

Использование спутниковых данных PROBA-V для оценки запасов стволовой древесины на территории Приморского Края

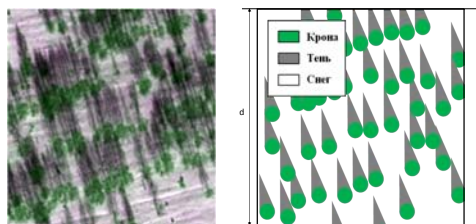
Жарко В.О., Барталев С.А., Егоров В.А.

zharko@d902.iki.rssi.ru

Описание метода

Представлено развитие разработанного в ИКИ РАН метода оценки запаса древесины лесного покрова с использованием оптических данных ДЗЗ спутниковой системы PROBA-V, полученных в зимний период.

Наличие снежного покрова приводит к маскированию на спутниковых изображениях всех типов земной поверхности, кроме достаточно высокой древесной растительности. Снег имеет устойчиво высокую отражательную способность в видимой части спектра, и вариации коэффициента спектральной яркости (КСЯ) лесного покрова по спутниковым данным зимнего периода определяются главным образом долей проективного покрытия земной поверхности кронами деревьев и их тенями, то есть количеством и высотой деревьев в пикселе данных. Это, в свою очередь, обуславливает тесную взаимосвязь КСЯ покрытого снегом лесного покрова и величины запаса стволовой древесины в м³/га.



КСЯ пикселя в диапазоне 0,62-0,67 мкм:

$$R^{0,65} = f(S_c, S_s, S_t);$$

$$S_c = d^2 - S_s - S_t,$$

$$S_s = f_1(n), S_t = f_2(n, h),$$

$$R^{0,65} = f_3(n, h);$$

Запас стволовой древесины леса в пикселе данных ДЗЗ: $GSV[m^3/ha] = f_4(n, h)$

Предположение:

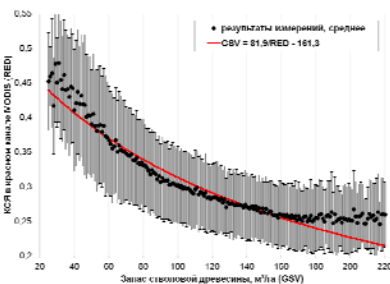
$$GSV[m^3/ha] \sim 1/R^{0,65}$$

Sc – площадь снега в пикселе, Ss – площадь кроны в пикселе, St – площадь тени в пикселе

h – высота деревьев, n – число деревьев, d – размер пикселя

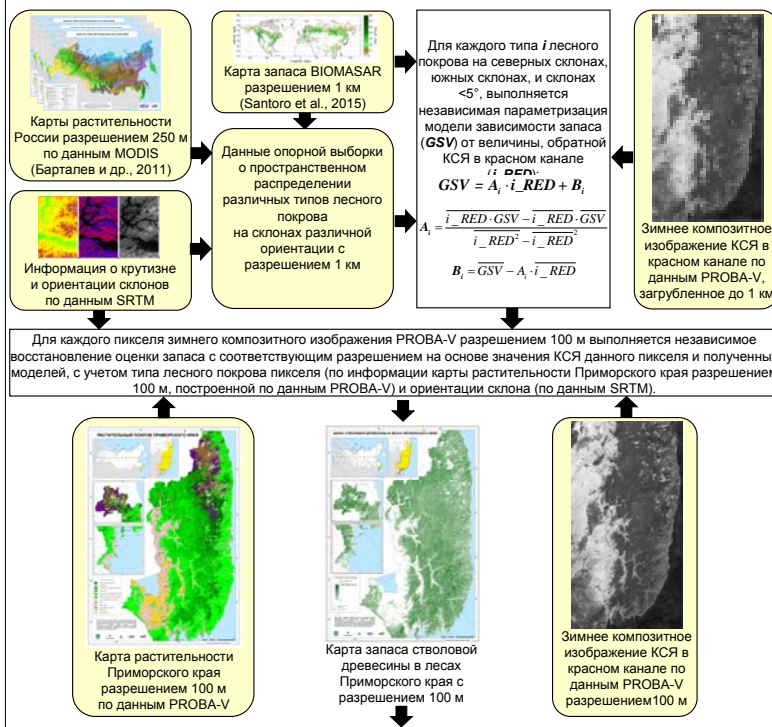
Формирование КСЯ пикселя покрытого снегом лесного покрова в данных ДЗЗ среднего разрешения

В основе метода лежит моделирование и оценка количественных параметров взаимосвязи КСЯ покрытого снегом лесного покрова в красном канале прибора и величины запаса стволовой древесины в м³/га, и использование полученных соотношений для восстановления оценок запаса на основе зимних данных ДЗЗ. Параметризация модели выполнялась на основе данных карты запаса стволовой древесины в лесах Северного Полушария с пространственным разрешением 1 км (Santoro et al., 2015), полученной в результате применения алгоритма BIOMASAR к разновременным данным радиолокационных измерений прибором ASAR, установленным на спутнике Envisat. Кроме того, была выполнена стратификация территории на северные склоны, южные склоны и плоскую поверхность с использованием данных ЦМР SRTM-90 (Farr et al., 2007) для компенсации радиометрических искажений спутниковых измерений КСЯ, вызванных рельефом местности.

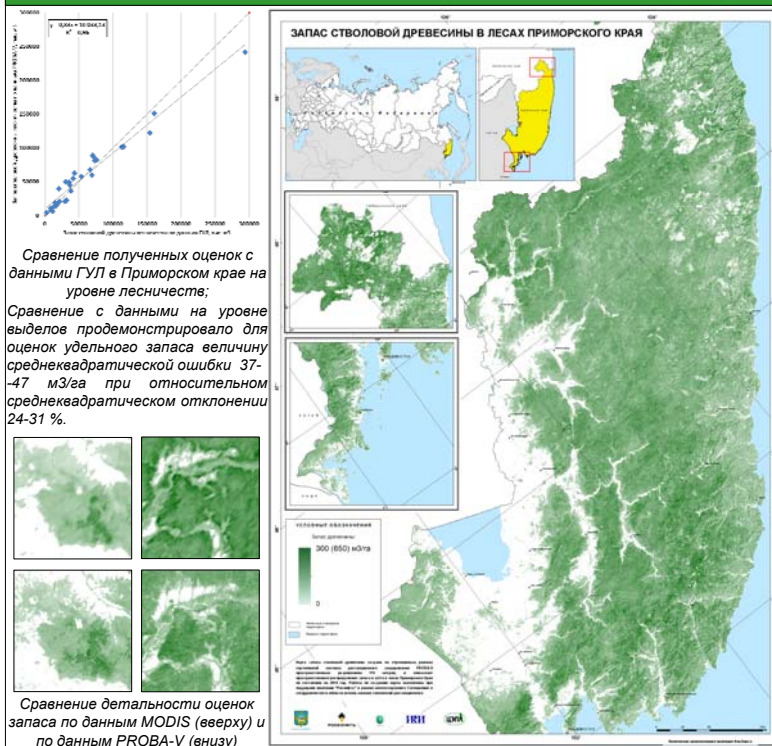


Пример зависимости КСЯ покрытого снегом лесного покрова в диапазоне 0,62-0,67 мкм по данным MODIS от величины запаса по данным карты BIOMASAR для соснового леса

Схема работы метода



Результаты



Литература

Барталев и др. Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 4. С. 285-302.
 Лупян и др. Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 263-284.
 Farr et al. The shuttle radar topography mission // Reviews of geophysics. 2007. Т. 45. № 2.
 Santoro et al. Forest growing stock volume of the northern hemisphere: Spatially explicit estimates for 2010 derived from Envisat ASAR // Remote Sensing of Environment. 2015. Т. 168. P. 316-334.

Зимнее композитное изображение по данным PROBA-V

Снег демонстрирует очень высокие значения отражательной способности в видимой части спектра и очень низкие значения в среднем ИК диапазоне, что является характерным признаком и не встречается у других типов поверхности Земли. Это позволяет детектировать незатененные безоблачные измерения КСЯ покрытой снегом земной поверхности на основе анализа результатов измерений в соответствующих спектральных каналах. Был разработан следующий набор эмпирических критериев:

$$0,028 \leq R_{1,603} \leq 0,2, \quad R_{0,464} \geq 0,02,$$

где $R_{0,464}$ и $R_{1,603}$ – КСЯ в голубом и среднем ИК каналах прибора соответственно. В случае наличия менее 20 чистых измерений для данного пикселя за рассматриваемый период пороговое значение $R_{1,603}$ уменьшается с 0,028 до 0,01.

После статистической фильтрации отобранных измерений КСЯ для исключения остаточных шумов, незашумленные значения используются для расчета среднего значения КСЯ земной поверхности с наличием снежного покрова. Ближайшее к среднему значению незашумленного чистого измерения КСЯ принималось в качестве значения пикселя композитного изображения.

Таким образом были построены зимние композитные изображения КСЯ в красном и ближнем ИК каналах системы PROBA-V, отражающие пространственное распределение спектрально-отражательных характеристик покрытой снегом земной поверхности на территории Приморского края с разрешением 100 м.



Зимний композит PROBA-V для территории Приморского края; псевдоцвета: R: 0,655 мкм, G: 0,837 мкм, B: 0,655 мкм

Работы по созданию описанных методов проводились при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России: контракт 14.607.21.0122 «Разработка методов и программных комплексов автоматизированной обработки спутниковых данных дистанционного зондирования Земли для создания и поддержки информационных сервисов мониторинга ресурсного потенциала и состояния лесов России», уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI60715X0122. Обработка спутниковых данных и программная реализация методов были выполнены с использованием ресурсов ЦКП ИКИ-Мониторинг (Лупян и др., 2015).