

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ТОЧНОСТЬ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ И АВТОНОМНЫХ GPS-ИЗМЕРЕНИЙ ПОД ПОЛОГОМ ДРЕВОСТОЯ

Бусел К.Н., Денисенко А.В.

*Белорусский государственный технологический университет  
(г. Минск, Беларусь)*

### ВВЕДЕНИЕ

В п. 5.2.8 действующих Правил по отводу и таксации лесосек в лесах Республики Беларусь [1] указано, что геодезическая съемка в лесу может выполняться с использованием приемников спутникового позиционирования. В настоящее время в Беларуси отсутствует инструкция или рекомендации по проведению GPS-съемки в лесных условиях, не разработаны также и критерии или требования к точности GPS-съемки в лесу. Имеющиеся руководства пользователя и рекламные проспекты производителей GPS-приемников содержат информацию о точности позиционирования в условиях отсутствия помех радиосигналам от спутников, в то время как большинство сфер применения предполагает измерение в неблагоприятных условиях, например под пологом древостоя, в условиях холмистого рельефа либо в неблагоприятных погодных условиях. Известно, что древесный полог отрицательно сказывается на точности GPS-позиционирования из-за ослабления GPS-сигнала [2–8]. Исследования также показывают, что фактор падения точности PDOP (Position Dilution of Precision), являющийся наиболее признанным показателем геометрического расположения спутников на небесной сфере, а следовательно, и ошибки GPS-позиционирования, больше под пологом древостоя. Во многих зарубежных исследованиях показана эффективность автономной и дифференциальной GPS-съемки в лесных условиях. По исследованиям Йошимура [3] внутренняя и абсолютная точность в плане автономных GPS-измерений в лесу варьирует в пределах 2,2–6,8 м и 3,3–6,2 м, а вертикальной – 3,1–7,6 м и 1,1–7,8 м соответственно. Холдэн [7] оценил абсолютную и внутреннюю точность позиционирования под пологом древостоя и рассмотрел взаимосвязь между точностью съемки, PDOP и сомкнутостью полога. Это исследование также показало, что внутренняя и абсолютная точность DGPS-съемки увеличивается со снижением сомкнутости полога, а также, что использование PDOP в качестве единственного индикатора точности позиционирования приводит к смещенной оценке [9]. Среднеквадратическое отклонение абсолютной плановой точности DGPS-позиционирования в лесных условиях по исследованиям данного автора лежит в пределах 0,5–9,7 м. Замечено, что точность значительно увеличивается при увеличении числа наблюдений на точке [2, 4, 6]. По данным разных исследователей [9, 10], приблизительно от 60 до 300 статически полученных измерений необходимо для получения надежной точности. Все исследования показывают большую вариацию точности в зависимости от типа используемой аппаратуры [11, 12].

Наэссет [8] показал, что абсолютная точность GPS-позиционирования 6-ти канальным приемником ниже, чем 12-ти канальным, выше при комбинированном применении кодовых и фазовых измерений, чем при использовании только кодовых. Тачики [11] оценил эффективность позиционирования в динамическом режиме, сравнив абсолютные и внутренние ошибки автономного и дифференциального позиционирования двух GPS-приемников навигационного и топографического класса. Наэссет [8] рассматривал влияние таксационных характеристик древостоя на внутреннюю и абсолютную ошибку GPS-съемки и оценил факторы, влияющие на нее с использованием множественного регрессионного анализа.

В представляемом ниже исследовании, были использованы результаты полевых опытов для определения горизонтальной и вертикальной точности в лесных условиях, определены и сравнены абсолютная и внутренняя ошибки GPS-съемки, рассчитана среднеквадратическая ошибка (СКО, %) вычисления площади, прослежена ее зависимость от размера участка, метода обработки и режима съемки.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения точности GPS-позиционирования в хвойном древостое Центрального лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза был создан опытный участок прямоугольной формы размером приблизительно 250×200 м и площадью около 5 га (рисунок 1). Рельеф участка – равнинный. Полнота смешанного елово-соснового насаждения на пробном участке находится в пределах 0,8–0,9, а средний возраст – 80 лет.

Вдоль длинных сторон участка на визире через 50 м были закреплены колышками точки съемки, всего 12 штук. Точки съемочного обоснования были заложены на вблизи прилегающем поле, координаты их определены в результате быстростатической GPS-съемки с ошибкой около 4 мм приемником Trimble R3. От точек съемочного обоснования по точкам GPS-позиционирования участка тахеометром Trimble M3 был проведен ход и определены координаты вершин полигона. Абсолютная линейная невязка составила 11,9 см на ~ 1 100 м хода, т. е. относительная ошибка менее 0,0001, что указывает на ошибку определения координат вершин около 1 см.

*Получение и обработка данных спутникового позиционирования.* GPS-съемка производилась приемником Trimble R3 и Garmin GPSmap 60C. Первый из них относится к приемникам геодезического класса, а второй – навигационного. Паспортная точность первого прибора при дифференциальных кодовых наблюдениях менее 3 м с вероятностью 99,7%, а при использовании быстростатического режима – 5 мм ± 0,5 мм на каждый 1 км расстояния до базового приемника. Приемник Trimble имеет встроенную систему подавления многолучевости радиосигналов и таким образом наилучшим образом отвечает условиям лесной съемки. Ошибка прибора Garmin в автономном режиме, заявленная фирмой производителем, составляет менее 15 м с вероятностью 95%.

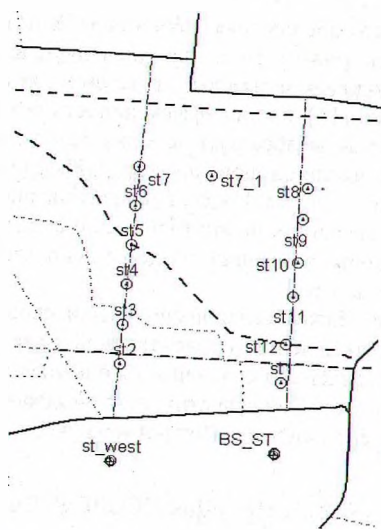


Рисунок 1. Схема расположения точек съемки

GPS-съемка производилась с использованием автономного и относительного (только Trimble) методов. При позиционировании по автономному методу на каждой точке получали 25 либо 60 отсчетов (эпох). В случае позиционирования по относительному методу были задействованы режимы быстрая статика (FS – fast static) и кинематика в постобработке (PPK – post processed kinematic). Продолжительность съемки подвижным приемником в быстростатическом режиме на точке составляла 1,5 и 3 мин, а в режиме PPK – 3 эпохи по 5 с (т. е. 15 с). Планирование эксперимента с целью определения наиболее благоприятного для съемки времени суток не осуществлялось. Рекомендуемые производителем настройки граничного значения PDOP, SNR (Signal to Noise Ratio – отношение сигнал/шум) и маски угла возвышения для приемников Trimble не изменялись и равнялись 6, 40 дБ и 15°, соответственно. Количество видимых спутников во время съемки в среднем было 5,6, а PDOP – 4,5, что указывает на удовлетворительные условия съемки. Обработка данных относительной GPS-съемки производилась с использованием программы Trimble Business Center. Корректировка относительных измерений производилась на 1 либо 2 базовые станции. Одна из них находилась на расстоянии около 80–400 м от объекта исследования, а другая – в Минске на расстоянии 60 км. Данные автономных наблюдений были переданы на ПК в текстовом формате и обработаны в MS Excel.

*Абсолютная и внутренняя точность.* Для определения ошибок позиционирования была рассчитана абсолютная и внутренняя точность. В данном исследовании под абсолютной точностью понимается отклонение выборочного среднего полученных координат от истинного положения. Абсолютная плано-

вая ошибка вычисляется исходя из соотношения 1, а высотная – по формуле 2. Внутренняя точность – это величина, показывающая, как далеко GPS-точки расположены от среднего значения координат. Внутренняя ошибка в плане рассчитывается на основании выражений 3–5, а по высоте – по формуле 6. Пояснение данных показателей представлено на рисунке 2.

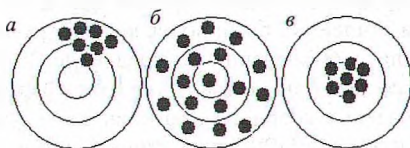


Рисунок 2. К пояснению абсолютной и внутренней точности

Центр мишени указывает истинное значение координат, а точки – значения координат, полученные в результате GPS-съемки. На рис. 2, *а* изображен случай высокой внутренней точности и низкой абсолютной точности, на рис. 2, *б* – представлен вариант высокой абсолютной и низкой внутренней точности. Случай высокой абсолютной и внутренней точности изображен на рис. 2, *в*.

Абсолютная и внутренняя точность вычисляются, исходя из следующих выражений:

$$\sigma_{H\_абс} = \sqrt{(x - x_{ист})^2 + (y - y_{ист})^2}, \quad (1)$$

$$\sigma_{V\_абс} = |z - z_{ист}|, \quad (2)$$

$$\sigma_{H\_внутр} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}, \quad (3)$$

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum_{k=1}^n (x_k - x)^2}{n-1}, \quad (4)$$

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum_{k=1}^n (y_k - y)^2}{n-1}, \quad (5)$$

$$\sigma_{V\_внутр}^2 = \frac{\sum_{k=1}^n (z_k - \bar{z})^2}{n-1}, \quad (6)$$

где  $\sigma_{H\_абс}$  и  $\sigma_{V\_абс}$  – абсолютная точность в плане и по высоте соответственно;  $x, y, z$  – среднее значение координат  $x, y$  и  $z$  соответственно;  $x_{ист}, y_{ист}, z_{ист}$  – точное значение координат  $x, y$  и  $z$  соответственно (полученные по результатам тахеометрии);  $\sigma_{H\_внутр}, \sigma_{V\_внутр}$  – внутренняя точность в плане и по высоте соответственно;  $\sigma_x, \sigma_y$  – среднеквадратическое отклонение значений координат  $x$  и  $y$  соответственно;  $x_k, y_k, z_k$  – значения координат  $x, y$  и  $z$  для  $k$ -ой эпохи

(отсчета) соответственно;  $k$  – номер эпохи;  $n$  – общее количество наблюдений на точке.

Полученные по результатам автономной GPS-съемки координаты для каждой точки были усреднены по двум вариантам: простое усреднение и усреднение с отбрасыванием точек, удаленных от среднего положения более чем на 1 СКО (фильтрация). Таким образом, при автономном позиционировании приемником Trimble R3 были получены следующие 4 варианта: простое усреднение 25 либо 60 значений и усреднение 25 либо 60 значений с фильтрованием. Поскольку при съемке прибором Garmin на каждой точке было получено 60 значений координат, то в данном случае имеем только 2 варианта. При относительном GPS-позиционировании в различных режимах получали по 1 отсчету на точке.

По координатам вершин полигона, полученных в результате спутниковой съемки, рассчитаны площади участков различной формы площадью от 0,5 до 5 га и сравнены с теоретическим значением.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

*Ошибки позиционирования.* Абсолютная и внутренняя точность в плане автономной GPS-съемки под пологом насаждения представлена в табл. 1. Большие ошибки позиционирования возникают в связи с ослаблением либо прерыванием спутникового радиосигнала при его прохождении через кроны деревьев, а также в связи с возникновением эффекта многолучевости из-за переотражения радиосигнала различными объектами, например стволами деревьев.

Таблица 1 - Абсолютная и внутренняя точность в плане автономного GPS-позиционирования под пологом древостоя, м

Приемник	Абсолютная точность			Внутренняя точность		
	размах	средняя	СКО	размах	средняя	СКО
25 эпох						
Trimble R3, M	1,1–8,2	4,1	2,0	1,2–8,6	3,6	2,4
Trimble R3, DIST	1,5–8,0	4,1	2,0	0,7–4,7	2,0	1,3
60 эпох						
Trimble R3, M	2,8–6,1	4,3	0,9	2,3–7,5	4,9	1,7
Trimble R3, DIST	2,6–5,5	4,1	0,8	1,2–3,8	2,5	0,8
Garmin GPSmap 60C, M	2,4–22,1	10,5	5,5	1,7–41,8	11,1	10,5
Garmin GPSmap 60C, DIST	1,9–17,7	8,8	5,1	0,8–9,7	4,0	2,3

Как видно из табл. 1, абсолютная плановая ошибка автономной GPS-съемки приемником Trimble лежит в пределах 1,1–8,2 м, в среднем около 4 м и близко к паспортной точности. Внутренняя точность этого же прибора при использовании автономного режима составляет 0,7–8,6 м. В то время как аб-

солотная горизонтальная ошибка позиционирования приемником Garmin варьирует в пределах 1,9–22,1 м, а внутренняя – 0,8–41,8 м. В среднем абсолютная плановая точность позиционирования прибором Garmin составляет 9,5 м и соответствует заявленной производителем. Метод усреднения с фильтрацией позволил уменьшить абсолютную горизонтальную ошибку данных Trimble на 0,2–0,6 м, Garmin на 0,5–2,4 м, а внутреннюю горизонтальную точность в среднем в 2 раза.

В табл. 2 представлена абсолютная и внутренняя вертикальная ошибка автономных GPS-измерений под кронами деревьев.

Таблица 2 - Абсолютная и внутренняя точность по высоте автономного GPS-позиционирования под пологом древостоя, м

Приемник	Абсолютная точность			Внутренняя точность		
	размах	средняя	СКО	размах	средняя	СКО
25 эпох (отсчетов)						
Trimble R3, M	5,0–35,5	12,4	8,8	2,8–18,1	8,2	5,7
Trimble R3, DIST	5,0–33,7	12,0	8,5	2,2–17,7	7,8	5,7
60 эпох (отсчетов)						
Trimble R3, M	7,3–18,7	10,4	3,3	5,5–18,6	8,9	3,7
Trimble R3, DIST	6,1–17,4	9,4	3,4	4,6–17,5	7,5	3,9
Garmin GPSmap 60C, M	1,0–31,3	13,8	10,8	2,7–66,8	16,8	17,7
Garmin GPSmap 60C, DIST	1,0–27,5	12,2	9,4	2,1–48,9	14,0	13,4

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что абсолютная вертикальная ошибка автономной GPS-съемки геодезическим приемником лежит в пределах 5,0–35,5 м, а в среднем около 11 м. Внутренняя точность по высоте этого же прибора составляет 2,2–18,6 м. Абсолютная вертикальная ошибка позиционирования приемником навигационного класса варьирует в пределах 1,0–31,3 м, а внутренняя – от 2,1 до 66,8 м. В среднем абсолютная высотная ошибка позиционирования прибором Garmin составляет 13,0 м. Метод усреднения с фильтрацией способствует увеличению абсолютной горизонтальной точности данных Trimble на 1,2–1,8 м, Garmin на 0,5–3,8 м, а внутренней вертикальной точности – в среднем на 1,5 м. Столь значительное отличие абсолютной плановой и вертикальной точности может найти свое объяснение в особенности технологии спутникового позиционирования определять плановые координаты в 2–5 раз точнее вертикальных.

Абсолютная и внутренняя ошибка в плане и по высоте относительного GPS-позиционирования в лесных условиях представлена в таблице 3.

На основании данных, представленных в табл. 3, явствует, что абсолютная плановая ошибка относительной GPS-съемки в среднем составляет от 1,4 до 3,9 м, средняя вертикальная ошибка лежит в пределах 2,6–6,4 м и значительно отличается от паспортной точности. Данный факт подтверждает

сильное влияние древесного полога на прием спутниковых радиосигналов, а значит и на точность съемки.

Таблица 3 - Абсолютная точность относительной GPS-съемки под пологом древостоя, м

Режим съемки	Точность					
	плановая			высотная		
	размах	средняя	СКО	размах	средняя	СКО
РРК, 3 эпохи по 5 с, 1 база	0,6–6,7	1,8	1,7	0,8–10,2	4,0	3,0
FS, 1,5 мин, 2 базы	0,0–3,1	1,4	0,9	2,2–8,2	4,9	1,7
FS, 3 мин, 2 базы	0,5–9,0	2,2	2,3	2,6–13,1	6,4	3,3
FS, 10 мин, 1 база	0,3–15,9	3,9	5,1	0,0–8,0	2,6	2,9

Подытоживая данные табл. 1–3 следует отметить, что средняя абсолютная горизонтальная ошибка автономного позиционирования при использовании приемника Trimble несколько меньше, чем Garmin (4,2 м против 9,7 м), как и средняя абсолютная ошибка по высоте (11,1 м против 13,0 м). Точность относительного позиционирования по нашим данным приблизительно в 2 раза точнее автономной съемки. Увеличение количества получаемых отсчетов приведет к повышению точности автономной GPS-съемки.

*Ошибка определения площади при GPS-съемке.* Точность определения площади участка, несомненно, зависит от точности GPS-позиционирования [11]. Чем выше точность съемки, тем ниже ошибка оценки площади полигона. Ошибки определения площади, как подчиняющиеся закону нормального распределения [13], целесообразно оценивать с использованием среднеквадратического отклонения (СКО), рассчитываемого по нижеследующим формулам:

$$СКО = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}}, \quad (7)$$

$$P_i = \frac{S_i - S_{true}}{S_{true}} \times 100\%, \quad (8)$$

где  $P_i$  и  $\bar{P}$  – относительное отклонение площади участка и среднее относительное отклонение площадей участков соответственно, %;  $n$  – количество участков;  $S_i$  и  $S_{true}$  – площадь участка по данным спутникового позиционирования и тахеометрической съемки соответственно,  $m^2$ ;

Зависимость СКО оценки площади участка от его величины при автономном GPS-позиционировании представлена на рис. 3.

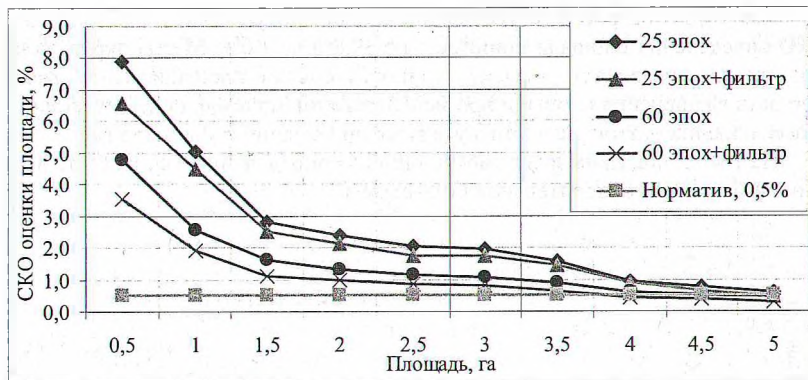


Рис. 3. Зависимость SKO оценки площади от величины участка при автономной GPS-съемке приемником Trimble

Ввиду отсутствия в «Правилах по отводу...» [1] нормативной точности определения площади при буссольной съемке, полученные значения были сравнены с аналогичным критерием Рослесхоза [14]. Нормативная ошибка определения площади аналитическим путем при буссольной съемке (при условии точности определения длин линий – 1 : 300, а горизонтальных углов – 10') составляет 0,5%.

Как показано на рис. 3, при увеличении площади участка с 0,5 га до 5 га, SKO определения площади снижается с 7,9% до 0,3%. Полученные нами данные показывают, что при округлении 60 значений с последующей их фильтрацией позволяет достигнуть нормативной точности при площади участка более 4 га.

На рис. 4 показана зависимость ошибки определения площади от величины участка при GPS-съемке приемником Garmin.

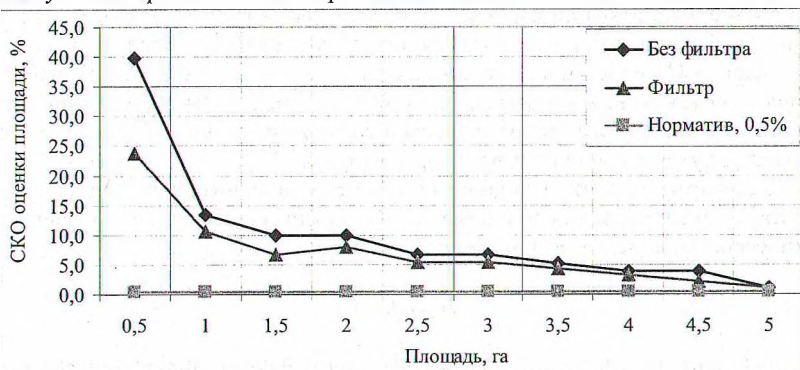


Рис. 4. Зависимость SKO оценки площади от величины участка при автономной GPS-съемке приемником Garmin



Как видно на рис. 4, с увеличением площади участка от 0,5 га до 5 га, СКО определения площади понижается с 39,8% до 1,0%. Метод округление с фильтрацией позволяет повысить точность оценки площади. Нормативная точность вычисления площади при использовании приемника навигационного класса в наших опытах не достигнута даже при величине участка 5 га.

На рис. 5 показана зависимость ошибки определения площади от величины участка при относительной GPS-съемке.

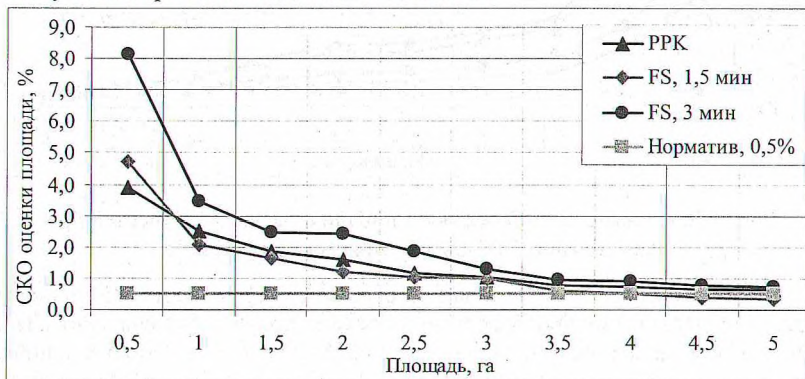


Рис. 5. Зависимость СКО оценки площади от величины участка при относительной GPS-съемке приемником Trimble

При увеличении площади участка с 0,5 га до 5 га, СКО определения площади снижается с 8,1% до 0,4%. Нормативная ошибка оценки площади при использовании относительных наблюдений превышена нами при величине участков менее 4,0–5,0 га в зависимости от режима измерений.

Следует отметить, что нормативную точность определения площади на практике использовать сложно, так как данный показатель определяется путем сравнения с результатами съемки классическими геодезическими приборами. Требования к точности буссольного хода (линейная и угловая невязки), указанные в [1] использовать неправомерно, так как по результатам наблюдения за спутниковым созвездием приемник вычисляет значения координат, а длины линий и горизонтальные углы в свою очередь могут быть получены косвенно, путем расчета по известным формулам [13].

В качестве показателя точности и надежности данных, получаемых в результате спутникового позиционирования, можно использовать среднеквадратическое отклонение, вычисляемое из соотношения 3.

## ВЫВОДЫ

1) Полученная нами средняя абсолютная плановая ошибка автономных GPS-измерений составляет 4,0 м и 9,5 м, а вертикальная – 11,0 м и 13,0 м для приемников Trimble и Garmin, соответственно, и близка к паспортной точно-

сти. Средняя абсолютная ошибка в плане относительных GPS-измерений составляет 2,6 м, а вертикальная – 4,5 м и значительно отличается от точности заявленной фирмой изготовителем.

2) Ошибка оценки площади при GPS-измерениях в автономном режиме приемником Trimble составляет от 7,9 до 0,3% для участков площадью от 0,5 до 5 га соответственно, что в лучшем случае на 0,2% выше нормативной. СКО оценки площади по результатам съемки прибором Garmin превышает нормативную и составляет от 40% до 1% для площади от 0,5 га до 5 га, соответственно. Нормативная точность оценки площади при использовании относительных наблюдений достигнута нами при величине участков более 4,0–5,0 га в зависимости от режима измерений.

3) Относительная ошибка оценки площади участка при GPS-съемке зависит от его величины, формы и абсолютной точности определения координат вершин (режима съемки и метода обработки).

Дальнейшие пути повышения абсолютной и внутренней точности при GPS-съемке: а) получение и округление большего количества автономных наблюдений [2, 8, 9]; б) использование специальных алгоритмов осреднения автономных данных и протоколов съемки [2, 6]; в) применение относительных измерений; д) планирование времени проведения съемки.

К наиболее простым методам повышения точности GPS-измерений в лесных условиях можно отнести указанные в первых двух пунктах. Применение относительных измерений несколько сложнее, так как предполагает обработку собранных данных специальным программным обеспечением, а также наличие персонала соответствующей квалификации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Правила по отводу и таксации лесосек в лесах Республики Беларусь: ТКП 060-2006 (02080). – Введ. 29.12.06. – Минск: Минлесхоз, 2006. – 66 с.
2. Piedallu, C. Effects of forest environment and survey protocol on GPS accuracy / C. Piedallu, J. Gegout // Photogramm. Eng. Rem. Sens. – 2005 – Vol. 9. – P. 1071–1078.
3. Yoshimura, T. Comparing the precision and accuracy of GPS positioning in forested areas / T. Yoshimura, H. Hasegawa // J. For. Res. – 2003 – Vol. 8. – P. 147–152.
4. Deckert, C. Forest canopy, terrain, and distance effects on global positioning system point accuracy / C. Deckert, P. V. Bolstad // Photogramm. Eng. Rem. Sens. – 1996 – Vol. 3. – P. 317–321.
5. Liu, C.J. Using differential GPS for forest traverse surveys / C. J. Liu, R. Brantigan // Can. J. For. Res. – 1995 – Vol. 11. – P. 1795–1805.
6. Naesset, E. Assessing point accuracy of DGPS under forest canopy before data acquisition, in the field and after postprocessing / E. Naesset, T. Jonmeister // Scand. J. Forest. Res. – 2002 – Vol. 4. – P. 351–358.
7. Holden, N.M. A method for relating GPS performance to forest canopy cover / N. M. Holden [et al.] // Int. J. For. Eng. – 2000 – Vol. 2. – P. 51–56.

8. Naeset, E. Point accuracy of combined pseudorange and carrier phase differential GPS under forest canopy / E. Naeset // *Can. J. For. Res.* – 1999. – Vol. 29. – P. 547–553.

9. Sigrist, P. Impact of forest canopy on quality and accuracy of GPS measurements / P. Sigrist, P. Coppin, M. Hermy // *Int. J. Rem. Sens.* – 1999 – Vol. 18. – P. 3595–3610.

10 Sawaguchi, I. Positioning precision and sampling number of DGPS under forest canopies / I. Sawaguchi [et al.] // *J. For. Res.* – 2003 – Vol. 8. – P. 133–137.

11. Tachiki, Y. Effects of polyline simplification of dynamic GPS data under forest canopy on area and perimeter estimations / Y. Tachiki [et al.] // *J. For. Res.* – 2005. – Vol. 10. – P. 419–427.

12. Wing, M.G. Consumer-grade Global Positioning System (GPS) accuracy and reliability / M.G. Wing, A. Eklund, L. D. Kellogg // *J. For.* – 2005. – Vol. 4. – P. 169–173.

13. Инженерная геодезия: учеб. пособие для вузов / Е. Б. Ключин [и др.]; под общ. ред. Д. Ш. Михелева. – 4-е изд. – М.: Академия, 2004. – 480 с.

14. Приказ Рослесхоза от 22.09.1999 N 186 об утверждении отраслевого стандарта ОСТ 56–109–99 «Работы геодезические. Таксация и лесоустройство. Лесохозяйственное производство. Нормы точности. Методы выполнения измерений» // Федеральная служба лесного хозяйства России. [Электронный ресурс]. – 1999. – Режим доступа: <http://infopravo.by.ru/fed1999/ch03/akt15131.shtm> – Дата доступа: 24.02.2009.

---

УДК 630\*905.2

## ИЗМЕНЕНИЯ, ПРОИЗОШЕДШИЕ В ЛЕСНОМ ФОНДЕ БЕЛАРУСИ ЗА ПЕРИОД 2001 – 2006 ГОДЫ

**Довжик С.В., Бокова В.А.**

*Институт леса НАН Беларуси (г. Гомель, Беларусь)*

### ВВЕДЕНИЕ

Лес – один из важнейших компонентов биосферы, источник лесных ресурсов и полезных многообразных свойств и незаменимый помощник в деле охраны окружающей среды и основной источник сырьевых ресурсов для строительства и производства товаров народного потребления. Леса являются источником удовлетворения потребностей республики в древесине и другой лесной продукции, оказывают благоприятное влияние на климат, атмосферу, гидрологический режим рек и других водных объектов, предохраняют почву от ветровой и водной эрозии, имеют ряд других полезных природных свойств [1]. Древесина и не древесное сырье, получаемое из лесов, и его прямая связь с обрабатывающими отраслями являются существенными факто-