

582
УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ "Воентест"
32 ГНИИ МО РФ



В.Н. Храменков

« » 2003 г.

ИНСТРУКЦИЯ

КОМПЛЕКС НАВИГАЦИОННО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ПОДВИЖНЫЙ ПНГК-1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Мытищи, 2003 г.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на комплекс навигационно-геодезический подвижный ПНГК-1 (далее – комплекс) и устанавливает методы и средства его первичной, периодической поверок, проводимых в соответствии с Правилами по метрологии Госстандарта ПР 50.2.006 "ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений".

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 Перед проведением поверки комплекса проводится внешний осмотр и операция подготовки его к работе.

2.2 Метрологические характеристики комплекса, подлежащие проверке, и операции поверки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование операции		Номер пункта методики	Обязательность поверки параметров		
			первичная поверка		периодическая поверка
			при выпуске	после ремонта	
1 Внешний осмотр		8.1	да	да	да
2 Опробование		8.2	да	да	да
3 Определение (контроль) метрологических характеристик.		8.3			
3.1 Определение погрешности определения плановых координат и высоты местоположения в движении и на остановках (с доверительной вероятностью 0,67).		8.3.1	да	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны, средства измерений и вспомогательное оборудование, приведены в табл. 2.

Вместо указанных в табл. 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

3.2 Все средства поверки должны быть исправны, иметь сертификат об утверждении типа, поверены в соответствии с ПР 50.2.009-94. Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с ГОСТ Р 8.568-97, иметь аттестат, отметку в паспорте о проведении периодической (первичной) аттестации и бирку с указанием даты ее проведения.

Таблица 2

Наименование средств поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)
	Пределы измерения	Погрешность	
Комплект геодезической аппаратуры КНС ГЛОНАСС/GPS	Измерение длин базисных линий, определение координат.	Предел допускаемой погрешности измерения длин базисных линий не более $\pm(10 \text{ мм} + 2 \text{ мм/км})$.	ГЕО-161

Примечание: Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства измерений, обеспечивающие необходимую точность и диапазоны измерений.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Поверка должна осуществляться лицами, аттестованными в качестве поверителей в порядке, установленном в ПР 50.2.012-94.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$ от 10 до 50;
относительная влажность воздуха при температуре 25°C , не более.....98;
атмосферное давление, кПа (мм.рт.ст)..... от 60 до 106 (от 450 до 795 мм рт.ст.);
питание от сети постоянного тока (аккумуляторных батарей) напряжением, В..... 12^{+2}_{-1} .

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого комплекса и используемых средств поверки и вспомогательного оборудования.

7.2 Перед проведением поверки необходимо подготовить маршрут движения транспортного средства, протяженностью 40-50 км, проложенный между двумя точками, одна из которых является начальным пунктом маршрута (НПМ), другая – конечным пунктом маршрута (КПМ). Маршрут должен иметь не менее 10 контрольных точек маршрута (КТМ), значение координат и высоты которых должны быть известны с предельной погрешностью измерения приращений координат и высоты (при доверительной вероятности 0,95) не более 0,1 метра.

Для нахождения значений координат и высоты КТМ необходимо использовать комплект геодезической аппаратуры КНС ГЛОНАСС/GPS ГЕО-161, в состав которого входят два приемника сигналов КНС ГЛОНАСС/GPS.

Один из приемников (ПРМ-1) установить на пункте государственной геодезической сети, координаты и высота которого выбираются из каталога координат геодезических пунктов. Этот пункт при проведении испытаний является базовым (БАЗА). Включить ПРМ-1 и производить запись измерительной информации во внутреннюю флэш-память.

Другой приемник (ПРМ-2) установить на НПМ и провести измерения с записью во флэш-память в течение не менее 5 мин. После проведения измерений на НПМ ПРМ-2 выключить и переместить с помощью транспортного средства на 1-ую КТМ, координаты и высоту которой необходимо определить. Место нахождения КТМ необходимо выбирать на обочине дороги, вдоль которой пролегает маршрут транспортного средства. После проведения измерений на КТМ-1 ПРМ-2 выключить и переместить на 2-ую КТМ. Следить за тем, чтобы время измерения ПРМ-2 на каждой КТМ было не менее 5 мин. КТМ обозначать на местности металлическими штырями с опознавательной металлической пластиной с номером КТМ (например, КТМ-1).

По прибытии в КПМ и измерения координат и высоты точки КПМ выключить ПРМ-2. Перенести измерительную информацию из ПРМ-1 и из ПРМ-2 в компьютер.

Провести обработку измерительной информации с помощью программного пакета BL-G1 for Windows. После проведения обработки известны координаты и высота пункта БАЗА, на котором устанавливался ПРМ-1 (X^1, Y^1, H^1) и координаты и высоты КТМ, в которых проводились измерения с помощью ПРМ-2 (X_i^2, Y_i^2, H_i^2), где i – номер КТМ.

Найти абсолютную разность значений координат и высоты пункта БАЗА, полученных путем измерения с помощью комплекта геодезической аппаратуры КНС ГЛОНАСС/GPS ГЕО-161 (X^1, Y^1, H^1), и значений координат и высоты, соответствующих данному пункту в каталоге координат геодезических пунктов ($X_{ист}, Y_{ист}, H_{ист}$), $\Delta X, \Delta Y, \Delta H$.

$$\Delta X = X^1 - X_{ист},$$

$$\Delta Y = Y^1 - Y_{ист},$$

$$\Delta H = H^1 - H_{ист}.$$

Использовать найденные абсолютные разности значений координат и высоты для коррекции значений плановых координат и высоты каждой КТМ.

$$X_i = X_i^2 - \Delta X,$$

$$Y_i = Y_i^2 - \Delta Y,$$

$$H_i = H_i^2 - \Delta H,$$

где i – номер КТМ.

Использовать найденные таким образом значения плановых координат и высоты КТМ (X_i, Y_i, H_i) в качестве действительных (контрольных).

7.3 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого комплекса для проведения поверки (наличие шнуров питания, измерительных шнуров и пр.);
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки и испытательного оборудования.

7.4 Перед проведением поверки подготовьте к работе комплекс в следующей последовательности.

7.4.1 Провести монтаж комплекса на транспортном средстве в соответствии с монтажным чертежом СЯПИ.462419.001 МЧ. Провести соединения изделий комплекса между собой в соответствии со схемой СЯПИ.462419.001 ЭБ. Провести контроль степени заряда аккумуляторных батарей. Степень заряда аккумуляторных батарей должна составлять не менее 75 %. При необходимости осуществить зарядку аккумуляторных батарей от сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц с помощью входящего в состав комплекса зарядного устройства.

7.4.2 Установить один из входящих в состав комплекса геодезический спутниковый приемник сигналов КНС ГЛОНАСС/GPS (автономный спутниковый приемник – АСП) на пункте БАЗА. Антенну АСП разместить на штативе над точкой с известными координатами и высотой, так чтобы обеспечить возможность приема радиосигналов космических аппаратов спутниковых навигационных сигналов КНС ГЛОНАСС/GPS из

любой точки верхней полусферы, начиная с угла в 10°.

7.4.3 Установить транспортное средство на НПМ, передним правым колесом наезжая на точку с известными координатами с погрешностью 0,1 метра.

8. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

Произведите внешний осмотр аппаратуры, входящей в состав комплекса, убедитесь в отсутствии внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на его работоспособность.

При проведении внешнего осмотра проверяется:

- сохранность пломб;
- чистота и исправность разъемов и гнезд;
- отсутствие механических повреждений аппаратуры, входящей в состав комплекса;
- надежность сочленения разъемных и контактных узлов;
- качество соединения на корпус изделий комплекса;
- сохранность органов управления.

Комплекс, имеющий дефекты (механические повреждения), бракуется и направляется в ремонт.

8.2 Опробование

8.2.1 Подключить источник питания (аккумуляторная батарея) к разъему питания АСП. Включить АСП нажатием кнопки с изображением буквы «I» (на примере приемника Legacy-E). После включения приемника загорается индикаторный светодиод состояния приемника «STAT».

Вспышки красного цвета говорят о том, что приемник находится в режиме поиска спутниковых сигналов. Вспышки зеленого цвета говорят о том, что отслеживаются сигналы КНС GPS. Число зеленых вспышек после красной говорит о числе отслеживаемых спутников КНС GPS. Вспышки желто-оранжевого цвета соответственно говорят о числе отслеживаемых спутников КНС ГЛОНАСС.

Дождаться количества отслеживаемых спутников не менее четырех и включить режим записи измерений во внутреннюю память приемника нажатием и удержанием кнопки с маркировкой «FN» до тех пор, пока не загорится индикаторный светодиод записи измерений «REC». Зеленый свет указывает на то, что запись происходит успешно. Прием и запись измерительной информации от спутников выполняется непрерывно в течение всего времени работы комплекса на маршруте.

8.2.2 Произвести подачу питающих напряжений от аккумуляторных батарей в кузов транспортного средства, для чего на блоке коммутации установить тумблеры в положение ВКЛ. Произвести подачу электропитания на входные клеммы изделий, входящих в состав комплекса, для чего на блоке включения питания установить тумблеры в положение ВКЛ., при этом над каждым из них загорается светодиод красного цвета.

8.2.3 Включить специализированное вычислительное устройство (СВУ) – компьютер Note Pac. Запустить программу GEO для чего в командной строке MS DOS ввести символы: > geo_d.exe geo.ini.

8.2.4 Включить второй из входящих в состав комплекса геодезический спутниковый приемник сигналов КНС ГЛОНАСС/GPS (транспортируемый спутниковый приемник – ТСП) и установить его в режим записи согласно п.8.2.1.

8.2.5 Включить инерциальную систему, для чего на пульте включения И-42-1СМ включить тумблер S₃ (режим 1), тумблер S₄ (режим 2), тумблер S₅ в положение 3 (земля), тумблер S₂ (обдув), тумблер S₁. Провести инициализацию инерциальной навигационной системы (ИНС), для чего нажать кнопку F3, в окне «Ввод начальных данных ИНС»

поставить отметку в поле «Показания СНС» и в поле «АВК» и нажать Ok. На пульте включения И-42-1СМ загорается лампочка красного цвета «Выставка».

8.2.6 По окончании режима «Выставка» ИНС переходит в режим «Навигация», о чем свидетельствует соответствующая надпись в поле «Состояние систем. ИНС» в окне «Подвижный Навигационный Геодезический Комплекс». В поле «Навигационные данные. Текущие» высвечиваются текущие координаты, курс и скорость транспортного средства. При наличии более четырех отслеживаемых спутников в поле «Состояние систем. СНС» появляется надпись «Навигация», а в полях «ГЛОНАСС» и «GPS» количеством точек отображается соответствующее количество отслеживаемых спутников КНС ГЛОНАСС и КНС GPS.

8.2.7 При невыполнении требований п.п. 8.2.1, 8.2.6 комплекс бракуется и отправляется в ремонт либо для проведения настройки.

8.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

8.3.1 *Определение погрешности определения плановых координат и высоты местоположения в движении и на остановках (с доверительной вероятностью 0,67)*

8.3.1.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с п.п. 7.3.1-7.3.3 и выполнить операции в соответствии с п.п. 8.2.1-8.2.5.

8.3.1.2 После выхода ИНС в режим навигации и начала отсчета времени в режиме «Движение» на НПМ (на стоянке, двигатель машины заглушен) нажать на клавишу «пробел», что свидетельствует о фиксировании 1-ой точки алгоритма компенсации ошибок ИНС в реальном времени (метод ZUPT остановок) – 1-ая точка ZUPT. При этом синий цвет цифр на голубом фоне в строке «Время в режиме» меняется на белый цвет на коричневом фоне, а в правом нижнем углу окна программы загорается транспарант СТОП на коричневом фоне. Через 20 сек. транспарант СТОП меняется на транспарант ВПЕРЕД на зеленом фоне.

8.3.1.3 Повторно нажать на клавишу «пробел». Транспарант ВПЕРЕД гаснет, а в строке «Время в режиме» начинается отсчет времени (синие цифры на голубом фоне). Начать движение транспортного средства по маршруту, при этом развивая скорость, обеспечивающую безопасность движения.

8.3.1.4 При прохождении маршрута необходимо следить за временем в строке «Время в режиме». По истечении 2,5 мин. необходимо остановить транспортное средство, в противном случае через 3 мин. работы в режиме «Движение» загорается транспарант «Остановиться!». После полной остановки комплекса (при заглушенном двигателе) нажать на клавишу «пробел» (2-ая точка ZUPT). В режиме ИНС «Навигация» после подачи команды «Стоп» (клавиша «пробел») открывается окно «Текстовый маркер контрольной ТМ». Если транспортное средство наехало передним правым колесом на 1-ую контрольную точку маршрута (КТМ) с погрешностью 0,1 метра, то в поле «Текст» ввести текст с названием определяемой КТМ (например, КТМ-1) и нажать Да. Если транспортное средство до КТМ не доехало, то нажать Отмена. Через 20 сек., по завершению коррекции, появляется транспарант «Продолжить движение». Повторно нажать на клавишу «пробел», возобновить движение к КТМ, в которой остановиться и выполнить операции, описанные выше.

8.3.1.5 Следить за тем, чтобы время стоянки на каждой КТМ не было менее 3-х мин., того времени, которое необходимо для записи измерительной информации в память ТСП.

8.3.1.6 На 3-й точке ZUPT начинает функционировать алгоритм компенсации ошибок ИНС в реальном времени.

6.3.1.7 Провести измерения на каждой КТМ в течение не менее 3-х полных рейсов по маршруту и по прибытии в конечный пункт маршрута (КПМ) и пребывании в нем не менее 3-х мин., выйти из программы GEO, выключить СНС и ТСП:

8.3.1.7.1 Для выхода из программы GEO нажать с помощью «мыши» на надпись ВыХод в левом нижнем углу строки управления программой.

8.3.1.7.2 Для выключения ИНС на пульте включения И-42-1СМ выключить тумблер S₁, тумблер S₂ (обдув), тумблер S₄, тумблер S₃.

8.3.1.7.3 Для выключения ТСП нажать и удерживать кнопку с изображением буквы «I» до тех пор, пока не погаснет индикаторный светодиод состояния приемника «STAT». АСП выключается аналогично.

8.3.1.8 Переписать файлы с измерительной информации из АСП и ТСП в компьютер и провести обработку результатов измерений, используя загрузочный модуль TomPak_L.EXE программно-математического обеспечения (ПМО), входящего в состав комплекса, согласно руководства по эксплуатации. Получаемый файл POINTS.DAT содержит координаты точек остановок (НПМ, КТМ, КРМ).

8.3.1.9 Провести обработку результатов измерений ИНС, используя ПМО ПНГК-1, согласно руководству по эксплуатации. В качестве координат НПМ и КРМ использовать координаты этих точек, полученные при обработке измерительной информации с АСП и ТСП. Получаемый файл Zupt.txt содержит координаты всех точек ZUPT остановок на маршруте, рассчитанные в реальном времени, и результаты послемаршрутной обработки.

8.3.1.10 Провести расчет предела допускаемой погрешности определения плановых координат и высоты местоположения в движении и на остановках в режиме реального времени (с доверительной вероятностью 0,67):

8.3.1.10.1 Рассчитать отклонения плановых координат и высоты КТМ в течение всех рейсов транспортного средства, ΔX_j , ΔY_j , ΔH_j :

$$\Delta X_j = X_{\text{ИЗМ}j} - X_{\text{ИСТ}j},$$

$$\Delta Y_j = Y_{\text{ИЗМ}j} - Y_{\text{ИСТ}j},$$

$$\Delta H_j = H_{\text{ИЗМ}j} - H_{\text{ИСТ}j},$$

где $X_{\text{ИЗМ}j}$, $Y_{\text{ИЗМ}j}$, $H_{\text{ИЗМ}j}$ – результаты измерений плановых координат и высоты в j-ой КТМ с помощью ИНС,

$X_{\text{ИСТ}j}$, $Y_{\text{ИСТ}j}$, $H_{\text{ИСТ}j}$ – действительные (контрольные) значения плановых координат и высоты j-ой КТМ.

8.3.1.10.2 Рассчитать средние значения отклонений плановых координат и высоты КТМ в течение всех рейсов транспортного средства, $\overline{\Delta X}$, $\overline{\Delta Y}$, $\overline{\Delta H}$:

$$\overline{\Delta X} = \frac{1}{N \cdot n} \sum_{j=1}^{N \cdot n} \Delta X_j,$$

$$\overline{\Delta Y} = \frac{1}{N \cdot n} \sum_{j=1}^{N \cdot n} \Delta Y_j,$$

$$\overline{\Delta H} = \frac{1}{N \cdot n} \sum_{j=1}^{N \cdot n} \Delta H_j,$$

где N – количество рейсов, $N \geq 3$,

n – количество КТМ на испытательной трассе.

8.3.1.10.3 Рассчитать среднее квадратическое отклонение результатов разности измеренный и истинных значений плановых координат и высоты КТМ в течение всех рейсов транспортного средства, σ_x , σ_y , σ_z :

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{(N \cdot n - 1)} \sum_{j=1}^{N \cdot n} (\Delta X_j - \overline{\Delta X})^2},$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{(N \cdot n - 1)} \sum_{j=1}^{N \cdot n} (\Delta Y_j - \overline{\Delta Y})^2},$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{1}{(N \cdot n - 1)} \sum_{j=1}^{N \cdot n} (\Delta H_j - \overline{\Delta H})^2}.$$

8.3.1.10.4 Рассчитать предел допускаемой погрешности определения плановых координат и высоты местоположения в движении и на остановках в режиме реального времени (с доверительной вероятностью 0,67), Π_X , Π_Y , Π_H :

$$\Pi_X = |\overline{\Delta X}| + \sigma_X,$$

$$\Pi_Y = |\overline{\Delta Y}| + \sigma_Y,$$

$$\Pi_H = |\overline{\Delta H}| + \sigma_H.$$

6.3.1.10.5 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешность определения плановых координат и высоты местоположения в движении и на остановках в режиме реального времени (с доверительной вероятностью 0,67) не превышает ± 15 м.

Если указанные требования не выполняются, то комплекс бракуется и отправляется в ремонт либо для проведения настройки.

8.3.1.11 Провести расчет погрешности определения плановых координат и высоты местоположения в движении и на остановках в режиме постобработки при проведении уравнивания результатов измерений (с доверительной вероятностью 0,67):

8.3.1.11.1 Рассчитать отклонения плановых координат и высоты для каждой j-ой КТМ каждого i-го рейса, ΔX_j^i , ΔY_j^i , ΔH_j^i :

$$\Delta X_j^i = X_{\text{изм}j}^i - X_{\text{ист}j},$$

$$\Delta Y_j^i = Y_{\text{изм}j}^i - Y_{\text{ист}j},$$

$$\Delta H_j^i = H_{\text{изм}j}^i - H_{\text{ист}j},$$

где $X_{\text{изм}j}^i$, $Y_{\text{изм}j}^i$, $H_{\text{изм}j}^i$ – результаты измерений плановых координат и высоты в j-ой КТМ i-го рейса с помощью ИНС,

$X_{\text{ист}j}$, $Y_{\text{ист}j}$, $H_{\text{ист}j}$ – действительные (контрольные) значения плановых координат и высоты j-ой КТМ.

8.3.1.11.2 Рассчитать средние значения отклонения плановых координат и высоты для каждой j-ой КТМ маршрута в течение всех рейсов транспортного средства, $\overline{\Delta X}_j$, $\overline{\Delta Y}_j$, $\overline{\Delta H}_j$:

$$\overline{\Delta X}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta X_j^i,$$

$$\overline{\Delta Y}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta Y_j^i,$$

$$\overline{\Delta H}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta H_j^i,$$

где N – количество рейсов, $N \geq 3$.

8.3.1.11.3 Рассчитать средние значения уравненных отклонений плановых координат и высоты КТМ, $\overline{\Delta X}$, $\overline{\Delta Y}$, $\overline{\Delta H}$:

$$\overline{\Delta X} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \overline{\Delta X}_j,$$

$$\overline{\Delta Y} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \overline{\Delta Y}_j,$$

$$\overline{\Delta H} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \overline{\Delta H}_j,$$

где n – количество КТМ.

8.3.1.11.4 Рассчитать среднее квадратическое отклонение уравненных результатов разности измеренный и истинных значений плановых координат и высоты КТМ, σ_X , σ_Y , σ_Z :

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^n (\overline{\Delta X}_j - \overline{\Delta X})^2},$$

$$\sigma_Y = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^n (\overline{\Delta Y}_j - \overline{\Delta Y})^2},$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^n (\overline{\Delta H}_j - \overline{\Delta H})^2}.$$

8.3.1.11.5 Рассчитать погрешность определения плановых координат и высоты местоположения в движении и на остановках в режиме постобработки при проведении уравнивания результатов измерений (с доверительной вероятностью 0,67), Π_X , Π_Y , Π_H :

$$\Pi_X = |\overline{\Delta X}| + \sigma_X,$$

$$\Pi_Y = |\overline{\Delta Y}| + \sigma_Y,$$

$$\Pi_H = |\overline{\Delta H}| + \sigma_H.$$

8.3.1.11.6 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешность определения плановых координат и высоты местоположения в движении и на остановках в режиме постобработки при проведении уравнивания результатов измерений (с доверительной вероятностью 0,67) не превышает ± 1 м.

Если указанные требования не выполняются, то комплекс бракуется и отправляется в ремонт либо для проведения настройки.

9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки комплекса ПНГК-1 выдается свидетельство установленной формы.

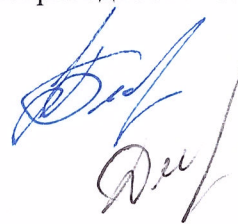
9.2 На оборотной стороне свидетельства записываются результаты поверки.

9.3 Параметры, определенные при поверке, заносят в формуляр на комплекс ПНГК-1.

9.4 В случае отрицательных результатов поверки применение комплекса ПНГК-1 запрещается, и на него выдается извещение о непригодности его к применению с указанием причин.

Начальник отдела 32 ГНИИИ МО РФ

Старший научный сотрудник 32 ГНИИИ МО РФ



И.Ю. Блинов

О.В. Денисенко