

## СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ В ОЦЕНКЕ РЕСУРСОВ АКОНИТА ВЫСОКОГО НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

© 2010 В.В. Елсаков<sup>1,2</sup>, В.В. Володин<sup>1</sup>, И.Ф. Чадин<sup>1</sup>, Е.И. Паршина<sup>1</sup>, И.О. Марущак<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

<sup>2</sup> Сыктывкарский лесной институт Санкт-Петербургской государственной  
лесотехнической академии им. С.М. Кирова

Поступила в редакцию 29.04.2010

На примере аконита высокого разработана методика картирования местообитаний, оценки плотности ценопопуляций и запасов фитомассы по спектрально-спутниковым изображениям высокого разрешения *Landsat*. Комбинирование данных полевых исследований, фиксированных с использованием GPS-приемников географических координат местообитаний исследуемого вида и серии разносезонных изображений, позволило составить карту прогноза плотности запаса сырья модельного растения для участка территории Приполярного Урала.

Ключевые слова: ресурсная оценка, тематическое картирование, дистанционные методы исследований, Приполярный Урал

Методы аэро- и спутникового мониторинга находят в настоящее время все большее применение в исследовании растительных ресурсов. Использование технологий дистанционных методов исследования для оценки запасов отдельных видов, групп или жизненных форм растений чаще всего обусловлено биоценотической природой формирования спектров отражения, где отдельные компоненты экосистем тесно связаны друг с другом, при этом в качестве индикационных признаков присутствия или обилия отдельных видов выступают характеристики природно-территориальных комплексов и их элементы [1]. Часто в качестве оцениваемых показателей выступают компоненты/доли признаков, полученные в ходе использования методов субпиксельного анализа (метод анализа спектральных смесей, *SMA-анализ*) [2] или модели, связанные с привлечением спектральных индексов [3].

Елсаков Владимир Валериевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры лесного хозяйства. E-mail: [Elsakov@ib.komisc.ru](mailto:Elsakov@ib.komisc.ru)

Володин Владимир Витальевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией биохимии и биотехнологии. E-mail: [Volodin@ib.komisc.ru](mailto:Volodin@ib.komisc.ru)

Чадин Иван Федорович, кандидат биологических наук, заместитель директора. E-mail: [Chadin@ib.komisc.ru](mailto:Chadin@ib.komisc.ru)

Паршина Елена Ивановна, кандидат биологических наук, заместитель декана сельскохозяйственного факультета

Марущак Игорь Олегович, аспирант

**Цель работы** состояла в изучении возможностей использования материалов спектрально-спутниковых изображений *Landsat* в оценке распределения и обилия ресурсного вида аконита высокого (*Aconitum septentrionale* Koellr.) на территории предгорной и горной части бассейна р. Кожим (Приполярный Урал). Практическая ценность растения определяется высоким содержанием алкалоидов (до 1,9% от сухой массы), одним из которых является лаптаконитин, входящий в состав антиаритмического средства «Аллапинин». Ранее в качестве сырья для производства этого препарата использовали надземную часть *Aconitum leucostomum* Worosch., произрастающего во флоре Средней Азии. Использование подземных органов аконита высокого для производства лаптаконитина разрешено временной фармакопейной статьей ВФС 42-2420-94, принятой в 1995 г. в Российской Федерации [4].

**Район и методы исследований.** Территория бассейна р. Кожим неоднородна в геоморфологическом плане, что нашло отражение в ландшафтно-геоботаническом районировании территории: равнинная территория отнесена к северо-восточной части Усинско-косвинского елово-березового округа, предгорная и горная – к Южно-приполярно-уральскому округу [5]. Климатические особенности территории неоднородны и контрастны, что влияет на распределение доминирующих классов растительности. Суровость климатических условий, короткий вегетационный сезон в горной части (период активной

вегетации 60 дней) [6], существенно лимитируют возможности продвижения растительного покрова. Привлечение временных серий (16-дневные композиты) изображений спутника Terra MODIS позволяет установить, что период бесснежного покрова на территории всего бассейна изменяется по продолжительности от 152-168 дней на отдельных равнинных участках (1% территории бассейна) до 56-72 дней на большей части гольцового пояса (2,5%). На большей части территории (43,2%) (предгорная и равнинная части) продолжительность бесснежного периода варьирует в интервале 120-136 дней [7]. Растительный покров территории представлен преимущественно сочетаниями формаций тундровых и лесных типов растительности, выраженных в градиенте высотных и экологических условий. Большая часть территории не подверглась антропогенному влиянию, сохранила свои природные особенности и в 1995 г. включена в перечень объектов Всемирного наследия природы ЮНЕСКО.

Пространственную приуроченность растений аконита высокого на модельной территории бассейна р. Балбанью и верховий Кожима выявляли с помощью фиксирования координат местообитаний аконита, используя в ходе полевых маршрутов GPS-приемники GARMIN. Для территории отмечено порядка 300 точек. На 5 участках проводили учет количественных показателей популяций аконита по признакам: плотность генеративных побегов, шт/м<sup>2</sup>, средняя численность товарных экземпляров, шт/м<sup>2</sup>, плотность запаса сырья наземных органов, г/м<sup>2</sup> и др. Плотность запаса сырья определяли методом модельных экземпляров [8]. Доминирующие классы растительного покрова территории после полевых исследований выявляли по летним изображениям Landsat периода 1988-2009 гг. методами управляемой классификации в программной среде ENVI 4.6.1. Для более точного разделения классов лиственных и еловых фитоценозов привлечены комбинации съемки различных сезонов (зимнего и летнего периода). Для калибровки данных, выделения эталонных участков и проверки результатов выполнены серии полевых выездов, (7-10 апреля, 28 июня-11 июля 16-22 августа 2009 гг.). Общая протяженность маршрутов порядка 200 км.

При моделировании потенциально возможных местообитаний (ПВМ) аконита высокого помимо полевых наблюдений, использовали характеристики, полученные на основании обработки разносезонных изображений Landsat. Для более полной характеристики основных экологических условий местообитаний

проводили преобразование *Tasseled Cap* (ТС) с генерацией шкал «Brightness», «Greenness» и «Wetness». Для этого использовали общепринятое [9, 10] отношение:

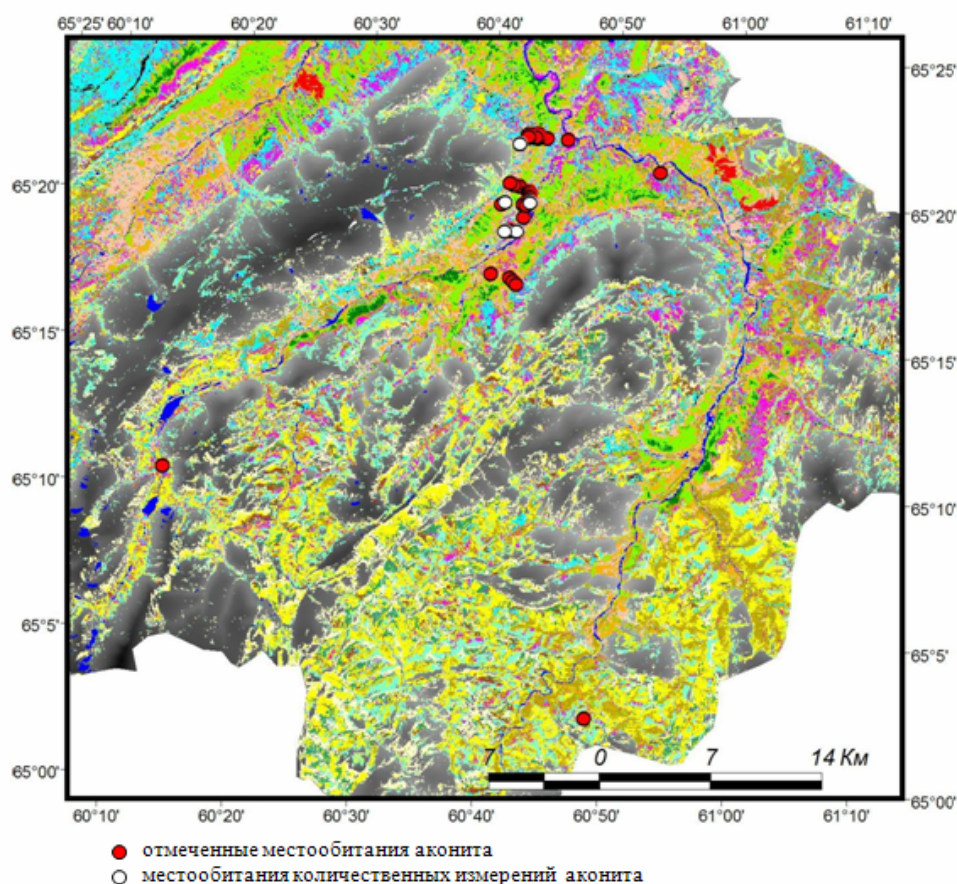
$$\langle \text{Br, Gr, W} \rangle = a \cdot D_1 + b \cdot D_2 + c \cdot D_3 + d \cdot D_4 + e \cdot D_5 + f \cdot D_7 \quad (1)$$

где «Br, Gr, W» - значения соответствующих шкал,  $D_1 - D_7$  - величины отраженного излучения соответственно для каналов снимков Landsat TM/ETM+;  $a-f$  - коэффициенты преобразования ТС для сенсоров ETM+ и TM). Расчет шкал проводили по 2 разносезонным изображениям, приуроченным к началу и завершению вегетационного периода (23.06.1995 и 17.08.2006). Полученные спектральные величины в сопоставлении с данными полевых наблюдений (спектральные характеристики пикселей, отмеченных при GPS позиционировании) использовали для построения маски ПВМ аконита по каждому году с разными статистическими допусками варьирования параметров (1, 3, 5 и 10%). Перекрывающиеся области распределения вида разных сезонов, использовали для создания общей маски ПВМ.

В качестве дополнительных параметров, характеризующих условия местообитаний вида в построенных масках, использовали независимые от спектральных величин критерии: характеристики рельефа (абсолютные высоты, экспозиция, угол наклона), полученные по данным радарной топографической съемки разрешения 30 м (*SRTM, Shuttle Radar Topography Mission*), сомкнутость древесного и кустарникового покрова. Для учета сомкнутости крон древесного и кустарникового ярусов проведено сравнение результатов тематической обработки спутниковых изображений, датированных второй половиной зимы за период наблюдений с 1988 по 2006 гг. При обработке использовали принципы декомпозиции спектральных смесей (*SMA-анализ*) [11] исходя из положения, что соответствующая пикселу яркость может быть выражена линейной функцией взвешенных яркостей отдельных, составляющих его контрастных компонент. Доля компонент при этом принимается пропорционально их площади в проекции на земную поверхность, что позволяет количественно оценить вклад отдельных компонент в пикселях изображения. В качестве «чистых компонент» использовали параметры, полученные для открытых пологих заснеженных участков (сомкнутость крон равна 0), и характеристики участков с максимально-сомкнутым древостоем (сомкнутость крон 0,9-0,95). Расчет значений сомкнутости

для пикселей изображения по крайним элементам значений (0-100%) выполнено с использованием возможностей программного пакета ENVI. Моделирование распределения запасов вида на территории предгорной и

горной части Приполярного Урала выполнено на основании выявленной связи между спектральными величинами фиксированных участков и результатами полевых измерений.



**Рис. 1.** Маршруты проведения работ (А), выявленные участки местообитаний аконита в ходе выполненных маршрутов (Б).

**Таблица 1.** Доминирующие классы сообществ, в которых отмечены растения аконита

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лесные сообщества         | Долинные темнохвойные леса (СК 0.7-0.9) выположенных склонов на суглинистых почвах с доминированием <i>Picea obovata</i> , с примесью лиственных: <i>Betula pubescens</i> , <i>B. tortuosa</i> , травяно-зеленомошные                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                           | Ерниковые леса (СК 0.6-0.7) из <i>Picea obovata</i> и <i>Larix sibirica</i> облика крайне северной тайги с примесью преимущественно ерничково-зеленомошные. В моховом покрове примесь кустистых лишайников                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                           | Лиственничные ерничково-зеленомошные леса (СК 0.4-0.6) пологих склонов и речных долин с близким залеганием скальных пород                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Тундровые сообщества      | Крупноерниковые травяно-моховые. В кустарниковом ярусе доминирует <i>B. nana</i> , часто в смеси с <i>Salix glauca</i> , <i>S. phylicifolia</i> . Присутствие кустарничков (багульник, брусника, голубика, водяника), в травянистом (морозка, осоки, злаки)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Интразональные сообщества | Ивняки травяные. В кустарниковом ярусе <i>S. viminalis</i> , <i>S. glauca</i> , <i>S. phylicifolia</i> . Среди трав обычны виды осок ( <i>C. aquatilis</i> ) разнотравья - <i>Filipendula ulmaria</i> , <i>Rubus arcticus</i> , <i>Ranunculus repens</i> , <i>Pedicularis lapponica</i> и <i>P. palustris</i> , <i>Veronica longifolia</i> , <i>Myosotis palustri</i> , <i>Viccia cracca</i> и <i>V. sepium</i> и: <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Calamagrostis neglecta</i> , <i>Festuca rubra</i> , <i>Poa pratensis</i> . Мхи родов <i>Campyllum</i> , <i>Drepanocladus</i> , <i>Mnium</i> , <i>Pseudobryum</i> |
|                           | Крупнотравные луга пологих склонов гор и нивальные луга                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

**Результаты и обсуждение.** В ходе выполнения классификации растительного покрова территории выделено 18 классов поверхности, из них 14 представлены доминирующими на территории фитоценозами (рис. 1). Отмеченные в ходе полевых маршрутов местообитания аконита (порядка 300 точек) приурочены к сообществам тундровых, лесных и интразональных типов растительности. Все многообразие участков, на которых были отмечен вид, представлено в 6 выделенных классах (табл. 1).

В период проведения полевых наблюдений растения аконита высокого были встречены в растительных сообществах в диапазоне высот от 318 до 677 м над у.м. (среднее  $394 \pm 4$  м,  $p=0,95$ ,  $N=300$ ), на разноориентированных склоновых поверхностях. Порядка 37% обследованных биотопов имели восточную, 24% – юго-восточную и 18% – северо-восточную экспозицию. В меньшей степени были представлены биотопы других экспозиций (менее 6%), что связано преимущественно с большей протяженностью пеших маршрутов на склонах восточной ориентации (бассейн р. Балбанью), с другой –

меньшей нарушенностью данной территории пожарами и рубками. Рост растений был отмечен на склонах, имеющих незначительный и средний уклон поверхности: диапазон варьирования значений  $0,4-9,9$  при средних величинах  $3,7 \pm 0,19$  ( $p=0,95$ ,  $N=300$ ).

Верхние границы леса, как правило, определяются средней 10-градусной изотермой летних месяцев или только июля для условий сомкнутого леса [12], присутствие аконита в тундровых сообществах высокогорий Урала, приуроченность растений к разным сообществам и формам рельефа демонстрируют широкую экологическую пластичность вида. В лесных сообществах отмеченных местообитаний сомкнутость крон древесных пород не превышала 74%.

В изученных ценопопуляциях общая плотность запаса сырья надземной сухой фитомассы варьировала в пределах от  $27,4 \pm 4,7$  г/м<sup>2</sup> (ценопопуляции, произрастающие в ивняковых зарослях (ивняк аконитовый)) до  $216,8 \pm 46,9$  г/м<sup>2</sup> (ивняк аконитово-разнотравный среди лиственничника) и в среднем составила  $33,1 \pm 9,1$  г/м<sup>2</sup> при коэффициенте вариации  $C_v=69,0\%$  (табл. 2).

**Таблица 2.** Количественные характеристики отдельных ценопопуляций аконита высокого в районе исследований

| Номер ценопопуляции | Плотность запаса сырья в г сухой массы / м <sup>2</sup> |                   | Средняя численность товарных экземпляров, шт./м <sup>2</sup> |
|---------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------|
|                     | надземных органов                                       | подземных органов |                                                              |
| 17A1                | $27,4 \pm 4,7$                                          | $11,2 \pm 1,8$    |                                                              |
| 18A2                | $58,9 \pm 11,8$                                         | $19,6 \pm 3,8$    | $1,41 \pm 0,17$                                              |
| 19A3                | $101,9 \pm 18,7$                                        | $9,5 \pm 1,8$     | $2,64 \pm 0,38$                                              |
| 20A4                | $216,8 \pm 46,9$                                        | $30,0 \pm 4,8$    | $1,65 \pm 0,24$                                              |
| 21AC1               | $60,3 \pm 16,8$                                         | $18,5 \pm 3,6$    | $3,00 \pm 0,38$                                              |
| 22AC2               | $85,0 \pm 21,9$                                         | $7,5 \pm 1,6$     | $2,25 \pm 0,36$                                              |
| среднее арифм.      | $33,1 \pm 9,1$                                          | $15,1 \pm 1,2$    | $1,35 \pm 0,24$                                              |

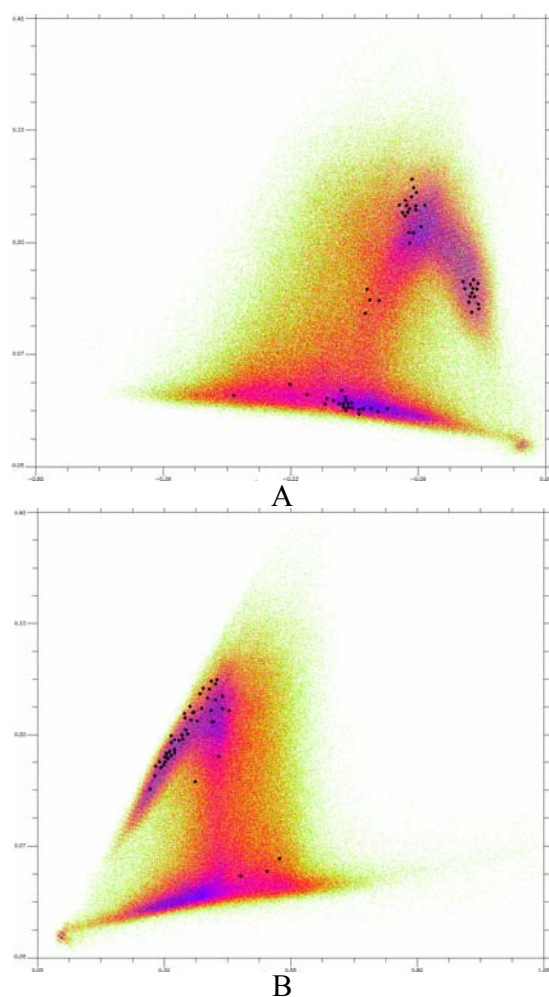
Плотность запасов подземных частей аконита высокого примерно в 2,5 раза меньше плотности запаса надземной части. При этом величины линейно связаны между собой (коэффициент корреляции  $r=0,92$ , вероятность нулевой гипотезы = 0,003). Как следствие закономерности, выявленные для надземной массы растений, характерны и для урожайности их подземных частей. Выявлена сильная связь между плотностью товарных экземпляров аконита на единицу площади и плотностью запасов подземных частей ( $r=0,96$ , вероятность нулевой гипотезы = 0,003).

Все многообразие спектральных значений изображения модельного участка может быть представлено в виде облака рассеивания

в пределах соответствующих шкал. При этом спектральные величины, полученные для фиксированных точек местообитаний с выявленными растениями аконита, обнаруживают значительную вариабельность в пределах облака рассеивания разносезонных изображений шкал TC (рис. 2). Так, в пределах шкал «Greenness» - «Wetness» (рис. 2A) распределение точек локализовано в 4 областях, что подтверждает высокую степень эвритопности данного вида. Полученные группы демонстрируют возможные начальные этапы дивергенции вида и дают общую оценку степени экологической пластичности. Использование шкал позволяет разделить сообщества по запасу фотосинтетически активной биомассы



и условиям увлажнения. Наиболее высокие значения по оси «Greenness» (0,2-0,29) отмечены для массива точек местообитаний ерниковых и смешанных (с *Betula tortuosa*) лиственничников, травяных ивняков. Снижение показателя до 0,1-0,15 приурочено к тундровым фитоценозам (ерниково-моховые тундры) и ельникам. В пределах данного класса отмечено разделение группы на 2 обособленные области, различающиеся по степени увлажнения (шкала «Wetness»). Наибольшая степень увлажнения отмечена для еловых фитоценозов (от -0,05 до -0,03). Наиболее низкими величинами фитомассы («Greenness» от 0,01 до 0,04) характеризовались сообщества пологих склонов гор – склоновых и нивальных лугов. Часто местообитания аконита данной группы сообществ были расположены в пределах участков с изрезанным рельефом, окружены обнажениями скальных пород, что в целом оказывало влияние на формирование суммарного спектрального значения в пикселе (30x30м).



**Рис. 2.** Распределение отмеченных местообитаний в шкалах значений: А – «Greenness» (Y)-«Wetness» (X) и В – «Greenness» (Y)-«Brightness» (X)

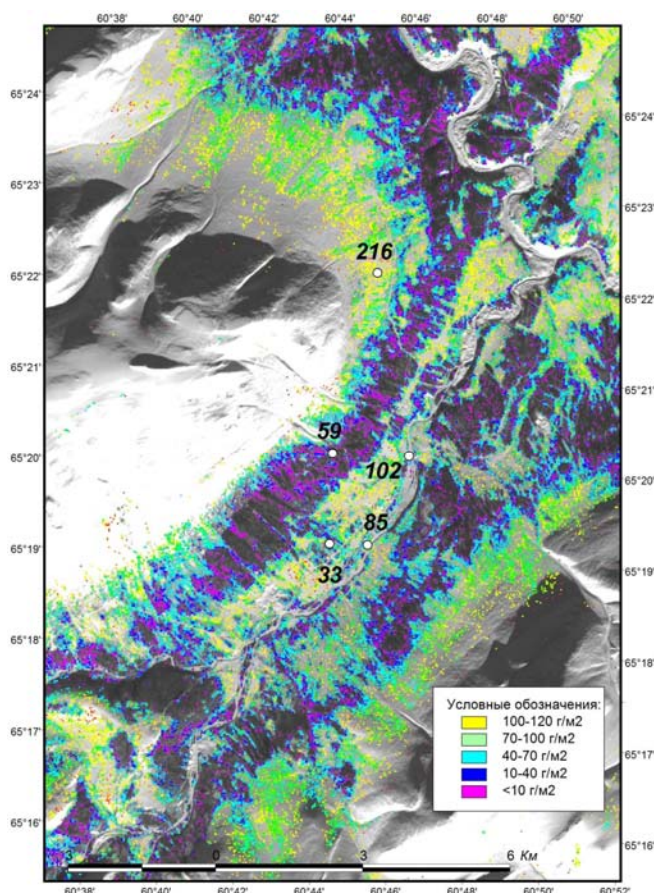
На основании установленного облака рассеяния точек были построены маски, учитывающие ПВМ растений аконита в районе исследований. При выборе таких участков допускали возможность варьирования экологических условий, относительно фиксированной точки. Для этого вокруг выделенного в облаке рассеивания пиксела, представляющего одно местообитание, формировали окружность с радиусом равным 1, 3, 5 и 10% изменчивости, по всему диапазону варибельности анализируемого признака.

Анализ представленности выделенных местообитаний аконита на модельном участке в предгорной и горной области Приполярного Урала площадью 3,6 тыс. км<sup>2</sup> показал, что при использовании наиболее низкого порога варибельности (1%) происходит выделение от 1,3% (изображение начала периода вегетации 23.06.1995) до 4,2% (вторая половина вегетационного периода, изображение 17.08.2006) пикселей в зависимости от сезона съемки (табл. 3). Рост допустимых величин изменчивости до 10% увеличивает выделенную область до 52,2-56,3%, соответственно. Перекрывание выделенных областей между изображениями разных лет при разной степени варибельности отмечено в пределах от 0,2% до 43,8% изображения, при 1% и 10% варибельности соответственно. Полученные методы позволяют проводить выделение ПВМ ресурсных, нуждающихся в охране или редких видов растений, составлять тематические карты ареала их возможного распространения [7].

Наличие данных по количественному учету запаса отдельных ценопопуляций аконита, полученных для фиксированных местообитаний (табл. 2) и связанных с точками наблюдений серий спектральных величин по выделенным участкам, позволило оценить наличие коррелятивных связей между рассматриваемыми величинами. Выявленные связи использовали для экстраполяции данных количественного учета на участки выделенных ПВМ (рис. 3). В ходе выполненного моделирования были установлены плотность распределения особей аконита и запас на территории модельного участка. Анализ гистограммы распределения пикселей изображения, полученного в ходе выполненного моделирования, показал, что рост степени варибельности (от 1 к 10%) расширяет диапазон Варьирования значений показателя. Так, варьирование значений фитомассы, полученных в ходе использования модели и маски ПВМ с интервалом 1% были ограничены значениями 160 г/м<sup>2</sup>, 3% - 250 г/м<sup>2</sup>, 5% - 255 г/м<sup>2</sup>, 10% - 355 г/м<sup>2</sup>.

**Таблица 3.** Роль доверительных интервалов при выделении маски ПВМ по индивидуальным значениям спектральных величин для фиксированных точек (%).

|            | 23.06.1995            | 1%  | 3%   | 5%   | 10%  |
|------------|-----------------------|-----|------|------|------|
| 17.08.2006 | для отдельных лет, %: | 1,3 | 18,2 | 32,9 | 52,2 |
| 1%         | 4.2                   | 0,2 | 2,2  | 3,4  | 4,1  |
| 3%         | 26.4                  | 0,9 | 12,2 | 19,7 | 24,7 |
| 5%         | 36.7                  | 1.1 | 15,2 | 25,2 | 33,2 |
| 10%        | 56.3                  | 1,3 | 17,3 | 30,1 | 43,8 |

**Рис. 3.** Распределение плотности запаса сырья наземных органов аконита, г/м<sup>2</sup>, на модельном участке бассейна р. Балбанью

В ходе анализа полученного изображения установлено, что средний запас надземной фитомассы аконита в выделенных сообществах варьировал от 54,5 т/км<sup>2</sup> (1%-й уровень вариабельности) до 95,5 т/км<sup>2</sup> (10%), при этом диапазон полученных средних значений входит в интервал, который наблюдали при выполнении полевых измерений (запас надземной фитомассы аконита варьировал в пределах 22,4-216,8 т/км<sup>2</sup>) (табл. 4). Общий запас надземной фитомассы на модельной территории (2,8 тыс. км<sup>2</sup>) при 1%-ом уровне варьирования оценен в 33,2 т.

Работа выполнена в рамках исследований по программам отделений и президиума РАН «Состояние ресурсов полезных растений европейского северо-востока России, мониторинг и разработка биотехнологических подходов по рациональному использованию и воспроизводству»

**Таблица 4.** Оценка запасов надземной фитомассы аконита на территории предгорной и горной части Приполярного Урала (2,8 тыс. км<sup>2</sup>).

| Показатели:                                                                                         | Допустимые пороги вариабельности |                |                 |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------|-----------------|------------------|
|                                                                                                     | 1%                               | 3%             | 5%              | 10%              |
| площади местообитаний аконита, км <sup>2</sup> (в % от всего участка)                               | 0,61<br>(0,02)                   | 128,1<br>(4,5) | 522,0<br>(18,7) | 1124,7<br>(68,5) |
| общий запас надземной фитомассы на модельном участке предгорной и горной части бассейна р. Кожим, т | 33,2                             | 8796,6         | 42388,0         | 107394,6         |
| средний запас в сообществах (т/км <sup>2</sup> )                                                    | 54,4                             | 68,7           | 81,2            | 95,5             |

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Косицин, В.Н. Комплексный методический подход к учету и оценке ресурсов *Rubus chamaemorus* L. в южно-таежных лесах // Растительные ресурсы. – 1997. – Т. 33, вып. 2. – С. 87-91.
2. The'au, J. Mapping lichen in a caribou habitat of Northern Quebec, Canada, using an enhancement-classification method and spectral mixture analysis / J. The'au, D.R. Peddle, C.R. Duguay // Remote Sensing of Environment. – 2005. – N 94. – P. 232-243.

3. *Zhen-qi, HU*. Estimation of fractional vegetation cover based on digital camera survey data and a remote sensing model / *Zhen-qi HU, Fen-qin HE, Jian-zhong YIN et al.* // Journal of China University of Mining & Technology. – 2007. – Vol 17, N 1. – P.116-120.
4. *Паршина, Е.И.* Фитоценотическая приуроченность и ресурсные характеристики *Aconitum septentrionale* (Ranunculaceae) в подзоне средней тайги на северо-востоке европейской России / *Е.И. Паршина, И.Ф. Чадин, С.О. Володина* // Растительные ресурсы. – 2009. Вып. 3, № 3. – С. 60-67.
5. Производительные силы Коми АССР. Т.Ш. Ч.1. Растительный мир. Наука: СПб, 1954. – 378 с.
6. *Непомилуева, Н.И.* Древесная растительность горных долин Приполярного Урала / *Н.И. Непомилуева, В.В. Пахучий, Г.А. Симонов* // География и природные ресурсы. – 1986. - №4. – С. 73.
7. *Елсаков, В.В.* Картирование растительного покрова бассейна р. Кожим (Приполярный Урал) с использованием материалов дистанционного зондирования / *В.В. Елсаков, И.О. Марущак, В.М. Щанов* // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Сб. научн. докл. – М., 2009. – Т. 2, вып. 6. – С. 360-364.
8. Методика определения запасов лекарственных растений. – М., 1986. – 50 с.
9. *King, R.* Tasseled Cap transformation Mississippi coastal corridor July 24, 2000 / *R. King, Ch. O'Hara, L. Wang.* – CGTS, Mississippi State University, 2001.
10. *Huang, Ch.* Derivation of a Tasseled Cap transformation based on Landsat 7 satellite reflectance / *Ch.Huang, B.Wylie, L.Yang, C.Homer, G.Zylstra.* – Raytheon ITSS, USGS EROS Data Center Sioux Falls, USA, 2001. – 10 P.
11. *Барталев, С.А.* Использование спутниковых изображений для оценки потерь углерода лесными экосистемами в результате вырубок / *С.А. Барталев, Т.С. Ховратович, В.В. Елсаков* // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – М.: ООО «Азбука-2000», 2009. Т.2. вып. 6. – С. 343-352.
12. *Синицин, С.Г.* Горные леса / *С.Г. Синицин, А.С. Агеев, В.З. Гулиашивили и др.* – М.: Лесн. пр-ть, 1979. – 200 с.

## SATELLITE MONITORING IN THE ESTIMATION OF ACONITE HIGH RESOURCES IN SUBPOLAR URALS

© 2010 V.V. Elsakov<sup>1,2</sup>, V.V. Volodin<sup>1</sup>, I.F. Chadin<sup>1</sup>, E.I. Parshina<sup>1</sup>, I.O. Marushchak<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Biology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

<sup>2</sup> Syktyvkar Wood Institute of St.-Petersburg State Timber Academy named after S.M. Kirov

On the example of aconite high the technique картирования dwelling places mapping, estimation of cenopopulations density and stocks of biomass on spectral-zonal satellite images of high permission *Landsat* is developed. The combination of the given field researches fixed with use of GPS-receivers on geographical coordinates of dwelling places of the researched kind and series of different seasons images has allowed to make the map of forecast the density of stock raw material of modelling plant for part of territory of Subpolar Urals Mountains.

Key words: *resource estimation, thematic mapping, remote methods of researches, Subpolar Urals Mountains*

*Vladimir Elsakov, Candidate of Biology, Senior Research Fellow, Associate Professor at the Department of Forest Husbandry. E-mail: Elsakov@ib.komisc.ru*

*Vladimir Volodin, Doctor of Biology, Professor, Chief of the Biochemistry and Biotechnology Laboratory. E-mail: Volodin@ib.komisc.ru*

*Ivan Chadin, Candidate of Biology, Deputy Director. E-mail: Chadin@ib.komisc.ru*

*Elena Parshina, Candidate of Biology, Vice-Dean of the Agricultural Faculty*

*Igor Marushchak, Post-graduate Student*