

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Автопрогресс-М»



А.С. Никитин

«22» января 2020 г.

Аппаратура геодезическая спутниковая TOPCON Hyper VR, SOKKIA GRX3

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП АПМ 01-20

г. Москва,
2020 г.

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру геодезическую спутниковую TOPCON Hyper VR, SOKKIA GRX3 (далее – аппаратура), производства ООО «НПП Измерительные электронные приборы», 107023, Москва, ул. Семеновская., 9 стр.8 и устанавливает методику ее первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

№ п/п	Наименование операции	№ пункта документа по поверке	Проведение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2	Опробование, проверка работоспособности функциональных режимов, идентификация программного обеспечения	7.2	Да	Да
3	Определение метрологических характеристик	7.3	-	-
3.1	Определение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режиме «Статика» и «Быстрая статика»	7.3.1	Да	Да
3.2	Определение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режимах «Кинематика» и «Кинематика в реальном времени (RTK)»	7.3.2	Да	Да
3.3	Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей определения координат в режиме «Автономный»	7.3.3	Да	Да
3.4	Определение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности измерений в режиме «Дифференциальные кодовые измерения DGPS)»	7.3.4	Да	Да

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяются эталоны и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2

Таблица 2 – средства поверки

№ пункта документа по поверке	Наименование эталонов, вспомогательных средств поверки и их основные метрологические и технические характеристики
7.3.1, 7.3.2, 7.3.4	Фазовый светодальномер (тахеометр) или эталонный базисный комплекс 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. №2831 Рулетка измерительная металлическая УМЗМ (рег. № 67910-17)
7.3.3	Имитатор сигналов СН-3803М, Госреестр № 54309-13, пределы среднего квадратического отклонения случайной составляющей основной погрешности формирования беззапросной дальности до спутников глобальных навигационных систем ГЛОНАСС и GPS: - по фазе дальномерного кода 0,1 м, - по фазе несущей частоты 0,001 м.

или рабочий эталон координат местоположения, предел допускаемой погрешности хранения абсолютных координат не более 0,02 м

2.2 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с точностью, удовлетворяющей требованиям настоящей методики поверки.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на аппаратуру, имеющие достаточные знания и опыт работы с ней.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки, меры безопасности соответствуют требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на аппаратуру и поверочное оборудование, правилам по технике безопасности, действующим на месте проведения поверки, а также правилам по технике безопасности при производстве топографо-геодезических работ ПТБ-88 (Утверждены коллегией ГУГК при СМ СССР 09.02.1989 г., № 2/21).

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:
- температура окружающей среды, °С от -40 до +65.

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на эталонные средства измерений;
- аппаратуру и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- установить аппаратуру на специальных основаниях (фундаментах) или штативах, не подвергающихся механическим (вибрация, деформация, сдвиги) и температурным воздействиям.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре установить соответствие аппаратуры следующим требованиям:

- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики аппаратуры;
- наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации на аппаратуры.

7.2 Опробование, проверка работоспособности функциональных режимов, идентификация программного обеспечения

7.2.1 При опробовании устанавливают соответствие аппаратуры следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов аппаратуры;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов.

7.2.2 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) проводить следующим образом:

- для идентификации ПО «MAGNET Field», установленного на контроллер, следует запустить ПО, в главном экране нажать клавишу с символом «М», а затем из открывшегося меню выбрать пункт «О программе», после чего номер версии отобразится в открывшемся в окне;
- для идентификации ПО «GeoPro Field», установленного на контроллер, следует запустить ПО, в главном экране нажать клавишу с названием ПО, а затем из открывшегося меню выбрать пункт «О программе», после чего номер версии отобразится в открывшемся в окне;
- для идентификации микропрограммного обеспечения Topcon Receiver Utility (далее - TRU), установленного на ПК, необходимо запустить ПО, в главном экране выбрать вкладку «Справка», затем выбрать пункт «О программе», после чего номер версии отобразится в открывшемся в окне;
- для идентификации микропрограммного обеспечения Sokkia Receiver Utility (далее - SRU), установленного на ПК, необходимо запустить ПО, в главном экране выбрать вкладку «Справка», затем выбрать пункт «О программе», после чего номер версии отобразится в открывшемся в окне;
- для идентификации ПО «MAGNET Construct», установленного на контроллер, следует запустить ПО, в главном экране нажать клавишу с символом «М», а затем из открывшегося меню выбрать пункт «Настроить», после чего в появившемся списке выбрать пункт «О программе», после чего номер версии отобразится в открывшемся в окне;
- для идентификации микропрограммного обеспечения «Hiper VR_Firmware», «GRX3_Firmware» установленного в аппаратуру, необходимо соединиться с приемником через ПО TRU, либо ПО SRU, открыть меню «Информация», после чего в открывшемся окне отобразится текущий номер версии МПО;
- для идентификации ПО «MAGNET Tools», установленного на ПК, необходимо запустить ПО, в главном экране выбрать вкладку «Справка», затем выбрать пункт «О программе». Наименование ПО должно соответствовать данным приведенным в таблице 3. Номер версии ПО должен быть не ниже номера версии ПО, приведенного в таблице 3.

Таблица 3 Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационное наименование ПО	<u>Hiper VR Firmware</u>	<u>GRX3 Firmware</u>	<u>MAGNET Tools</u>	<u>MAGNET Field</u>	<u>MAGNET Construct</u>	<u>Topcon Receiver Utility</u>	<u>Sokkia Receiver Utility</u>	GeoPro Field
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	5.3	5.3	5	5	3	3.4	3.4	3
Цифровой идентификатор ПО	26C28264	26C28264	B0B67D1E	A0D3EAC1	E4569143	80E02A10	80E02A10	1918F924
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32							

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режиме «Статика» и «Быстрая статика»

7.3.1.1 Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса в режимах «Статика», «Быстрая статика» определяются путем многократных измерений (не менее 5) двух контрольных длин базиса, действительные значения которых расположены в диапазоне от 0 до 30 км и определены фазовым светодальномером (тахеометром), 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. №2831.

7.3.1.1.1 Установить поверяемую аппаратуру над центрами пунктов базиса и привести ее спутниковые антенны к горизонтальной плоскости.

7.3.1.1.2 Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

7.3.1.1.3 Включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно требованиям руководства по эксплуатации.

7.3.1.1.4 Убедиться в правильности функционирования и отсутствии помех приему сигнала со спутников.

7.3.1.1.5 Провести измерения на поверяемой аппаратуре при условиях, указанных в таблице 4 настоящей методики.

7.3.1.1.6 Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации и провести обработку данных с использованием штатного ПО к аппаратуре.

7.3.1.1.7 Ещё раз измерить эталонным тахеометром длину базиса. При корректной работе, результат измерений не отличается от значения L_{j_0} , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру. В случае если измеренная длина базиса отличается от значения L_{j_0} , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру, повторить съёмку аппаратурой заново.

7.3.1.1.8 Абсолютная погрешность измерений каждой длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) определяется как сумма систематической и случайной погрешностей по формуле:

$$\Delta L_j = \left(\frac{\sum_{i=1}^n L_{j_i}}{n_j} - L_{j_0} \right) \pm 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(L_{j_i} - \frac{\sum_{i=1}^n L_{j_i}}{n_j} \right)^2}{n_j - 1}},$$

где ΔL_j – погрешность измерений j длины базиса в плане/по высоте, мм;

L_{j_0} – эталонное значение j длины базиса в плане/по высоте, мм;

L_{j_i} – измеренное поверяемой аппаратурой значение j длины базиса i измерением в плане/по высоте, мм;

n_j – число измерений j длины базиса.

7.3.1.1.9 Средняя квадратическая погрешность измерений каждой длины базиса определяется по формуле:

$$m_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_{j_i} - L_{j_0})^2}{n_j}},$$

где m_j – средняя квадратическая погрешность измерений j длины базиса.

7.3.1.2 При положительных результатах, значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений для каждой длины базиса в режимах «Статика», «Быстрая статика» соответствуют значениям, приведенным в Приложении А к настоящей методике поверки.

7.3.2 Определение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режимах «Кинематика» и «Кинематика в реальном времени (RTK)»

7.3.2.1 Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)» определяются не менее чем 10-и кратным измерением контрольной длины базиса, действительное значения которой расположено в диапазоне от 0 до 30 км и определено фазовым светодальнометром (тахеометром),

2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. №2831.

7.3.2.1.1 Установить поверяемую аппаратуру над центрами пунктов базиса и привести ее спутниковые антенны к горизонтальной плоскости.

7.3.2.1.2 Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

7.3.2.1.3 Включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно требования руководства по эксплуатации.

7.3.2.1.4 Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

7.3.2.1.5 Убедиться в правильности функционирования и отсутствии помех приему сигнала со спутников.

7.3.2.1.6 Провести измерения на поверяемой аппаратуре при условиях, указанных в таблице 4 настоящей методики.

7.3.2.1.7 Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

7.3.2.1.8 Ещё раз измерить эталонным тахеометром длину базиса. При корректной работе, результат измерений не отличается от значения L_0 , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную эталонном тахеометру. В случае если измеренная длина базиса отличается от значения L_0 , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную эталонном тахеометру, повторить съёмку аппаратурой заново.

7.3.2.1.9 Абсолютная погрешность измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) определяется как сумма систематической и случайной погрешностей по формуле:

$$\Delta L = \left(\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} - L_0 \right) \pm 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(L_i - \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \right)^2}{n - 1}},$$

где ΔL – погрешность измерений длины базиса в плане/по высоте, мм;

L_0 – эталонное значение длины базиса в плане/по высоте, мм;

L_i – измеренное аппаратурой значение длины базиса i измерением в плане/по высоте, мм;

n – число измерений длины базиса.

7.3.2.1.10 Средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса определяется по формуле:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L_0)^2}{n}},$$

где m – средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса.

7.3.2.2 При положительных результатах, значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режимах «Кинематика», «Кинематика в реальном времени (RTK)» должны соответствовать значениям, приведенным в Приложении А к настоящей методике поверки.

7.3.3 Определение абсолютной и средней квадратической погрешностей определения координат в режиме «Автономный»

7.3.3.1 Абсолютная и средняя квадратическая погрешности определения координат в режиме «Автономный» определяются с помощью имитатора сигналов космических навигационных систем ГЛОНАСС/GPS. Измерения следует выполнять в соответствии с руководством по эксплуатации при моделировании имитатором сигналов условий (сценария) неподвижности аппаратуры.

7.3.3.1.1 Собрать схему измерений с имитатором сигналов в соответствии с рисунком 1:

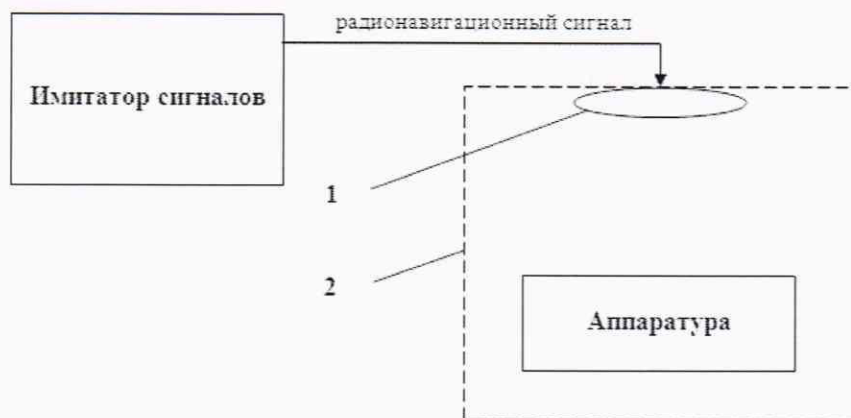


Рисунок 1 – Схема измерений

1 – переизлучающая антенна;

2 – экранированная камера (из состава имитатора сигналов)

7.3.3.1.2 Составить сценарий имитации с параметрами, приведенными в таблице 4.

7.3.3.1.3 Отслеживать значение геометрического фактора PDOP (не должно превышать

4).

Таблица 4

Наименование параметра имитации	Значение параметра имитации
Формируемые спутниковые навигационные сигналы	ГЛОНАСС и GPS (код C/A без SA)
Продолжительность	120 мин.
Количество каналов:	
ГЛОНАСС	8
GPS	8
Параметры среды распространения навигационных сигналов:	
тропосфера	отсутствует
ионосфера	присутствует
Координаты в системе координат WGS-84:	
- широта	60°00'000000 N
- долгота	030°00'000000 E
- высота, м	100,00
- высота геоида, м	18,00

7.3.3.1.4 Запустить сценарий имитации.

7.3.3.1.5 Включить образцы аппаратуры и настроить их на сбор данных (измерений) в режиме «Автономный» согласно требованиям руководства по эксплуатации. Настроить образцы аппаратуры на выдачу результатов измерений в протоколе NMEA. Осуществить запись измерений в формате NMEA сообщений с частотой 1 Гц в течение 120 минут, при условиях, указанных в таблице 5.

7.3.3.1.6 Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

7.3.3.1.7 Провести постобработку собранных данных с помощью прикладного ПО на ПК.

7.3.3.1.8 Абсолютная погрешность измерения вычисляется как сумма систематической и случайной погрешности по выражению:

$$\Delta_{X,Y,H} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n S_{iX,Y,H}}{n_{X,Y,H}} - S_{0X,Y,H} \right) \pm 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_{iX,Y,H} - \frac{\sum_{i=1}^n S_{iX,Y,H}}{n_{X,Y,H}})^2}{n-1}}$$

где $\Delta_{X,Y,H}$ - погрешность измерений координат X, Y, H, мм;

$S_{0X,Y,H}$ - эталонные значения координат X, Y, H задаваемые имитатором сигналов, мм;

$S_{iX,Y,H}$ - измеренные аппаратурой значения координат X, Y, H, мм;

$n_{X,Y,H}$ - число измерений координат X, Y, H.

Примечание.

X, Y - прямоугольные координаты, полученные преобразованием сферических координат (широта, долгота,) по алгоритму ГОСТ Р 51794-2001 «Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек»

7.3.3.2 При положительных результатах, значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений координат в режиме «Автономный» соответствуют значениям, приведенным в Приложении А к настоящей методике поверки.

7.3.4 Определение абсолютной погрешности и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»

7.3.4.1 Абсолютная и средняя квадратическая погрешности измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)» определяется не менее чем 10-кратным измерением контрольной длины базиса, действительное значения которой расположено в диапазоне от 0 до 30 км и определено фазовым светодальнометром (тахеометром), 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утверждённой Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. №2831.

7.3.4.1.1 Установить поверяемую аппаратуру над центрами пунктов базиса и привести ее спутниковые антенны к горизонтальной плоскости.

7.3.4.1.2 Измерить высоту установки антенн аппаратуры с помощью рулетки.

7.3.4.1.3 Включить аппаратуру и настроить ее на сбор данных (измерений) в соответствующем режиме измерений согласно требованиям руководства по эксплуатации.

7.3.4.1.4 Убедиться в правильности функционирования и отсутствии помех приему сигнала со спутников.

7.3.4.1.5 Провести измерения на поверяемой аппаратуре при условиях, указанных в таблице 5 настоящей методики.

7.3.4.1.6 Выключить аппаратуру согласно требованиям руководства по эксплуатации.

7.3.4.1.7 Ещё раз измерить эталонным тахеометром длину базиса. Результат измерений не должен отличаться от значения L_0 , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру. В случае если измеренная длина базиса отличается от значения L_0 , полученного до начала съёмки аппаратурой, более чем на величину погрешности, приписанную эталонному тахеометру, повторить съёмку аппаратурой заново.

7.3.4.1.8 Абсолютная погрешность измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) определяется как сумма систематической и случайной погрешностей по формуле:

$$\Delta L = \left(\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} - L_0 \right) \pm 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(L_i - \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \right)^2}{n - 1}}$$

где ΔL – погрешность измерений длины базиса в плане/по высоте, мм;

L_0 – эталонное значение длины базиса в плане/по высоте, мм;

L_i – измеренное аппаратурой значение длины базиса i измерением в плане/по высоте, мм;

n – число измерений длины базиса.

7.3.4.1.9 Средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса определяется по формуле:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - L_0)^2}{n}}$$

7.3.4.2 При положительных результатах, значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и средней квадратической погрешности измерений длины базиса в режиме «Дифференциальные кодовые измерения (dGPS)» соответствуют значениям, приведенным в Приложении А к настоящей методике поверки.

Таблица 5

Режим измерений	Кол-во спутников, шт.	Время измерений, мин	Интервал между эпохами, с.
«Быстрая статика»	≥ 6	от 10 до 15	1
«Статика»		от 30 до 60	
«Кинематика»		от 1 до 1,5	
«Кинематика в реальном времени (RTK)»		от 0,05 до 0,20	
«Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)»			
«Автономный»		120	

Поверка проводится при устойчивом закреплении поверяемой аппаратуры, открытом небосводе, отсутствии электромагнитных помех и многолучевого распространения сигнала спутников, а также при хорошей конфигурации спутниковых группировок.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту раздела 7 настоящей методики поверки.

8.2 При положительных результатах поверки, аппаратура признается годной к применению и на нее выдается свидетельство о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки и (или) поверительного клейма.

8.3 При отрицательных результатах поверки, аппаратура признается непригодной к применению и на нее выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Руководитель отдела
ООО «Автопрогресс – М»



К.А. Ревин

Приложение А
(Обязательное)

Метрологические характеристики

Таблица А.1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений длины базиса, м	от 0 до 30 000
Границы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины базиса (при доверительной вероятности 0,95) в режиме - «Статика» и «Быстрая статика», мм: - в плане - по высоте - «Кинематика» и «Кинематика в реальном времени (RTK)» - в плане - по высоте - «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)», мм: - в плане - по высоте	$\pm 2 \cdot (3,0 + 0,4 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot (10,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ $\pm 2 \cdot 250$ $\pm 2 \cdot 500$, где D – измеряемое расстояние в мм
Допускаемая средняя квадратическая погрешность измерений длины базиса в режиме - «Статика» и «Быстрая статика», мм: - в плане - по высоте - «Кинематика» и «Кинематика в реальном времени (RTK)» - в плане - по высоте - «Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)», мм: - в плане - по высоте	$3,0 + 0,4 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $5,0 + 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot D$ $10,0 + 0,8 \cdot 10^{-6} \cdot D$ 250 500 , где D – измеряемое расстояние в мм
Границы допускаемой абсолютной погрешности определения координат (при доверительной вероятности 0,95) в режиме «Автономный», мм: - в плане - по высоте	± 2400 ± 3600
Допускаемая средняя квадратическая погрешность определения координат в режиме «Автономный», мм: - в плане - по высоте	1200 1800