

УДК 528.16:681.3

**О. В. Кравченко**

Белорусский государственный технологический университет

**ВЛИЯНИЕ ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
НА ТОЧНОСТЬ GPS-СЪЕМКИ ЛЕСНЫХ ПЛОЩАДЕЙ**

Интенсивное развитие космической геодезии приводит к все более активному внедрению методов глобального спутникового позиционирования в различные сферы деятельности человека, в том числе и в лесное хозяйство. Такие методы съемки дают возможность автоматизировать процесс сбора и навигационной привязки данных лесных измерений, исключают необходимость прямой видимости между пунктами, позволяют выполнять наблюдения в любую погоду, как в дневное, так и в ночное время, при этом измерения и обработка результатов почти полностью автоматизированы. Однако применение GPS-оборудования под пологом древостоя имеет свои особенности. Для изучения влияния условий местопроизрастания и лесоводственно-таксационных показателей на точность GPS-съемки лесных площадей выполнены спутниковые измерения на территории Негорельского учебно-опытного лесхоза. Для измерений использовался комплект одночастотной спутниковой аппаратуры Trimble R3. GPS-съемка выполнялась в кинематическом режиме «stop & go» в комбинации с режимом «on the fly». При проведении исследований учитывались такие лесоводственно-таксационные показатели, как тип леса, древесная порода, состав, возраст, класс бонитета, полнота и др. Установлено, что основным показателем, влияющим на точность GPS-съемки, является породный состав.

**Ключевые слова:** GPS-съемка, спутниковые измерения, кинематический режим, точность, погрешность измерений, лесоводственно-таксационные показатели.

**O. V. Kravchenko**

Belorussian State Technological University

**THE INFLUENCE OF SILVICULTURAL AND FOREST INDICES  
THE ACCURACY OF A GPS SURVEY OF THE FOREST AREA**

Intensive development of space geodesy leads to a more active implementation methods global satellite positioning in various spheres of activity of the person, including in forestry. Such surveying methods enable computer collection process and navigation data binding forest measurements, eliminate the need to create line of sight between points, allow you to perform surveillance in any weather, both day and night-time measurements and data processing is almost completely automated. However, the use of GPS-equipment under the canopy of the forest has its own characteristics. To study the influence of the habitat conditions and silvicultural and biophysical parameters on the accuracy of a GPS survey of the forest area satellite measurements made on site negorelye experimental research training and experimental forestry. For measurements used another set of single-frequency satellite receivers Trimble R3. A GPS-survey was carried out in the kinematic regime of „stop & go” in combination with the regime „on the fly”. When conducting research should take into account silvicultural and inventory indices, as forest type, age, class, the fulness et al. Found that a key indicator affecting the accuracy of a GPS-survey is species composition.

**Key words:** GPS-surveying, satellite measurements, kinematic regime, accuracy, measurement error, forestry valuation indicators.

**Введение.** Эффективное ведение лесного хозяйства, рациональное использование лесных ресурсов, мониторинг лесов, инвентаризация и учет лесного фонда – все это требует точной и достоверной топографо-геодезической информации. На современном этапе топографо-геодезические работы невозможны без внедрения новых технологий, приборов, программных средств. Применение методов спутникового позиционирования (GPS-методов) позволяет оперативно решать поставленные задачи с абсолютно новым принципом сбора пространственной информации о местности.

Однако применение методов спутникового позиционирования при работе под пологом древостоя имеет свои особенности, поскольку сам древостой является фактором, затрудняющим прохождение сигналов от спутников до GPS-приемников, что отрицательно сказывается на точности позиционирования.

**Основная часть.** Относительные определения координат пунктов и границ лесных площадей на территории Негорельского УОЛХ выполнены комплектом одночастотной спутниковой аппаратуры Trimble R3 (рисунок).



Антенна Trimble A3



Приемник Trimble R3



Комплект одночастотной спутниковой аппаратуры Trimble R3

Спутниковый приемник Trimble R3 позволяет выполнять измерения на несущей частоте L1 в режимах «статика», «быстрая статика» и «кинематика», а также работать в режиме DGPS. Для управления GPS системой Trimble R3 используется полевая программа Trimble Digital Field Book [1].

GPS-съемка лесных площадей была выполнена в кинематическом режиме. Особенностью данного режима является возможность быстро отнаблюдать большое количество точек, но для этого требуется, чтобы приемник удерживал захват спутников в течение всего времени перемещения между точками. В этом режиме выделяют несколько разновидностей.

Во время кинематической съемки в режиме «stop & go» (стою-иду) используют два и более приемников. По крайней мере, один приемник является опорным и остается неподвижным в течение съемки. Все базисные линии на протяжении сессии последовательно определяются относительно опорного приемника. Остальные приемники перемещаются, производя наблюдения на пунктах, координаты которых неизвестны.

Кинематический режим «on the fly» (в полете) используют в том случае, когда есть уверенность, что прием сигналов достаточного числа спутников не прервется в течение 20–30 мин. За это время при непрерывной работе приемника он накопит достаточно информации для дальнейшей постобработки.

Для изучения влияния условий местопрорастания и лесоводственно-таксационных показателей на точность GPS-съемки лесных площадей выполнили съемку выделов сосны, ели, березы и ольхи черной.

Границы выделов координировались в режиме «on the fly», который позволил оперативно выполнить полевые измерения по сравнению с традиционной наземной геодезической

съемкой (теодолитной или буссольной). Однако его существенным недостатком при проведении измерений на покрытой лесом территории была постоянная потеря сигналов от спутников и затраты времени на повторную инициализацию. Поэтому для повышения надежности полученных результатов измерений был применен комбинированный метод съемки лесных площадей, когда граница выдела определялась в режиме «on the fly», но при этом в нескольких местах траектории движения приемника координировались точки в режиме «stop & go». Это позволяло периодически инициализировать приемник на местности и таким образом повысить точность местоопределения при небольших затратах времени.

Результаты GPS-съемки были обработаны в программе Trimble Geomatics Office [2–4].

При проведении исследований учитывались следующие лесоводственно-таксационные показатели: тип леса, древесная порода, состав, возраст, класс бонитета, полнота, эдафотоп, высота. Результаты исследования представлены в таблице.

Как свидетельствуют данные таблицы, точность определения лесных площадей в плане кинематическим режимом колеблется в пределах от 1,3 до 1,9 м.

Основным лесоводственно-таксационным показателем, влияющим на точность координирования границ выделов, является породный состав. Так, наилучшая точность определения местоположения достигнута в чистых сосновых древостоях (1,30 м) с полнотой 0,9. В сосновых древостоях с примесью березы погрешность координирования в плане составила 1,36 м.

Примерно одинаковыми по точности получились результаты координирования в еловых и березовых древостоях (1,55 и 1,62 м соответственно).

### Результаты оценки точности GPS-съемки лесных площадей

Наименование типов леса	Породный состав	Возраст, лет	Класс бонитета	Полнота	Эдафотоп	Высота, м	Погрешность измерений в плане, м
Кисличный	10С	67	Ia	0,9	B <sub>2</sub>	27	1,30
Орляковый	7С, 3Б	67 60	Ia	0,8	B <sub>2</sub>	26	1,36
Кисличный	10Е	85	I	0,6	D <sub>2</sub>	25	1,55
Черничный	7Е, 1С, 1Б, 1Олч	75 60 50	I	0,8	C <sub>3</sub>	24	1,59
Кисличный	9Б, 1С	65 60	Ia	0,9	D <sub>2</sub>	27	1,60
Орляковый	7Б, 3С	65 60	I	0,8	B <sub>2</sub>	27	1,64
Осоковый	7Олч, 2Б, 1Е	60 50	II	0,7	C <sub>5</sub>	20	1,85

Наименьшая точность определения площадей получена в черноольшаниках (порядка 1,85 м). Еще одним фактором, влияющим на точность координирования лесных площадей, является эдафотоп. Чем богаче почвы по своей питательности, тем ниже точность спутниковых определений.

**Заключение.** Данные исследований показывают, что при использовании одночастотных GPS-приемников для съемки лесных площадей в кинематическом режиме можно получить точность порядка 1,3–1,9 м по результатам постобработки.

Погрешность определения границ лесных площадей будет зависеть главным образом от породного состава на участке съемки. Для повышения надежности результатов GPS-измерений в кинематическом режиме рекомендуется применять комбинированный метод съемки лесных площадей.

Границы выделов можно определять в режиме «on the fly», но при этом в нескольких местах траектории движения приемника координировать точки в режиме «stop & go». Это позволит периодически инициализировать приемник на местности и повысить точность местоопределения при небольших затратах времени.

### Литература

1. Trimble Digital fieldbook. User manual. U.S.A., Trimble Navigation limited, 2005. 90 p.
2. Trimble Geomatics Office. User manual. U.S.A., Trimble Navigation limited, 2001. 144 p.
3. Wave Baseline Processing. User manual. U.S.A., Trimble Navigation limited, 2001. 84 p.
4. Network Adjustment. User manual. U.S.A., Trimble Navigation limited, 2001. 113 p.

### References

1. Trimble Digital fieldbook. User manual. U.S.A., Trimble Navigation limited, 2005. 90 p.
2. Trimble Geomatics Office. User manual. U.S.A., Trimble Navigation limited, 2001. 144 p.
3. Wave Baseline Processing. User manual. U.S.A., Trimble Navigation limited, 2001. 84 p.
4. Network Adjustment. User manual. U.S.A., Trimble Navigation limited, 2001. 113 p.

### Информация об авторах

**Кравченко Ольга Валерьевна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры лесоустройства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: gena31@mail.ru

### Information about the authors

**Kravchenko Olga Valerievna** – Ph. D. Engineering, assistant professor, assistant professor, Department of Forest Management. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gena31@mail.ru

Поступила 16.02.2015