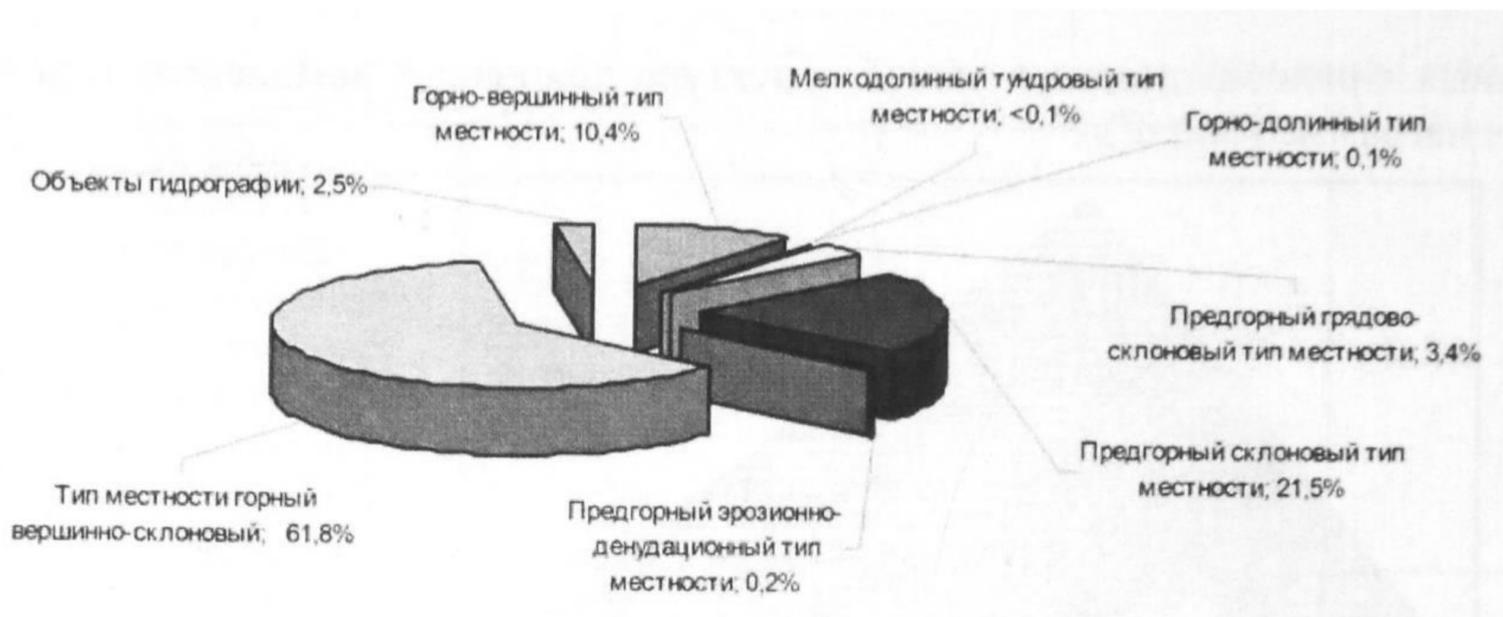


Рис. 2. Соотношение типов местности в общей структуре природных комплексов ключевого участка № 1

Однако наиболее интересным автору представляется сравнительная характеристика ключевых участков №2 и №3, расположенных соответственно на западном и восточном склонах Полярного Урала, ограниченных по абсолютной высоте двухсотой горизонталью.

В пределах ключевого участка №2 выделено 4 цикла развития, 5 серий развития геосистем, 10 типов местности и 16 видов урочищ (см. табл. 1). Характерной особенностью ландшафтной структуры данного участка является развитие ивняковых тундровых сообществ как по дренированным склоновым поверхностям, так и по ложбинам стока и ручьям в условиях повышенного увлажнения (виды урочищ III.7.3, III.7.5, III.8.2). Доминирующими типами местности здесь выступают волнисто-склоновый тундровый подгорный и предгорный склоновый типы местности (рис. 3, а).

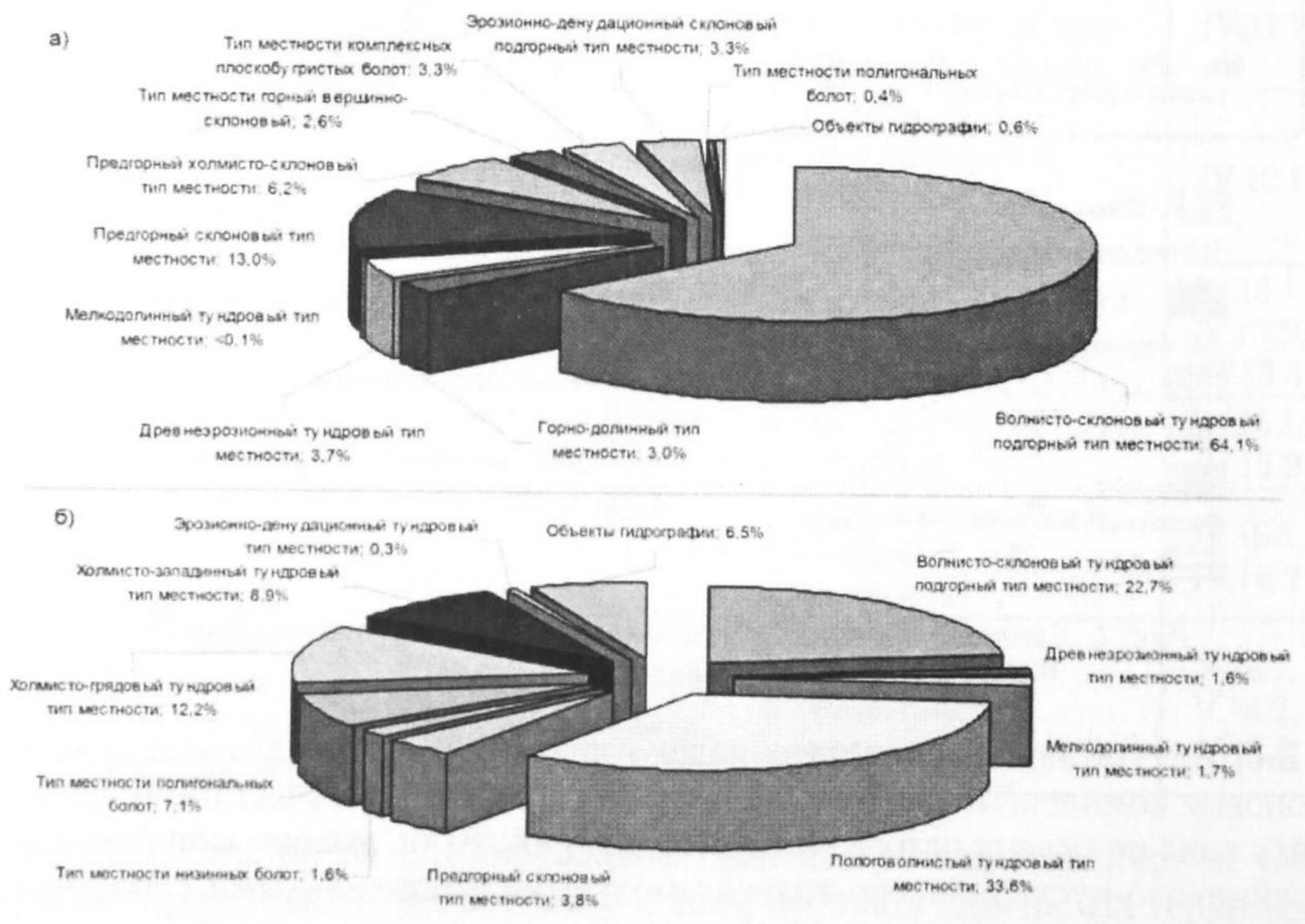


Рис. 3. Соотношение площадей типов местности в структуре ландшафтов ключевого участка №2 (а) и ключевого участка №3 (б)

Неотъемлемыми элементами ландшафтной структуры западного склона Полярного Урала являются многочисленные ложбины стока и долинки малых рек эрозионно-склонового подгорного типа местности, горно-долинного и долинного тундрового типов местности (виды урочищ III.8.1-III.8.3, V.17.1, V.18.1). По составу преобладающих растительных сообществ природные комплексы западного склона можно отнести к подзоне южных кустарниковых тундр тундровой зоны. Структура ландшафтов 3 ключевого участка, расположенного на восточном склоне полярного Урала, несмотря на географическую близость ко второму участку, разительно от него отличается. Прежде всего это выражается в практически полном отсутствии кустарникового яруса в растительных сообществах, а также активном развитии криогенных процессов, в числе которых криосолифлюкция, морозобойное растрескивание и деградация повторно-жильных льдов. Фонowymi являются урочища склоновых и пологоволнистых предгорных и подгорных равнин с преимущественно кустарничково-травяно-моховыми тундрами на тундровых глеевых и тундровых торфянисто-глеевых почвах (виды урочищ III.7.1, IV.10.1-IV.10.5). Преобладающими типами местности в пределах участка являются пологоволнистый тундровый, волнисто-склоновый тундровый подгорный с активным развитием криосолифлюкционных процессов по склонам. Содоминантны природные комплексы холмисто-грядового и холмисто-западинного типов местности. Необходимо отметить также широкое распространение в пределах участка болотных комплексов с преобладанием полигональных и низинных болот (виды урочищ IV.13.1-IV.13.3, IV.15.1, IV.15.2, IV.16.1, IV.16.2). По составу растительных сообществ ландшафты восточного склона можно отнести к подзоне типичных тундр тундровой зоны.

В заключение можно сделать вывод о приоритетности развития технологии дистанционного эталонирования как метода накопления и систематизации опыта дешифрирования. Обеспечивая возможность осуществления различных видов экстраполяции, эталонирование лежит в основе прогресса методики визуального и автоматизированного дешифрирования аэро- и космоснимков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козин В.В., Марьинских Д.М. Ландшафтно-экологическое обеспечение стабилизации экологической ситуации и устойчивого развития в Западно-Сибирском секторе Арктики // Природопользование в районах со сложной экологической ситуацией. Тюмень: ТюмГУ, 2003. С. 3-7.
2. Козин В.В. Ландшафтный анализ в нефтегазопромысловом регионе. Тюмень: изд-во ТюмГУ, 2007. 240 с.
3. Виноградов Б.В. Аэрометоды изучения растительности аридных зон. М.: -Л.: Наука, 1966. 360 с.
4. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984. 320 с.
5. Седых В.Н. Аэрокосмический мониторинг лесного покрова. Новосибирск: Наука, 1991. 239 с.
6. Методика дешифрирования аэрофотоснимков в целях экологического мониторинга и аудита нефтегазовых месторождений. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 80 с.
7. Коновалова Т.И., Бессолицына Е.П., Черкашин А.К. и др. Ландшафтно-интерпретационное картографирование / Новосибирск: Наука, 2005. 424 с.
8. Михеев В.С., Космакова О.П., Пузан Т.А. Опыт дешифрирования ландшафтной структуры по космическим снимкам на основе экспериментальной выборки // Дистанционные исследования рельефа Сибири. Новосибирск, 1985. С. 27-34.
9. Михеев В.С. Ландшафтный синтез географических знаний. Новосибирск: Наука, 2001. 216 с.
10. Мельников Е.С. Ландшафтное районирование севера Западной Сибири как основа экстраполяции дешифровочных признаков геологических и геокриологических образований // Аэросъемка и ее применение. Л.: Недра, 1967. С. 400-403.