

Минимальные выделы лесной растительности при картографировании Юго-Западной Якутии с использованием спутниковых снимков

И.И. Чикидов*, Б.З. Борисов

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия

*chikidov@rambler.ru

Аннотация. Представлены результаты обобщения геоботанических и картографических материалов, полученных на территории Юго-Запада Якутии в период с 2005 г. по настоящее время. Растительный покров района исследований формируется по сравнению с другими районами в условиях лучшей теплообеспеченности при большем количестве осадков, пониженной континентальности климата. Для лесов региона характерна высокая мозаичность типов, приуроченных к различным проявлениям ландшафта. Для корректного объединения выделенных в результате полевых исследований типов лесной растительности и сопоставления их с результатом анализа спутниковых снимков выделены единые критерии, отражающие общность происхождения, состава и расположения новых выделов. Для более качественной цифровой классификации лесных участков требовалось наличие готового цифрового рельефа и использование его производных: карты уклонов, экспозиции. Условия рельефа оказывают решающее влияние на развитие лесных сообществ, определяя их облик и типологическое положение. Определено, что ни визуальное определение, ни использование специализированных вегетационных индексов не дают возможности с высокой точностью определять лесную растительность до типа леса. Максимальной единицей дешифровки лесной растительности со спутниковых снимков являются группы типов и формации лесов, что и делает корректное выделение обобщенных растительных комплексов на картографических продуктах актуальным.

Ключевые слова: Юго-Западная Якутия, картирование лесов, типы лесов, лесные формации, обобщенные выделы лесной растительности.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке проекта IV.52.1.8. «Фундаментальные и прикладные аспекты изучения разнообразия растительного мира Северной и Центральной Якутии», (0376-2018-0001; рег. номер АААА-А17-117020110056-0).

Введение

Геоботанические карты – важный источник информации о растительном покрове, который в свою очередь является хорошим индикатором состояния наземных экосистем [1]. В настоящее время практически все работы по созданию различных карт растительности ведутся с применением геоинформационных систем (ГИС) с широким использованием различных данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ): аэрофотоснимки (в то числе с беспилотных летательных аппаратов), спутниковые снимки.

Разработано много методов использования ДДЗ в создании геоботанических ГИС, но все же наиболее популярным дистанционным материалом служат спутниковые снимки. При этом для различных масштабов и целей используются различные как по пространственному разреше-

нию, так и по времени исполнения снимки, а также производные от них материалы в виде вегетационных индексов. Доступность современных ГИС, а также большое количество бесплатных ресурсов, предоставляющих различные спутниковые снимки, сделали связку «ГИС+ДДЗ» неотъемлемой частью геоботанических работ.

Но если с технической стороны мы наблюдаем большой прогресс за последние 10 лет, то в деле типологии картируемых объектов еще существуют значительные трудности. Так, достаточно часто при выполнении работ по геоботаническому картированию местности мы сталкиваемся с необходимостью выделения комплексов растительности, объединяющих близкие по характеристикам типы и группы типов леса. На примере лесов Юго-Запада Якутии мы постараемся выявить основные критерии выделения раститель-

ных комплексов, характеризующих растительность изучаемого региона.

Район исследований относится к Восточно-Сибирской подобласти светлехвойных лесов Евроазиатской хвойно-лесной области [2], к Южно-якутской подпровинции Олекмо-Якутской провинции области бореальных лесов [3], лежит в пределах Юго-Западного Приленского лесохозяйственного округа [4], Лено-Витимского предгорного среднетаежного лесорастительного округа [5]. По сравнению с другими районами Якутии данный регион характеризуется высокопроизводительными хвойными лесными насаждениями на фоне более благоприятных климатических условий.

Среди лесных насаждений господствуют лиственничные леса из *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen. и *Larix sibirica* Ledeb., в составе лиственничных лесов и отдельно в виде самостоятельных насаждений широко встречаются леса из сосны, кедра сибирского, пихты сибирской, ели сибирской, осины. Доминируют лиственничные леса с участием других хвойных видов бруснично- и чернично-зеленомошные с выраженным кустарниковым и травяно-кустарничковым ярусами. Вторыми по значимости и по распространенности в регионе являются леса из сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), относящиеся к подгруппе типов средневлажных местопроизрастаний, что отличает сосновые леса района исследований от сосняков Центральной Якутии, где преобладают сосняки сухих местопроизрастаний. В составе хвойных лесов высока активность мелколиственных деревьев – осины (*Populus tremula* L.) и березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukaczew).

Для естественных насаждений характерна высокая мозаичность растительности, приуроченной к различным проявлениям ландшафта. Депрессии или возвышения рельефа, незначительные по площади для картографирования, могут иметь растительность, отличающуюся от прилегающих участков. Кроме того, на состав и структуру растительного покрова влияют возрастная структура и нарушенность лесных насаждений. При создании геоботанических карт на большие площади с использованием масштаба 1:200000 и крупнее возникает необходимость в корректной генерализации данных полевых исследований и расшифровке спутниковых снимков – определении обобщенных выделов, включающих типологически близкие растительные сообщества.

Для корректного объединения выделенных в результате полевых исследований типов лесной растительности и сопоставления их с лесными формациями, установленными в результате анализа спутниковых снимков, необходимо исходить из единых критериев, отражающих общность происхождения, состава и расположения новых выделов.

Объекты и методы

Данная статья обобщает результаты работ, проводившихся с 2005 г. по настоящее время. Был получен и обобщен массив геоботанических и картографических материалов по району исследований – территории Юго-Запада Якутии. Полевые исследования проводились общепринятыми лесоводственно-геоботаническими методами [6], закладывались пробные площади, определялся возраст лесных насаждений [7]. При изучении лесовосстановительной динамики лесов применялся метод учетных площадок [8], оценка состояния подчиненных ярусов лесной растительности проводилась с применением шкалы Друде [9].

При анализе распределения растительных сообществ использовался общедоступный картографический материал – топографическая карта масштаба 1:200000, карта растительности Центральной Якутии масштаба 1:2500000 [10], спутниковые снимки высокого разрешения: IKONOS, QuickBird, среднего разрешения: Landsat-7 и Landsat-8, SENTINEL-2. Цифровые модели рельефа (ЦМР): Aster GDEM и SRTM. Визуализация и анализ материалов полевых работ проводились с использованием ГИС-программ: MapInfo 9.5, ArcGIS 10.1, ENVI 4.7©.

Результаты исследований и их обсуждение

При создании карт растительного покрова мы начинали работу с простого визуального выделения растительных формаций исходя из окраса композитных снимков в режиме RGB, где обязательно использовались тепловые каналы. Были применены и различные вегетационные индексы, чаще всего нормализованный индекс NDVI. С расширением возможности программного обеспечения мы использовали метод неуправляемой классификации с определенным количеством классов. Классификацией спутниковых изображений называется процесс разбиения множества его пикселей на конечное число заранее заданных тематических классов. Основанием для выделения подобных классов является некоторая совокуп-



Рис. 1. Фрагмент спутникового снимка Landsat-8 (LC81330182017101LGN00_B2) от 1 октября 2017 г., канал B2. Координаты центра рисунка 59°42'07" с.ш., 110°58'12" в.д., верховья р. Юктэкэн (Ленский район РС (Я)).

Fig. 1. A fragment of the satellite image Landsat-8 (LC81330182017101LGN00_B2) channel B2 from October 1, 2017. The coordinates of the center of the figure are 59°42'07" N 110°58'12" E the upper reaches of the Yukteken River (Lensky district of the RS (Y)).

ность критериев близости значений, свойственных им признаков [11,12]. Более сложный анализ был испытан при «классификации с обучением» в программе ENVI, когда по полевым данным выделялись эталонные участки (ROI).

Был испытан «метод главных компонент», этот алгоритм представляет собой эмпирическое линейное преобразование шести каналов мультиспектральной спутниковой сцены в три отдельных изображения (яркость, зелень и влажность), обычно используемых при изучении растительного покрова [13–15].

Но наилучшие результаты дал метод на основе пошагового алгоритма с использованием метода IsoData (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique — итеративный самоорганизующийся способ анализа данных) с установленной градацией на определенные тематические классы, который основан на оценке критериев близости

точек в пространстве спектральных признаков. Этот алгоритм, широко используемый в исследованиях наземного покрова, позволяет автоматически выявить «неизвестные» пиксели изображения и объединить их в несколько пространственных кластеров (классов), основанных на естественной группировке цифровых значений спектральной яркости объектов наземного покрова [16, 17]. При применении этого метода хорошо себя показало использование не только большого количества каналов и их производных в виде индекса NDVI, но и данных ЦМР. В последнем случае хорошо показало себя использование данных, полученных на их основе: высота, уклон, экспозиция.

Среди технических новшеств в совершенствовании методов выделения типов лесной растительности юго-западной Якутии по спутниковым снимкам мы выделяем сопоставление зимних снимков с летними. В качестве спутниковых

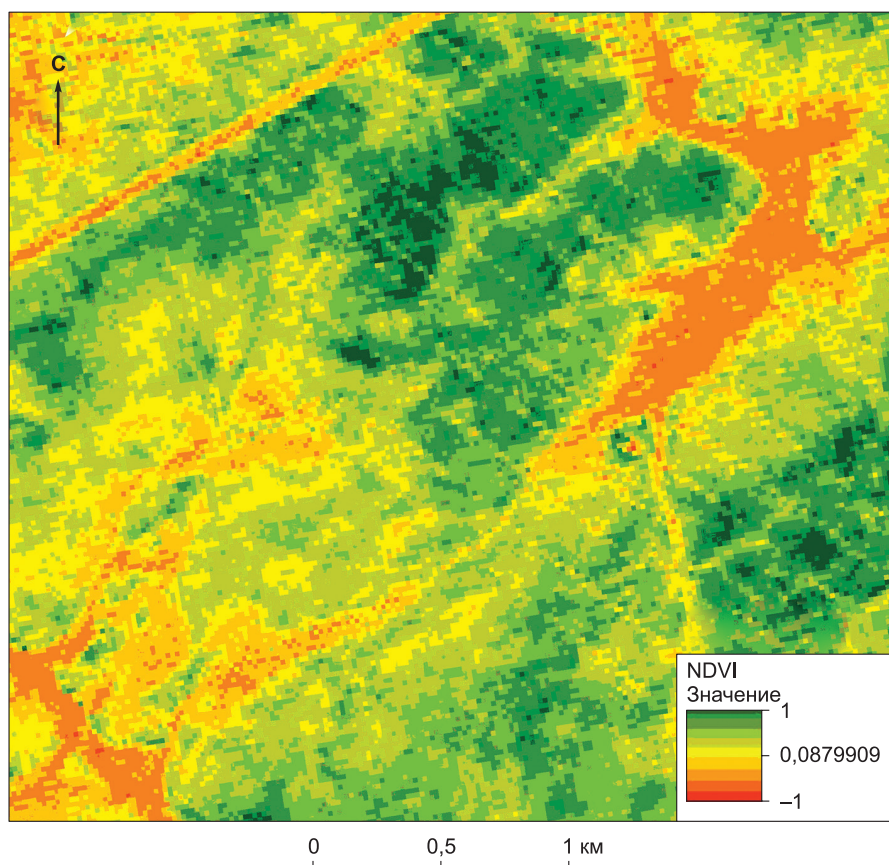


Рис. 2. Карта индекса NDVI, полученная методом пересчета данных каналов B4 и B5 спутникового снимка Landsat-8 (LC81330182017101LGN00_B2).

Fig. 2. Map of the NDVI index obtained by the method of recalculating the data of the B4 and B5 channels of the Landsat-8 satellite image (LC81330182017101LGN00_B2).

снимков зимнего «снежного периода» чаще всего использовались снимки, выполненные в марте. Это связано с тем, что в ранний весенний период солнечное излучение весьма интенсивно, и поэтому снимки получаются более информативными. Они служат хорошим дополнением к летним снимкам и ЦМР, расширяют возможности классификации растительного покрова.

При этом следует выделить два момента. Во-первых, ход многолетних работ показал, что по летним снимкам трудно отделить друг от друга не только различные типы лесов, но порой лесные и нелесные участки. При использовании каналов из видимого спектра Landsat-8, таких как: B2, B3, B4, мы можем разделить растительный покров на три группы: 1) открытые безлесные пространства; 2) редколесья и вырубki; 3) лесные массивы. Для их разделения используются значения альbedo снежного покрова, чем оно ниже, тем гуще лесной покров. В качестве при-

мера приводим фрагмент спутникового снимка Landsat-8 (рис. 1). Здесь наглядно видно, чем темнее фототон, тем гуще лесные насаждения.

Во-вторых, при использовании зимних снимков можно разделить породный состав лесных насаждений. Для этого мы использовали широко применяемый индекс NDVI – нормализованный вегетационный индекс [18–20]. При расчете по каналам B4 и B5 индекса NDVI лесные насаждения, содержащие в своем составе сосну обыкновенную, кедр и ель, имеют положительное значения индекса NDVI, близкие к единице, а насаждения лиственницы имеют значения, близкие к нулю. Тем самым, если по видимым каналам участок выделяется как лесной, то значения NDVI разделяют его на два типа: лиственничные и хвойные вечнозеленые (сосна, кедр, ель).

В дальнейшем вечнозеленые породы можно разделить уже по ЦМР. Так, сосна произрастает или на плакорных участках, или же на склонах

южной экспозиции, насаждения ели обычно приурочены к мелкодолинному типу ландшафта. Это хорошо видно на другой иллюстрации (рис. 2). Здесь градация окраски раstra спутникового снимка Landsat-8 от зеленого (т. е. положительного значения NDVI) до красного (отрицательных значений NDVI). Желтый окрас показывает, что значения ячеек близки к нулю. Если сравнить оба фрагмента (см. рис. 1 и 2), то видно, что участки, которые имеют минимальное значение альbedo на рис. 1 и минимальное значение NDVI, одно-значно можно классифицировать как леса с преобладанием лиственницы, но если другие участки также имеют минимальное значение альbedo (см. рис. 1), но максимальное значение NDVI (см. рис. 2), их можно классифицировать как лес с преобладанием сосны сибирской.

Опыт работы со снимками высокого разрешения IKONOS и Quick Bird показал, что данные снимки плохо подходят для решения задач по созданию геоботанических карт. Это связано с тем, что высокое пространственное разрешение отображает каждое отдельное дерево как отдельный объект. Тени и полутона кроны не позволяют ГИС-программам объединять отдельные деревья в единый класс растительного сообщества. Тем самым для картирования растительного покрова больше подходят снимки среднего разрешения, такие как Landsat-8 и SENTINEL. Их пространственное разрешение от 10 до 30 м на пиксель как раз размывает отдельные деревья в единый лесной массив.

Анализ спутниковых снимков показал, что для выделения комплексов растительности требуется придерживаться следующих критериев:

1. Распространенность и экологическая значимость.

2. Типологическая близость.

3. Пространственное расположение.

Данные критерии, с одной стороны, позволяют отсечь или объединить часть массивов, незначительных по площади и близких типологически, а с другой стороны, критерий экологической значимости позволит отметить типы, характерные для данной местности, но незначительные по занимаемым площадям. Предлагается в целом придерживаться уровня групп типов лесной растительности, выделенных по схожим критериям в геоботанической литературе [5] (см. таблицу).

В распределении групп типов леса Юго-Запада Якутии по рельефу режим обеспечения влагой является решающим. Участки с пере-

стойным увлажнением, например в депрессиях рельефа, характеризуются преобладанием в лесной растительности лиственничников группы типов заболоченных местообитаний, часто с широким участием в моховом покрове видов сфагновых мхов.

Основная часть района исследований, занятая увалистым расчлененным рельефом, характеризуется преобладанием лиственничных лесов подгруппы типов сыроватых, переходных к сырým местопроизрастаниям, относящихся к группе типов средневлажных местопроизрастаний. Визуальное выделение данной группы типов может быть затруднено высокой мозаичностью разновозрастных насаждений, распространением послепожарных молодых насаждений. Только приуроченность к определенному типу рельефа может достаточно достоверно указывать на соответствующую группу типов лиственничников.

Выделение групп типов сосновых лесов не вызывает особых затруднений – сосновые леса брусничного ряда четко приурочены к возвышениям рельефа, визуально сильно выделяясь среди господствующих в районе исследования лиственничных лесов. Менее распространенная группа типов сосновых лесов толочнянковых сухих местопроизрастаний приурочена также к вершинам возвышений, но имеет более низкую сомкнутость (не более 0,4–0,5). Это ограничивает группу от близкой к ней группы типов сосновых лесов средневлажных местопроизрастаний, имеющих более высокую сомкнутость кроны (до 0,7–0,8), что хорошо заметно на спутниковых снимках высокого разрешения [21].

Достаточно часто на территории Юго-Запада Якутии встречаются леса с участием ели сибирской как в составе широко распространенных сосновых и лиственничных лесов, так и произрастающие самостоятельно. Однако высокое требование еловых лесов к условиям влажности и плодородию почв ограничивает их распространение на территории среднетаежной Якутии [5]. Еловые леса, приуроченные к водотокам и припойменным участкам, отчетливо выделяются среди окружающих их господствующих лиственничных лесов, что позволяет даже при незначительных площадях достоверно и точно выделять еловые леса как отдельный комплекс растительности.

Чистые березняки на территории Юго-Запада Якутии встречаются в виде незначительных по площади лесов, приуроченных к поймам, либо

Примеры выделения комплексов лесной растительности Юго-Запада Якутии на основе групп типов**Examples of allocation of forest vegetation complexes in the South-West of Yakutia based on type groups**

Формация	Группа типов*	Количество типов в группе*	Приуроченность к рельефу	Объединенные растительные комплексы
Лиственничные леса	Группа типов средневлажных местопроизрастаний	7	Занимают основную часть водораздельных территорий, на расчлененных, увалистых, проявлениях рельефа. Обширные массивы по всей территории	Лиственничники бруснично- и голубично-зеленомошные
	Группа типов сырых местообитаний	5	На депрессиях рельефа по водоразделам, расширение долин водотоков, склоны северных экспозиций, с избыточным либо перестойным увлажнением. Незначительны по площади	Лиственничники разреженные моховые
	Группа типов заболоченных местообитаний	2	Расширения долин водотоков между возвышенными участками рельефа, депрессии на водораздельных территориях. Незначительны по площади	
Сосновые леса	Группа типов сухих местопроизрастаний	3	На сухих вершинах возвышений. Незначительны по площади	Сосняки толокнянковые
	Группа типов средневлажных местопроизрастаний	13	По верхним частям возвышений рельефа, чистые и смешанные леса. Незначительны по площади	Сосняки брусничные
Еловые леса	Группа травяных приречных ельников	3	Участки с избыточным увлажнением, относящиеся к поймам, к первым надпойменным террасам водотоков. Интразональная растительность, образует узкие насаждения вдоль водотоков	Долинный комплекс растительности с преобладанием пойменных ельников
	Группа зеленомошных приречных ельников	4	Участки с избыточным увлажнением на первой надпойменной террасе. Интразональная растительность, образует узкие насаждения вдоль водотоков	
Березовые леса	Первичные березняки разнотравные	6	По поймам ручьев с избыточным увлажнением. Небольшие участки	Березняки злаковые
	Вторичные березняки	-	Припойменные и близкие к ним участки на восстанавливающихся гарях и вырубках. Незначительные по площади	

* Согласно [5].

среди лиственничных лесов, по местам рубок и гарей, практически не встречаясь на водораздельных участках. Под пологом хвойных лесов береза встречается в районе исследований широко и повсеместно, что дает ей возможность в случае нарушения соснового и лиственничного древостоев в результате пожаров и рубок за корот-

кий срок образовать чистое березовое насаждение на их месте. Данные насаждения имеют короткий срок существования – не более одного–двух поколений деревьев, постепенно вытесняясь восстанавливающимися хвойными древостоями. Как правило, березовые леса Юго-Запада Якутии рассматриваются как часть сукцессионного вос-

становления лиственничного или соснового леса после прохождения лесного пожара или вырубки леса [22–24]. Мелколиственные леса отчетливо выделяются и среди господствующих лиственничных и сосновых лесов, их визуальное определение на спутниковых снимках высокого разрешения не вызывает затруднений.

Выводы

Опыт, полученный при изучении лесов юго-запада Якутии, показывает, что для более качественной классификации лесных участков требуются наличие цифрового рельефа и использование их производных: карты уклонов, экспозиции. Условия рельефа оказывают решающее влияние на развитие лесных сообществ, определяя их облик и типологическое положение.

Обязательно использование разновременных снимков на один и тот же участок леса, в идеале выполненных в периоды середина июня–конец июля (лето), конец августа–середина сентября (осень), начало и конец марта (зима). Визуальное и автоматическое определение сезонно-оппадающих лиственничных и березовых лесов на спутниковых снимках третьей декады августа и позже облегчается изменением цвета хвои и листьев, четко выделяющим эти леса на фоне вечнозеленых лесов. Разновременные снимки облегчают определение соотношения древесных видов в лесном насаждении (формула древостоя) в широко распространенных в районе исследования смешанных хвойных лесах.

Ни визуальное определение, ни использование специализированных вегетационных индексов не дают возможности с высокой точностью определять лесную растительность до типа леса. Максимальной единицей дешифровки лесной растительности со спутниковых снимков являются группы типов и формации лесов, что и делает корректное выделение обобщенных растительных комплексов на картографических продуктах актуальным.

Литература

1. Каишарина Е.С., Бондарева Л.В. Картографирование растительности ландшафтного заказника общегосударственного значения «Мыс Фиолент» и общезоологического заказника общегосударственного значения «Бухта казачья» (Большой Севастополь, Крым) // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2013. Вып. 8. С. 130–140.
2. Васильев Я.Я., Лавренко Е.М., Лесков А.И., Малеев В.П., Прозоровский А.В., Шенников А.П. Геобо-

таническое районирование СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 152 с.

3. Андреев В.Н., Галактионова Т.Ф., Перфильева В.И., Щербаков И.П. Основные особенности растительного покрова Якутской АССР. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. 156 с.

4. Щербаков И.П. Лесной покров Северо-Востока СССР. Новосибирск: Наука, 1975. 344 с.

5. Тимофеев П.А., Исаев А.П., Щербаков И.П. и др. Леса среднетаежной подзоны Якутии. Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1994. 140 с.

6. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 144 с.

7. Корчагин А.А. Определение возраста деревьев умеренных широт // Полевая геоботаника. Т. 2. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 209–240.

8. Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М.: Наука, 1966. 64 с.

9. Понятовская В.М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах // Полевая геоботаника. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1964. С. 209–299.

10. Атлас сельского хозяйства Якутской АССР. М.: ГУГК, 1989. 115 с.

11. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: учебник Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2005. 390 с.

12. Дистанционный мониторинг динамики нарушений лесного покрова, лесовозобновления и лесовосстановления в Марийском Заволжье / Э.А. Курбанов, Т.В. Нуреева, О.Н. Воробьев, А.В. Губаев, С.А. Лежнин, Т.Ф. Мифтахов, С.А. Незамаев, Ю.А. Полевщикова // Вестник МарГТУ. Сер. Лес. Экология. Природопользование. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. № 3(13). С. 17–24.

13. Crist E.P. A TM tasseled cap equivalent transformation for reflectance factor data // Remote Sensing of Environment. 1985. N. 17. P. 301–306.

14. Huang C., Wylie B., Homer C., Yang L., Zylstra G. Derivation of A Tasseled cap transformation based on Landsat 7 at satellite reflectance // International Journal of Remote Sensing. 2002. N 23. P. 1741–1748. doi: 10.1080/01431160110106113.

15. Healey S.P., Cohen W.B., Zhiqiang Y., Krankina O. Comparison of Tasseled Cap-Based Landsat Data Structures for Use in Forest Disturbance Detection // Remote Sensing of Environment. 2005. N 97. P. 301–310. doi:10.1016/j.rse.2005.05.009.

16. Lu D., Mausel P., Brondizio E., Moran E. Change detection techniques // International Journal of Remote Sensing. 2004. N. 25. P. 2635–2407. doi: 10.1080/0143116031000139863.

17. Bartalev S.S., Kissiyarab O., Acharda F., Bartalev S.A., Simonetti D. Assessment of forest cover in Russia by combining a wall-to-wall coarse resolution land-

cover map with a sample of 30 m resolution forest maps // International Journal of Remote Sensing. 2014. N. 35 (7). P. 2671–2692. doi: 10.1080/01431161.2014.883099

18. Fung I.Y., Turker C.J. Remote sensing of the terrestrial biosphere / Eds. C. Rosenzweig, R. Dickinson // Climate-vegetation interactions. UCAR: Reports OIES-2. 1986. P.135–139.

19. Myneni R.B., Turker C.J., Asrar G., Keeling C.D. Interannual variations in satellite-sensed vegetation index data from 1981 to 1991 // J. Geophys. Res. 1998. Vol.103, N. D6. P. 6145–6160.

20. Голубяникова Л.Л., Денисенко Е.А. Взаимосвязь вегетационного индекса с климатическими параметрами и структурными характеристиками расти-

тельного покрова // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2006. Т. 42, № 4. С. 524–538.

21. Чикидов И.И. Характеристика лесного покрова западной части Ленского района Республики Саха (Якутия) // Наука и образование. 2016. № 3 (83). С. 101–107.

22. Чугунов Б.В. Основные типы лесов Ленского района ЯАССР и лесовозобновление в них // Тр. Ин-та биологии ЯФ СО АН СССР. 1955. Вып. 1. С. 147–174.

23. Чугунов Б.В. Возобновление леса в юго-западной Якутии // Тр. Ин-та биологии ЯФ СО АН СССР. 1961. Вып. 8. С. 260–323.

24. Тимофеев П.А. Леса Якутии: состав, ресурсы, использование и охрана. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2003. 194 с.

Поступила в редакцию 14.08.2019

Принята к публикации 28.10.2019

Об авторах

ЧИКИДОВ Иван Иванович, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, 677980, Якутск, пр. Ленина, 41, <https://orcid.org/0000-0002-8945-4505>, chikidov@rambler.ru;

БОРИСОВ Борис Захарович, старший научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, 677980, Якутск, пр. Ленина, 41, bzborisov@mail.ru.

Информация для цитирования

Чикидов И.И., Борисов Б.З. Минимальные выделы лесной растительности при картографировании Юго-Западной Якутии с использованием спутниковых снимков // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2019, Т. 24, № 4. С. 117–126. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-4-10>

DOI 10.31242/2618-9712-2019-24-4-10

Minimum Forest vegetation plots from mapping South-West Yakutia using satellite imagery

I.I. Chikidov*, B.Z. Borisov

Institute for Biological Problems of Cryolithozone, SB RAS, Yakutsk, Russia

* chikidov@rambler.ru

Abstract. The issue of creating various land cover maps from satellite imagery is very important. The results of the synthesis of geobotanical and cartographic materials obtained in the south-west of Yakutia during the period from 2005 to the present time are presented. The vegetation cover of the area under investigation is formed under the conditions of better heat supply with a greater amount of precipitation and a decreased continental climate. The forests in the region are characterized by a high mosaic of vegetation types associated with various manifestations of the landscape. To correctly combine the types of forest veg-

etation identified as a result of field studies and compare them with the results of satellite imagery analysis, single criteria have been identified that reflect the common origin, composition and location of the new sections. For a better digital classification of forest areas, a ready-made digital terrain and the use of their derivatives were required: slope maps, exposure. The relief conditions have a decisive influence on the development of forest communities, determining their appearance and typological position. It was determined that neither a visual definition nor the use of specialized vegetative indices makes it possible to determine forest vegetation with high accuracy up to forest types. The maximum unit for deciphering forest vegetation from satellite images is the group of types and formations of forests, which makes the correct selection of generalized plant complexes on cartographic products relevant.

Key words: South-Western Yakutia, forest mapping, forest types, forest formations, generalized forest vegetation.

Acknowledgements. This work was supported by project IV.52.1.8. "Fundamental and applied aspects of studying the diversity of the plant world of North and Central Yakutia", (0376-2018-0001; reg. Number AAAA-A17-117020110056-0).

References

1. Kasharina E.S., Bondareva L.V. Kartografirovaniye rastitel'nosti landshaftnogo zakaznika obshchegosudarstvennogo znacheniya «Mys Fiolent» i obshchezoologicheskogo zakaznika obshchegosudarstvennogo znacheniya «Buhta kazach'ya» (Bol'shoj Sevastopol', Krym) // Ekosistemy, ih optimizatsiya i ohrana. 2013. Iss. 8. P. 130–140.
2. Vasil'ev Ya.Ya., Lavrenko E.M., Leskov A.I., Maleev V.P., Prozorovskiy A.V., Shennikov A.P. Geobotanicheskoe rajonirovaniye SSSR. M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1947. 152 p.
3. Andreev V.N., Galaktionova T.F., Perfil'eva V.I., Shcherbakov I.P. Osnovnye osobennosti rastitel'nogo pokrova Yakutskoj ASSR. Yakutsk: YAF SO AN SSSR, 1987. 156 p.
4. Shcherbakov I.P. Lesnoj pokrov Severo-Vostoka SSSR. Novosibirsk: Nauka, 1975. 344 p.
5. Timofeev P.A., Isaev A.P., Shcherbakov I.P. i dr. Lesa srednetaezhnoj podzony Yakutii. Yakutsk: YANC SO RAN, 1994. 140 p.
6. Sukachev V.N., Zonn S.V. Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu tipov lesa. M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. 144 p.
7. Korchagin A.A. Opredelenie vozrasta derev'ev umerennykh shirot // Poleyaya geobotanika. Vol. 2. M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1960. P. 209–240.
8. Pobedinskij A.V. Izuchenie lesovosstanovitel'nykh processov. M.: Nauka, 1966. 64 p.
9. Ponyatovskaya V.M. Uchet obiliya i osobennosti razmeshcheniya vidov v estestvennykh rastitel'nykh soobshchestvakh // Poleyaya geobotanika. M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1964. P. 209–299.
10. Atlas sel'skogo hozyajstva Yakutskoj ASSR. M.: GUGK, 1989. 115 p.
11. Suhikh V.I. Aerokosmicheskie metody v lesnom hozyajstve i landshaftnom stroitel'stve: uchebnyk. Joshkar-Ola: Marijskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2005. 390 p.
12. Kurbanov E.A., Nureeva T.V., Vorob'ev O.N., Gubaev A.V., Lezhnin S.A., Miftahov T.F., Nezamaev S.A., Polevshchikova Yu.A. Distancionnyj monitoring dinamiki narushenij lesnogo pokrova, lesovozobnovleniya i lesovosstanovleniya v Marijskom Zavolzh'e // Vestnik MarGTU. Ser. Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie. Joshkar-Ola: MarGTU, 2011. N. 3(13). P. 17–24.
13. Crist E.P. A TM tasseled cap equivalent transformation for reflectance factor data // Remote Sensing of Environment. 1985. N. 17. P. 301–306.
14. Huang C., Wylie B., Homer C., Yang L., Zylstra G. Derivation of A Tasseled cap transformation based on Landsat 7 at satellite reflectance / International Journal of Remote Sensing. 2002. № 23. P. 1741–1748. doi: 10.1080/01431160110106113.
15. Healey S.P., Cohen W.B., Zhiqiang Y., Krankina O. Comparison of Tasseled Cap-Based Landsat Data Structures for Use in Forest Disturbance Detection // Remote Sensing of Environment. 2005. N 97. P. 301–310. doi:10.1016/j.rse.2005.05.009.
16. Lu D., Mausel P., Brondizio E., Moran E. Change detection techniques // International Journal of Remote Sensing. 2004. N. 25. P. 2635–2407. doi: 10.1080/0143116031000139863.
17. Bartalev S.S., Kissiyarab O., Acharda F., Bartalev S.A., Simonetti D. Assessment of forest cover in Russia by combining a wall-to-wall coarse resolution land-cover map with a sample of 30 m resolution forest maps // International Journal of Remote Sensing. 2014. N. 35 (7). P. 2671–2692. doi: 10.1080/01431161.2014.883099
18. Fung I.Y., Turker C.J. Remote sensing of the terrestrial biosphere / Eds. C. Rosenzweig, R. Dickinson // Climate-vegetation interactions. UCAR: Reports OIES-2. 1986. P.135–139.
19. Myneni R.B., Turker C.J., Asrar G., Keeling C.D. Interannual variations in satellite-sensed vegetation index data from 1981 to 1991 // J. Geophys. Res. 1998. Vol.103, N. D6. P. 6145–6160.
20. Golubyanikova L.L., Denisenko E.A. Vzaimosvyaz' vegetacionnogo indeksa s klimaticheskimi parametrami i strukturnymi harakteristikami rastitel'nogo pokrova // Izves. RAN. Fizika atmosfery i okeana. 2006. Vol. 42., N. 4. P. 524–538.

21. *Chikidov I.I.* Harakteristika lesnogo pokrova zapadnoj chasti Lenskogo rajona Respubliki Saha (Yakutiya) // Nauka i obrazovanie. 2016. N. 3 (83). P. 101–107.
22. *Chugunov B.V.* Osnovnye tipy lesov Lenskogo rajona YAASSR i lesovozobnovlenie v nih // Tr. In-ta biologii YAF SO AN SSSR, 1955. Iss. 1. P. 147–174.
23. *Chugunov B.V.* Vozobnovlenie lesa v yugo-zapadnoj Yakutii // Tr. In-ta biologii YAF SO AN SSSR. 1961. Iss. 8. P. 260–323
24. *Timofeev P.A.* Lesa Yakutii: sostav, resursy, ispol'zovanie i ohrana. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2003. 194 p.

About the authors

CHIKIDOV Ivan Ivanovich, cand. sci. in biology, researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone, SB RAS, 677980, Yakutsk, 41 Lenina pr., <https://orcid.org/0000-0002-8945-4505>, chikidov@rambler.ru;

BORISOV Boris Zakharovich, Senior Researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone, SB RAS, 677980, Yakutsk, 41 Lenina pr., bzborisov@mail.ru.

Citation

Chikidov I.I., Borisov B.Z. Minimum forest vegetation from mapping South-West Yakutia using satellite imagery // Arctic and Subarctic Natural Resources. 2019, Vol. 24, N 4. P. 117–126. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-4-10>