



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013101335/28, 10.01.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.01.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.01.2013

(45) Опубликовано: 10.07.2014 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **В.В.Елсаков и др. Спутниковые методы исследований в мониторинге и картировании пастбищных угодий северного оленя / Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011, т.8, N2, стр.201-207. В.В.Елсаков, И.О.Марущак. Спектрональные спутниковые изображения в выявлении трендов климатических изменений лесных фитоценозов западных (см. прод.)**

Адрес для переписки:

167982, г.Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28,
Институт биологии Коми научного центра УрО
РАН, Патентно-информационная группа

(72) Автор(ы):

Елсаков Владимир Валерьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт биологии Коми
научного центра Уральского отделения
Российской академии наук (RU)

(54) ТЕХНОЛОГИЯ РЕСУРСНОЙ ОЦЕНКИ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ ПО СПЕКТРОЗОНАЛЬНЫМ СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области рационального природопользования и может быть использовано для ресурсной оценки природных экосистем. Сущность: на основании спектрональных спутниковых изображений, полученных из открытых источников, проводят предварительное геоботаническое картирование с построением карт запаса отдельных групп растительных кормов оленеводческих хозяйств. Собирают и анализируют архивные космические снимки для выявления климатогенных и погодных влияний на растительный покров в рассматриваемые годы или серии лет. Выполняют полевое исследование территории на модельных участках, выделенных в процессе

предварительного геоботанического картирования. Указанные полевые исследования включают описание флоры и выделение доминирующих классов растительности, почв в пределах естественных и нарушенных сообществ пастбищных угодий исследуемой территории, аэровизуальное дешифрирование ландшафтных единиц и геоботанических границ в ходе вертолетных маршрутов с выявлением нарушенных площадей и сукцессионно изменяющихся фитоценозов. Оценивают точность классификации, выполненной в процессе геоботанического картирования, сопоставляя ее с материалами полевых исследований. Создают единую топографическую основу по планово-

картографическим материалам, архивным данным и результатам геоботанического картирования и полевых исследований. Единую топографическую основу создают в виде отдельных векторных слоев и растровых карт с учетом гидрографической сети, изолиний рельефа, высоты (цифровой модели рельефа), производственных объектов и инфраструктуры. Затем указанные материалы интегрируют в единую геоинформационную систему и выделяют полигональную структуру хозяйственно-геоботанических контуров пастбищных угодий оленеводческих хозяйств. Выполняют итоговую поэтапную классификацию растительного покрова в программных пакетах растровой обработки спутниковых изображений. Осуществляют геоботаническое картирование территории пастбищных угодий оленеводческих хозяйств, выполняя при этом оценку матрицы сходимости данных между выделенными классами растительного покрова по материалам спутниковых изображений и данными полевых исследований. В результате вышесказанного получают уточненные геоботанические карты с оцененным статистически значимым уровнем сходимости. Далее рассчитывают проективное покрытие выделенных растительных сообществ в пределах отдельных хозяйственно-геоботанических контуров пастбищных угодий

олeneводческих хозяйств. Оценивают количественные характеристики запаса кормовых единиц, выбранных из ряда: лишайниковые и зеленые кустарниковые корма, зеленые травяные корма, привлекая метод декомпозиции спектральных смесей. При этом исходят из того, что доля кормовых единиц принимается пропорционально их площади в проекции на земную поверхность. Проводят оценку долей отдельных кормовых единиц. Создают пространственно-организованную базу данных, включающую в себя полигональные структуры хозяйственно-геоботанических контуров пастбищных угодий оленеводческих хозяйств и связанные с ними через персональный идентификатор атрибутивные данные о площади отдельных классов растительности внутри выделов оленеводческих хозяйств, водных поверхностей, открытых грунтов, почв нарушенных участков, о среднем запасе кормовых единиц выделов оленеводческих хозяйств. Создают хозяйственные карты запаса кормовых единиц оленеводческих хозяйств и формируют проект обустройства пастбищных угодий оленеводческих хозяйств. Технический результат: повышение точности и оперативности ресурсной оценки пастбищных угодий северного оленя. 5 ил.

RU 2521755 C1

RU 2521755 C1

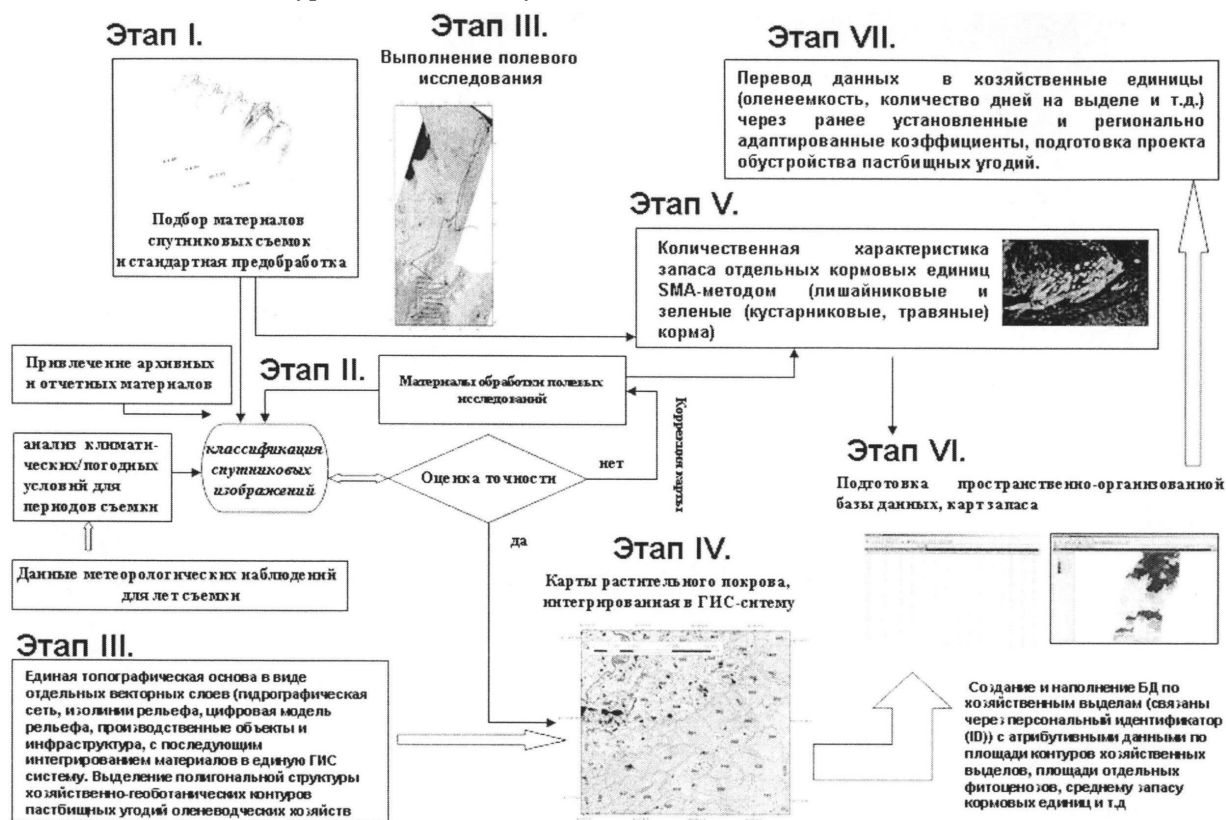


Рис. 5

(56) (продолжение):

склонов Приполярного Урала / Компьютерная оптика, 2011, т.35, N2, стр.281-286. RU 2443977 C1, 27.02.2012. RU 2327107 C2, 20.06.2008



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013101335/28, 10.01.2013

(24) Effective date for property rights:
10.01.2013

Priority:

(22) Date of filing: 10.01.2013

(45) Date of publication: 10.07.2014 Bull. № 19

Mail address:

167982, g.Syktvykar, ul. Kommunisticheskaja, 28,
Institut biologii Komi nauchnogo tsentra UrO RAN,
Patentno-informatsionnaja grupp

(72) Inventor(s):

Elsakov Vladimir Valer'evich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
uchrezhdenie nauki Institut biologii Komi
nauchnogo tsentra Ural'skogo otdelenija
Rossijskoj akademii nauk (RU)

(54) **TECHNOLOGY OF RESOURCE ASSESSMENT OF RANGELANDS OF REINDEER ON MULTISPECTRAL SATELLITE DATA**

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: based on multispectral satellite images obtained from public sources, preliminary geobotanical mapping is carried out with creation of maps of stock of separate groups of vegetable feeds of deer farms. The archival satellite images are collected and analysed to identify climatogenic and weather effects on vegetation in the considered years or series of years. The field studies of the territory are carried out on the model sites allocated in the process of preliminary geobotanic mapping. The said field studies include description of the flora and selection of the dominant classes of vegetation, soil within natural and disturbed communities of rangelands of the territory under area, aerial visual interpretation of landscape units and geobotanic borders in course of helicopter routes, identifying disturbed areas and successional changing phytocenoses. The accuracy of classification is evaluated, made in the process of geo-botanical mapping, comparing it with the materials of the field studies. A single topographic basis for plan-mapping materials, archival data and the results of geobotanical mapping and fieldwork is created. The single topographic base is created in the form of separate vector layers and raster maps based on the hydrographic network, topographic contours, height (digital model of the relief), production facilities and infrastructure. Then these materials are integrated into a single geographic information system

and produce a polygonal structure of economic and geobotanical contours of the rangelands of deer farms. The final phased classification of vegetation in program packages is carried out with raster satellite image processing. The geobotanic mapping of the territories of rangelands of deer farms is carried out while making an assessment of matrix of the data convergence between the selected vegetation classes based on satellite images materials and field research data. As a result of the above, the updated geobotanic maps with the estimated statistically significant level of convergence are obtained. Then the projective coverage of selected plant communities within the individual household geobotanic contours of rangelands of deer farms is calculated. The quantitative characteristics of the stock of feed units selected from the group are evaluated: lichenous and green shrubby feed, green herbal feed, using the decomposition method of spectral mixtures. This is based on the fact that the proportion of feed units is taken in proportion to their area in the projection on the Earth's surface. Assessment of individual parts of feed units is carried out. The spatially organised database is created, comprising polygonal structures of economic-geobotanic contours of rangelands of deer farms and attribute data connected with them through the personal identifier on the area of individual classes of vegetation inside the areas of deer farms, water surfaces, open grounds, soils of the disturbed areas, on average stock of feed

units of the areas of deer farms. The economic maps of stock of feed units of deer farms are created and the project of development of rangelands of deer farms is formed.

EFFECT: improved accuracy and operational efficiency of resource assessment of the rangelands of reindeers.

5 dwg

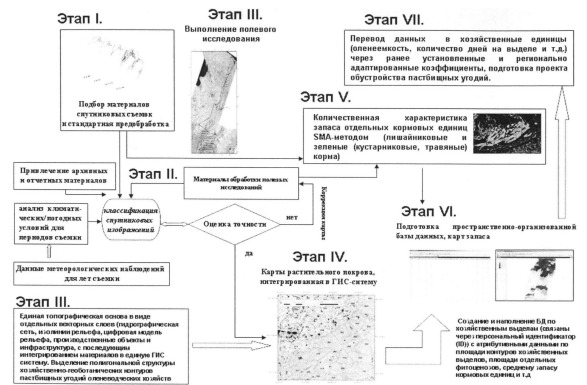


Рис. 5

R U 2 5 2 1 7 5 5 C 1

R U 2 5 2 1 7 5 5 C 1

Изобретение относится к области рационального природопользования, информационным технологиям, в частности к ресурсной оценке природных экосистем.

Известен «Способ картографирования земель» (Патент RU №2308679, опубл. 20.10.2007 г., приоритет от 08.09.2005 г.), в котором дешифрированием материалов аэро- и космосъемки определяют ареалы почвенных разностей, сканируют снимки земель и их топографическую основу, совмещают полученные отображения на экране компьютера, объективируют, генерализуют, векторизуют границы земель с разными почвенными и геоморфологическими признаками, границы почвенных разностей уточняют наложением аэроснимков почвы на аэроснимки растительности, места несовпадения границ уточняют полевыми почвенными работами, разделяют земли на зоны по видам их оптимального использования, при необходимости убирают ненужные зафиксированные съемкой объекты и детали, фиксируют полученное отображение в электронном носителе. Распечатывают на бумажном носителе в требуемом виде и масштабе.

Указанный способ не позволяет производить мониторинг и инвентаризацию пастбищных угодий оленеводческих хозяйств, а также оценить запас лишайниковых и др. видов кормов.

Известен «Способ оценки распределения и запасов ресурсных и редких видов растений в пределах крупных территориальных массивов» (Патент RU №2443977, опубл. 27.02.2012 г., приоритет от 06.08.2010 г.), включающий проведение маршрутных полевых наблюдений с использованием GPS/ ГЛОНАСС навигационных приемников для фиксации участков произрастания исследуемых популяций растений, подбор и обработку материалов спутниковой съемки, выявление связи между спектральными характеристиками фиксированных участков и результатами полевых измерений, моделирование распределения и запасов с последующей проверкой полученных результатов и оценкой запасов ресурсных и редких видов растений.

Недостатком указанного способа является выполнение анализа характеристик фитоценозов только по конкретным показателям, полученным для отдельных видов ресурсных растений.

Известны технические условия по геоботаническому обследованию оленьих пастбищ (Министерство сельского хозяйства РСФСР. М.: Росземпроект, 1985. С.136.), которые включают три этапа: подготовительные работы, в процессе которых осуществляют подборку и изучение материалов геоботанического, зоотехнического, землеустроительного обследования прошлых лет, организацию использования оленьих пастбищ, а также плано-картографический материал; полевые работы (наземное обследование, аэровизуальное обследование); камеральные работы (обработка материалов и данных проведенных наземных, аэровизуальных исследований, затем обобщение материалов полученных после обработки сведений, в ходе которых определяется емкость оленьих пастбищ, уточняются данные предшествующих расчетов, вычисляется оленеемкость).

Упомянутые работы, описанные в технических условиях, являются затратными, значительно трудоемкими, полученные в ходе выполнения работ результаты, субъективны и требуют экспертных знаний.

Задача изобретения - разработка новой технологии, позволяющей выполнять оперативную инвентаризацию ресурсов пастбищных угодий северного оленя; составлять с учетом климатических особенностей проекты землепользования оленеводческих хозяйств; осуществлять подготовку на картографической основе справочных материалов для последующего проведения расчета ущерба запасам растительных ресурсов на

участках, расположенных в зоне влияния промышленных объектов.

Технология ресурсной оценки пастбищных угодий северного оленя по спектрально-спутниковым данным позволяет:

- а) выполнять оперативную работу по инвентаризации пастбищных угодий оленеводческих хозяйств с использованием автоматизированных средств, оценивать состояние растительных ресурсов и их количественные характеристики;
- б) выполнять тематическое картирование растительного покрова отдельных оленеводческих хозяйств;
- в) оценивать запас лишайниковых и зеленых (травяные, кустарниковые) кормов в годы, различающиеся по климатическим и погодным условиям;
- г) интегрировать полученные материалы в тематические базы данных;
- д) минимизировать ошибку, связанную с влиянием флуктуации погодных и климатических параметров различных лет, и исключить ошибку, связанную с визуальным дешифрированием, выполняемым при аэрофотосъемке;
- е) снизить в 10-15 раз затраты за счет устранения значительной части времени аэровизуального обследования;
- ж) полученные материалы активно интегрируются в ГИС-системы для дальнейшего использования;
- з) проводить оперативную оценку ущерба растительным ресурсам на участках, расположенных в зоне влияния промышленных объектов (производственные участки нефтяного и газового комплекса, добычи угля и минеральных ресурсов, транспортные и трубопроводные системы).

В этом состоит технический результат.

Технический результат достигается тем, что технология ресурсной оценки пастбищных угодий северного оленя по спектрально-спутниковым данным согласно изобретению включает:

- предварительное геоботаническое картирование с построением карт запаса отдельных групп растительных кормов оленеводческих хозяйств на основании спектрально-спутниковых изображений, полученных из открытых источников, сбор и анализ архивных космических снимков для выявления климатогенных и погодных влияний на растительный покров в рассматриваемые годы или серии лет;
- выполнение полевого исследования территории на модельных участках, выделенных в процессе предварительного геоботанического картирования, включающее работы по классификации растительного покрова, путем описания флоры и доминирующих классов растительности, их границ в условиях градиента экологических условий, почвенных выделов в пределах естественных и нарушенных сообществ пастбищных угодий исследуемой территории и оценки точности выполненной классификации, путем сопоставления с материалами полевого исследования, аэровизуального дешифрирования ландшафтных единиц и геоботанических границ в ходе вертолетных маршрутов с выявлением нарушенных площадей и сукцессионно изменяющихся фитоценозов;
- создание единой топографической основы по планово-картографическим материалам необходимого масштаба, архивным данным и результатам, полученным от геоботанического картирования и полевого исследования, в виде отдельных векторных слоев и растровых карт с учетом гидрографической сети, изолиний рельефа, высоты (цифровой модели рельефа), производственных объектов и инфраструктуры, с последующим интегрированием материалов в единую геоинформационную систему и выделением полигональной структуры хозяйственно-геоботанических контуров пастбищных угодий оленеводческих хозяйств;

- выполнение итоговой поэтапной классификации растительного покрова в программных пакетах растровой обработки спутниковых изображений и геоботаническое картирование территории пастбищных угодий оленеводческих хозяйств с последующей оценкой матрицы сходимости данных между выделенными классами растительного покрова по материалам спутниковых изображений и данными полевого исследования. При этом получают уточненные геоботанические карты с оцененным уровнем сходимости;

- осуществление расчета проективного покрытия выделенных растительных сообществ в пределах отдельных хозяйственно-геоботанических контуров пастбищных угодий оленеводческих хозяйств;

- выполнение оценки количественных характеристик запаса кормовых единиц, выбранных из ряда: лишайниковые и зеленые кустарниковые корма, зеленые травяные корма, с привлечением метода декомпозиции спектральных смесей, исходя из того, что доля кормовой единицы принимается пропорционально их площади в проекции на земную поверхность, при этом оценку долей отдельных кормовых единиц, выбранных из ряда, проводили в соответствии с формулой

$$DN_c = \sum_{i=1}^n F_i * DN_{i,c} + E_c$$

учитывая ряд ограничений:

$$\sum_{i=1}^n F_i = 1 \quad 0 \leq E_i \leq 1$$

где DN_c - числовое выражение значения пиксела в канале c , F_i - доля i -го эталона в смеси, $DN_{i,c}$ - числовое выражение значений i -го эталона в смеси в канале c , n - количество эталонов, E_c - ошибка оценки для канала c ;

- создание пространственно-организованной базы данных, включающей в себя полигональные структуры хозяйственно-геоботанических контуров пастбищных угодий оленеводческих хозяйств и связанные с ними через персональный идентификатор атрибутивные данные о площади отдельных классов растительности внутри выделов оленеводческих хозяйств, водных поверхностей, открытых грунтов и нарушенных участков, среднем запасе кормовых единиц выделов оленеводческих хозяйств;

- создание хозяйственных карт запаса кормовых единиц оленеводческих хозяйств и формирование проекта обустройства пастбищных угодий оленеводческих хозяйств.

Изобретение поясняется следующими рисунками:

- на рис.1 представлены локализация модельных участков и выполненных аэровизуальных маршрутов и участков полевых исследований в пределах отдельных оленеводческих хозяйств, в частности: ОАО «Абезь», ООО «Агрокомплекс «Инта Приполярная», ОАО «Петруньское». Сверху вниз: 1 - Мыс Вылкин Нос, побережье Карского моря, 2 - долина р.Сибирчатаяха, в 2,7 км выше устья реки Сесыяю, 3 - берег оз. Тадебьямботы в месте выхода ручья Тадебьямбатывис, 4 - устье р. Фома-Ю, 5 - урочища Ручьюнюр в окр реки Бол. Роговая;

- на рис.2 - подготовленная карта растительности участка пастбищных угодий ОАО «Абезь» с выделением контуров хозяйственных выделов;

- на рис.3 - показано отношение характеристик проективного покрытия лишайникового покрова (А) и сомкнутости крон древесного яруса (Б), выполненных по спутниковым (подготовленная модель), аэровизуальным и полевым измерениям;

- на рис.4 - пример подготовленной карты запаса кормовых единиц и связанных с

ней атрибутивных данные;

- на рис.5 представлена схема выполнения этапов работ.

Разработанная технология включает следующие этапы работ:

5 Этап I. Подбор доступных картографических материалов и предварительное тематическое картирование ландшафтных единиц и доминирующих классов растительного покрова исследуемой территории на основании спектрозональных спутниковых изображений. Наиболее часто для выполнения работ используются снимки высокого и сверхвысокого разрешения Landsat и QuickBird, полученные из открытых источников. Сбор архивных данных, опубликованных научных отчетов на территорию
10 выполняемых работ. Для выявления климатогенных и погодных влияний на растительный покров рассматриваемого года или серии лет выполнение анализа метеорологических характеристик вегетационного периода. В ходе работы устанавливаются пары или серии изображений для последующих сравнений со сходными и различающимися характеристиками, определяемыми погодными условиями.

15 Этап II. Выполнение полевых исследований территории на модельных участках, подобранных по предварительной классификации. Полевые наблюдения включают описания флоры и доминирующих классов растительности, почв в пределах естественных и нарушенных сообществ пастбищных угодий исследуемого хозяйства, аэровизуальное дешифрирование ландшафтных единиц и геоботанических границ в ходе вертолетных
20 маршрутов с акцентом на выявление нарушенных площадей и сукцессионно изменяющихся фитоценозов (Рис.1).

Этап III. Создание единой картографической основы требуемого масштаба (гидрографическая сеть, производственные объекты и инфраструктура, изолинии рельефа). Подготовка полигональной структуры контуров хозяйственных выделов.

25 Этап IV. Выполнение управляемой поэтапной классификации растительного покрова в программных пакетах ENVI, ErdasImagine. В качестве источника данных выступают материалы спутниковых изображений оптического диапазона электромагнитного спектра (наиболее часто данные съемки Landsat), позиционированные полевые геоботанические описания, данные аэровизуальных вертолетных наблюдений. В ходе
30 этапа выполняется тематическое геоботаническое картирование доминирующих контуров растительного покрова территории в масштабе до 1: 50 000 (Рис.2).

Качество подготовленных геоботанических карт оценивается на основании подготовленной матрицы сходимости между выделенными классами растительного покрова по материалам спутниковых съемок и данными полевых наблюдений.
35 Полученные уточненные материалы используются для расчета проективного покрытия выделенных растительных сообществ в пределах отдельных хозяйственных контуров с использованием операции «Summary» в программном пакете ErdasImagine.

Этап V. Оценка количественных характеристик запаса отдельных кормовых единиц (лишайниковые и зеленые (кустарниковые, травяные) корма). При обработке
40 изображений используются принципы декомпозиции спектральных смесей (метод SMA, Spectral Mixed Analysis) исходя из положения, что доля компонент при этом принимается пропорционально их площади в проекции на земную поверхность. Это позволяет количественно оценить вклад отдельных компонент в отражательную способность элементов изображения. В качестве «чистых компонент» использовали параметры,
45 полученные для открытых пологих участков. В настоящее время эффективность использования методов SMA-анализа в анализе состава кормовых ресурсов оленьих пастбищ подтверждена исследователями Скандинавии [Gilichinsky M., Sandström P., Reese H., Kivinen S., Moen J., Nilson M. Application of national inventory for remote sensing

classification of ground lichen in North Sweden // ISPRS Arcive Vol.XXXVIII, Part 4-8-2-W9, «Core Spatial Databases - Updating, Maintenance and Services - from Theory to Practice»), Haifa, Israel, 2010. Pp.146-152.], Канады [Theau J., Peddle D.R., Duguay C.R. Mapping lichen in a caribou habitat of Northern Quebec, Canada, using an enhancement-classification method and spectral mixture analysis // Remote Sensing of Environment. Vol.94. 2005. Pp.232-243]. Оценку долей отдельных компонент (для линейного смешивания спектров) проводили в соответствии выражения

$$DN_c = \sum_{i=1}^n F_i * DN_{i,c} + E_c$$

учитывая ряд ограничений

$$\sum_{i=1}^n F_i = 1 \quad 0 \leq E_i \leq 1$$

где DN_c - числовое выражение значения пиксела в канале c , F_i - доля i -го эталона в смеси, $DN_{i,c}$ - числовое выражение значений i -го эталона в смеси в канале c , n - количество эталонов, E_c - ошибка оценки для канала c ;

Оценка полученных материалов с данными полевых и аэровизуальных наблюдений для исследуемых оленеводческих хозяйств показана на рис.3.

Этап VI. Подготовка пространственно-организованной базы данных, включающей в себя полигональные объекты (векторные слои хозяйственных выделов) и связанные с ними через персональный идентификатор атрибутивные данные по площади контуров хозяйственных выделов, представленность и площадь отдельных классов растительности и земной поверхности, средний запас кормовых единиц (Рис.4).

Этап VII. Создание хозяйственных карт запаса кормов по выделам. Использование полученных материалов в качестве источника данных для перевода в хозяйственные единицы (оленеемкость, количество дней на выделе и т.д.) через ранее установленные и регионально адаптированные коэффициенты [Темноев Н.И. Геоботанические обследования на севере Якутии в связи с землеустройством оленьих пастбищ // Ботан. журн. 1961. Т.46, №10. С.1497 - 1503], подготовка проекта обустройства пастбищных угодий.

Таким образом, технология ресурсной оценки пастбищных угодий северного оленя по спектрально-спутниковым данным представляет собой систему последовательных операций, направленных на сбор, обобщение, анализ и построение информационного продукта, составленного тематическими картами и атрибутивными базами данных. Технология апробирована в ходе выполнения исследований в рамках работы «Наземное геоботаническое обследование земельных участков, арендуемых ОАО «Абезь», ООО «Агрокомплекс «Инта Приполярная», ОАО «Петруньское» для целей северного оленеводства». Представленная технология получила высокую оценку Министерства сельского хозяйства Республики Коми и рекомендована к внедрению.

Формула изобретения

Технология ресурсной оценки пастбищных угодий северного оленя по спектрально-спутниковым данным, включающая предварительное геоботаническое картирование с построением карт запаса отдельных групп растительных кормов оленеводческих хозяйств на основании спектрально-спутниковых изображений, полученных из открытых источников, сбор и анализ архивных космических снимков для выявления климатогенных и погодных влияний

на растительный покров в рассматриваемые годы или серии лет, выполнение полевого исследования территории на модельных участках, выделенных в процессе предварительного геоботанического картирования, включающего работы по классификации растительного покрова, путем описания флоры и доминирующих классов растительности, их границ в условиях градиента экологических условий, почвенных выделов в пределах естественных и нарушенных сообществ пастбищных угодий исследуемой территории, оценку точности выполненной классификации путем сопоставления с материалами полевого исследования, аэровизуального дешифрирования ландшафтных единиц и геоботанических границ в ходе вертолетных маршрутов с выявлением нарушенных площадей и сукцессионно изменяющихся фитоценозов, создание единой топографической основы по планово-картографическим материалам необходимого масштаба, архивным данным и результатам, полученным от геоботанического картирования и полевого исследования, в виде отдельных векторных слоев и растровых карт с учетом гидрографической сети, изолиний рельефа, высоты, производственных объектов и инфраструктуры, с последующим интегрированием материалов в единую геоинформационную систему и выделением полигональной структуры хозяйственно-геоботанических контуров пастбищных угодий оленеводческих хозяйств, выполнение итоговой поэтапной классификации растительного покрова в программных пакетах растровой обработки спутниковых изображений и геоботаническое картирование территории пастбищных угодий оленеводческих хозяйств с оценкой матрицы сходимости данных между выделенными классами растительного покрова по материалам спутниковых изображений и данными полевого исследования, при этом получают уточненные геоботанические карты с оцененным статистически значимым уровнем сходимости, осуществление расчета проективного покрытия выделенных растительных сообществ в пределах отдельных хозяйственно-геоботанических контуров пастбищных угодий оленеводческих хозяйств, выполнение оценки количественных характеристик запаса кормовых единиц, выбранных из ряда: лишайниковые и зеленые кустарниковые корма, зеленые травяные корма, с привлечением метода декомпозиции спектральных смесей, исходя из того, что доля кормовых единиц принимается пропорционально их площади в проекции на земную поверхность, при этом оценку долей отдельных кормовых единиц, выбранных из ряда, проводили в соответствии с формулой: $DN_c = \sum_{i=1}^n F_i * DN_{i,c} + E_c$,

учитывая ряд ограничений: $\sum_{i=1}^n F_i = 1$ $0 \leq F_i \leq 1$,

где DN_c - числовое выражение значения пиксела в канале c , F_i - доля i -го эталона в смеси, $DN_{i,c}$ - числовое выражение значений i -го эталона в смеси в канале c , n - количество эталонов, E_c - ошибка оценки для канала c ; создание пространственно-организованной базы данных, включающей в себя полигональные структуры хозяйственно-геоботанических контуров пастбищных угодий оленеводческих хозяйств и связанные с ними через персональный идентификатор атрибутивные данные о площади отдельных классов растительности внутри выделов оленеводческих хозяйств, водных поверхностей, открытых грунтов, почв нарушенных участков, среднем запаса кормовых единиц выделов оленеводческих хозяйств, создание хозяйственных карт запаса кормовых единиц оленеводческих хозяйств и формирование проекта обустройства пастбищных угодий оленеводческих хозяйств.

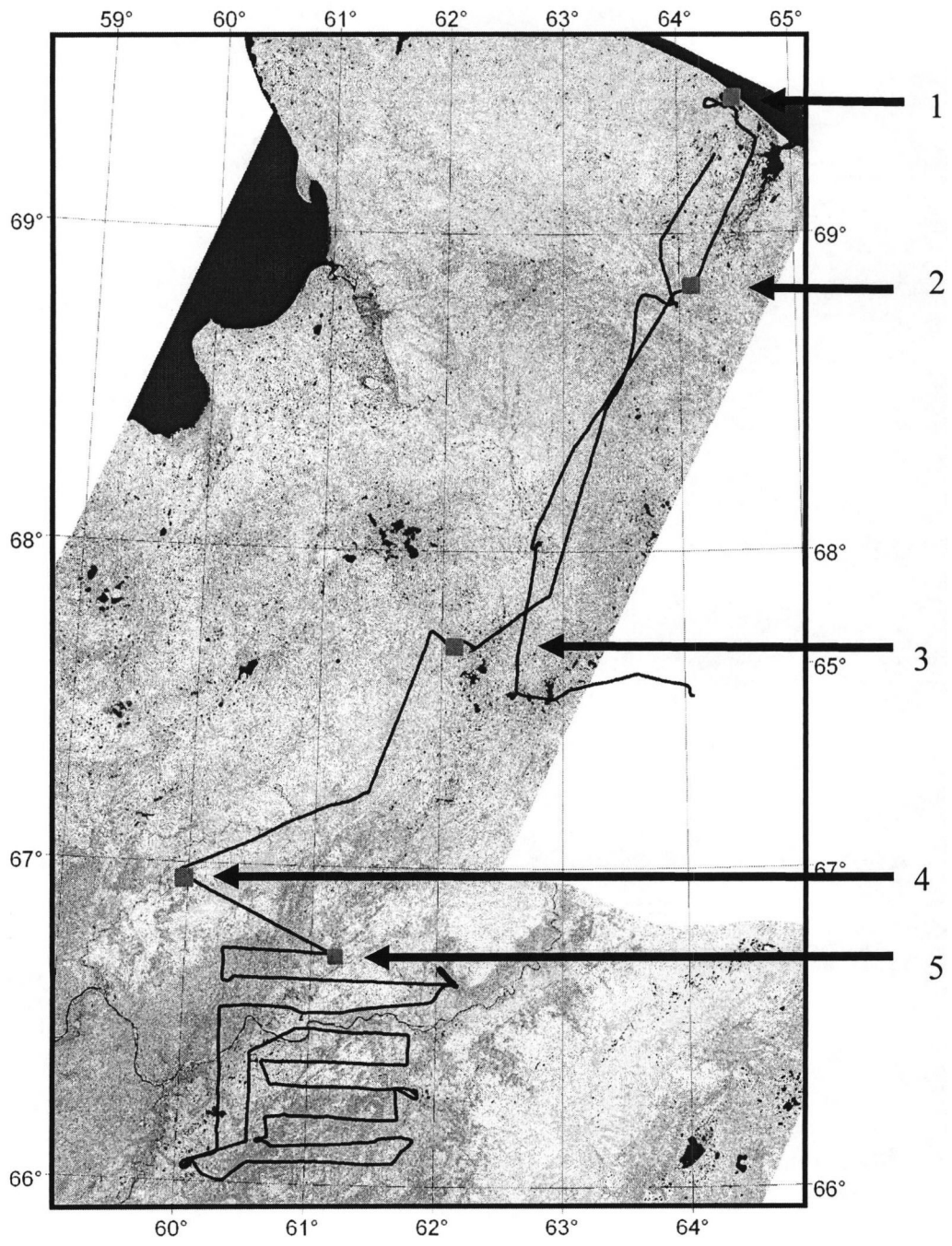
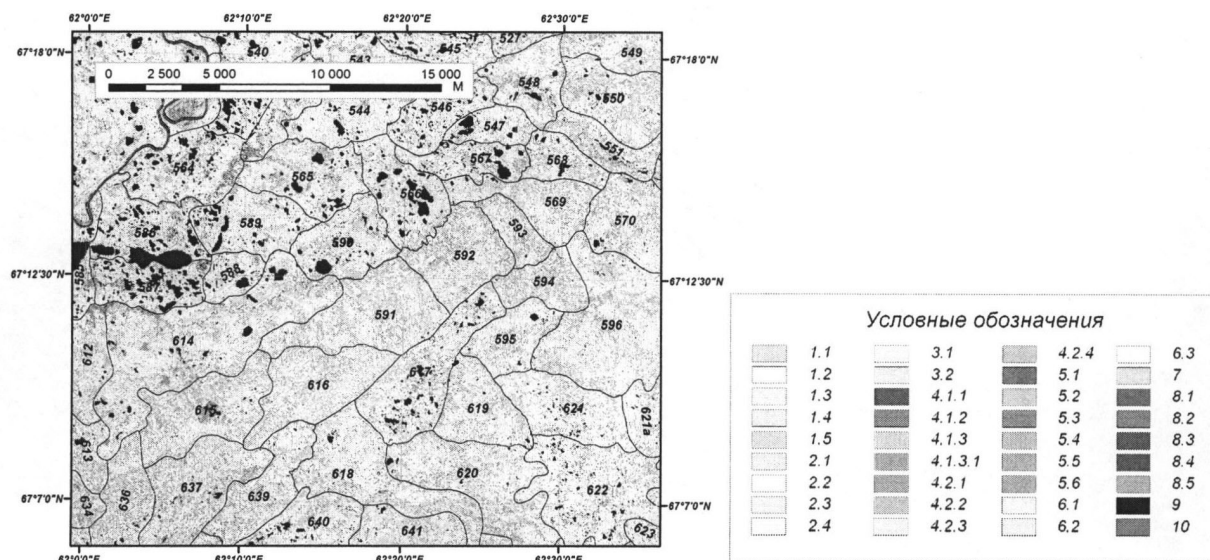


Рис. 1



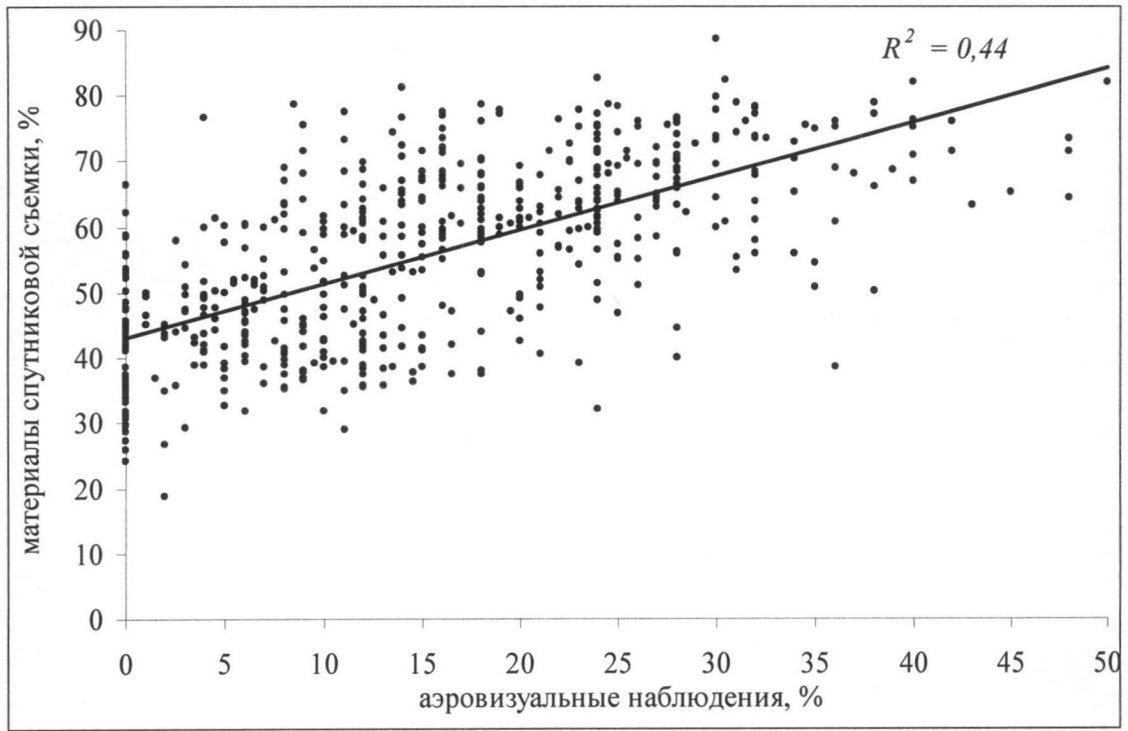
Расшифровка кодов условных обозначений:

- 1. Лишайниковые тундры
 - 1.1. мохово-лишайниковая тундра
 - 1.2. тундра кустарничково-лишайниковая с пятнами-медальонами
 - 1.3. мелкоерниковая мохово-лишайниковая тундра
 - 1.4. редкоивняковая дриадово-мохово-лишайниковая тундра
 - 1.5. разреженные кустарничковые сообщества на песчаных раздувах
- 2. Моховые тундры
 - 2.1. тундра мелкоерниковая осоково-моховая с примесью ив
 - 2.2. пушицево-разнотравно-моховая тундра (морское побережье)
 - 2.3. ивняково-моховая тундра
 - 2.4. травяно-кустарничково-лишайниково-моховая тундра
- 3. Кустарничковые тундры
 - 3.1. кустарничково-лишайниковая тундра
 - 3.2. кустарничково-моховая тундра в горах и на торфах

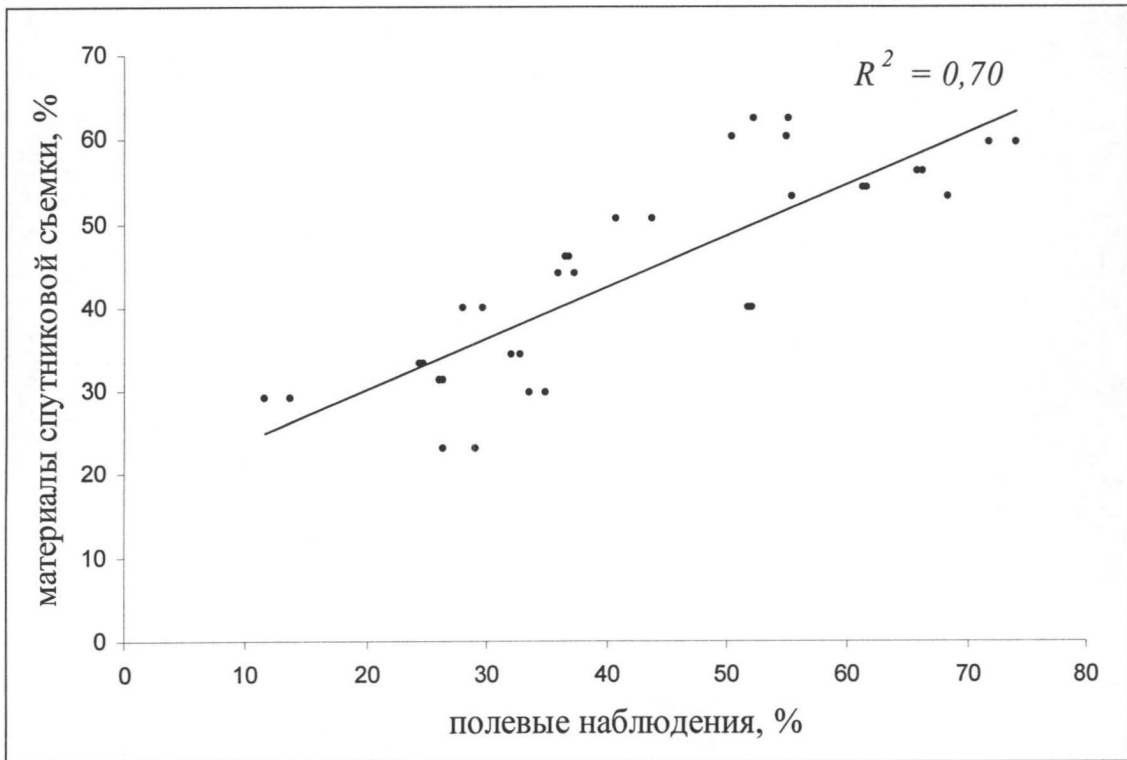
- 4. Кустарничковые сообщества
 - 4.1. ивняки
 - 4.1.1. ивняки разнотравные
 - 4.1.2. ивняки осоковые
 - 4.1.3. ивняки сфагновые
 - 4.1.3.1. низкорослые ивняки сфагновые
 - 4.2. ерники
 - 4.2.1. ерники моховые
 - 4.2.2. ерники травяные
 - 4.2.3. ерники сфагновые
 - 4.2.4. ерники лишайниковые
- 5. Болота и болотные комплексы
 - 5.1. бугристо-мочажинные болота
 - 5.2. травянистые болота (низинные)
 - 5.3. болота осоково-моховые с низкорослой ивой
 - 5.4. сфагновые болота
 - 5.5. мелкопочковатые кустарничково-моховые болота
 - 5.6. эродированные торфяники
- 6. Склоновые и нивальные луга пойм рек и ручьев

- 6.1. луга пойменные вдоль крупных рек (заливные)
- 6.2. хасыреи
- 6.3. приморские галофитные луга (тампы)
- 7. Участки песчаных раздувов, пески береговой линии, слабозарастающие группировки псаммофитов, пляжи вдоль рек, антропогенно-нарушенные, частично рекультивированные или площадки первичного зарастания, песчаные карьеры
- 8. Леса и редколесья
 - 8.1. разреженный ельник ерничково-лишайниково-зеленомошный
 - 8.2. ельник долгомошно-сфагновый
 - 8.3. ельник ерничково-зеленомошный
 - 8.4. ельник травяно-сфагновый
 - 8.5. березняк (зарастающие гари) с примесью ели
- 9. Водные поверхности
- 10. Скальные выходы, осыпи, гольцы.

Рис.2



А.



Б.

Рис.3

