

УДК 007:621.865.8

В.С. Лапшов

**ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ БОЯ В ГОРОДЕ
С ПРИМЕНЕНИЕМ НАЗЕМНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ
КОМПЛЕКСОВ**

Рассмотрены вопросы, связанные с новыми методами и средствами информационного обеспечения боевых действий в городских условиях на основе технологий виртуальной реальности, обеспечивающих повышение уровня ситуационной осведомленности, оперативности планирования боевых действий и эффективности управления робототехническими комплексами за счет формирования объемных визуально-подобных моделей района боевых действий. Приводятся практические результаты, выполненных работ в обеспечение отработки технологий виртуальной реальности с применением мобильных роботов, оснащенных комплексированными лазерно-дальномерческими и телевизионными системами технического зрения. Предложены направления дальнейшего развития данной технологии.

Мобильные робототехнические комплексы; системы технического зрения; объемные модели внешней среды.

V.S. Lapshov

**VIRTUAL REALITY TECHNICS FOR TOWN'S BATTLE WITH USE
GROUND MOBILE ROBOTIC COMPLEXES**

New methods of informational providing for town's battles are considered in the paper. These methods are based on virtual reality technics. It can improve current knowledge, efficiency of battle planning and control of robotic complexes. These results are achieved with forming of 3D visual-similar models for battle actions. Received results of virtual reality technics for mobile robots are given. These robots are equipped with combined TV and laser range-finder vision systems. New directions of further development for this technics are offered.

Mobile robotic complexes; vision systems; solid models of environment.

Боевые действия в городских условиях становятся обычным явлением, если не основным видом вооруженной борьбы. Этому способствует и мировая тенденция сосредоточения населения, экономических, политических и деловых центров в крупных городах.

Вопрос ведения боевых действий в городских условиях очень сложный и многоплановый, но в то же время чрезвычайно актуальный.

Обороняющиеся, как правило, используют классические приемы ведения боевых действий в населенных пунктах, такие как:

- ◆ захват господствующих высот и зданий, выгодных маршрутов передвижения и размещение там наблюдательных средств и средств поражения;
- ◆ размещение огневых точек на верхних этажах зданий и перекрестках важнейших дорог;
- ◆ минирование основных маршрутов передвижения и подходов к объектам;
- ◆ использование естественных укрытий, подвалов, специально оборудованных бункеров для защиты от авиационных ударов и огня артиллерии;
- ◆ организация ложных объектов с имитацией огневых точек.

Особенностью современного боя в городе является применение тактики очаговой обороны, широкое использование засад с быстрым отходом на основную позицию, минных ловушек, налетов мобильных отрядов, особенно в ночное время.

Предварительный анализ особенностей боя в городе позволяет выделить в качестве основных задач, решаемых робототехническими комплексами (РТК) при действиях на урбанизированной местности следующие [1, 2, 3]:

1. На этапе окружения – сопровождение войсковых колонн.
2. На этапе блокирования и расчленения – сопровождение войсковых колонн, разминирование, разграждение.
3. На этапе изоляции района боевых действий – охрана и оборона позиционных районов, перекрестков важнейших дорог.
4. На этапе непосредственных боевых действий в городских кварталах:
 - ◆ все виды разведки, включая разведку внутри зданий и коммуникаций;
 - ◆ огневая поддержка наступающих (обороняющихся);
 - ◆ наведение ВТО, целеуказание;
 - ◆ применение нелетального оружия;
 - ◆ эвакуация раненых из зоны огневого воздействия;
 - ◆ подвоз боеприпасов, продовольствия и ГСМ;
 - ◆ проделывание проходов, минирование;
 - ◆ организация связи;
 - ◆ радиоэлектронная борьба.
5. На этапе перехода к мирному периоду:
 - ◆ оценка радиационной, химической и бактериологической обстановки;
 - ◆ разминирование освобожденных территорий;
 - ◆ эвакуация поврежденной техники из зоны боевых действий или с зараженной местности;
 - ◆ ликвидация очагов возгорания.

В последнее время наблюдается стремительный рост применения наземных мобильных робототехнических комплексов (МРТК), которые все чаще используются при проведении боевых, контртеррористических и спасательных операций.

Особое внимание уделяется созданию МРТК, предназначенных для осуществления разведки местности, поиска и обнаружения целевых объектов, а также для подготовки оперативных данных о текущей обстановке.

Роль наземных МРТК при проведении боевых операций в городских условиях многократно возрастает, так как их предполагается использовать для разведки труднодоступных мест, таких как коридоры, лестницы, канализационные коллекторы, водопроводные системы и тоннели и др.

Важнейшей составляющей МРТК является система технического зрения (СТЗ). В подавляющем большинстве случаев СТЗ предоставляет на пульт управления просто телевизионные (тепловизионные) изображения среды функционирования (в лучшем случае – предварительно обработанные для улучшения качества изображения, или стереоизображения).

Однако телевизионной и даже стереотелевизионной информации во многих случаях оказывается недостаточно для эффективного анализа и оценки окружающей обстановки. Кроме того, для эффективного управления МРТК в особо сложных условиях функционирования необходим осмотр рабочей зоны с различных позиций, возможность знать ее геометрию вплоть до различных сечений и пространственного расположения как самого МРТК, так и его рабочего оборудования.

Это приводит к необходимости создания новых форм и технических средств информационного обеспечения, предоставляющих оператору не только телевизионную и телеметрическую информацию о местоположении и статусе МРТК в текущий момент времени, но и подробную информацию о геометрических параметрах окружающей среды с наложением на них результатов обнаружения целевых

объектов и распознавания источников опасности. Данная информация должна предоставляться оператору в форме, обеспечивающей трехмерное моделирование рабочей зоны с возможностью оперативного расчета и планирования действий в условиях недетерминированной обстановки.

В случаях же серьезного ухудшения качества или полной потери радиосвязи данная информация должна использоваться в бортовом вычислительном комплексе для обеспечения высокоточной навигации и позиционирования МРТК при его автономном перемещении и выполнении сложных технологических операций в труднодоступных местах, помещениях и завалах без привязки к спутниковым навигационным системам.

Отдельно стоит выделить необходимость предоставления лицам, принимающим решения, возможности оперативного мониторинга и ситуационного анализа обстановки, предварительного проигрывания различных сценариев и принятия комплексных тактических решений при проведении операции в зонах, недоступных или опасных для жизни личного состава.

Наиболее перспективным для решения данных проблем является использование принципов объемного моделирования, обеспечивающего возможность преобразования и отображения большого объема разнородной информации в интуитивно-понятном и наглядном для человека виде.

Для получения исходных данных, необходимых для формирования объемных моделей, могут быть использованы технологии мобильного лазерного сканирования. Такие технологии в настоящее время широко применяются для анализа состояния строительных и инженерных конструкций, определения повреждений трубопроводов, внутренних коммуникаций и перекрытий в сооружениях на особо опасных объектах (рис. 1).

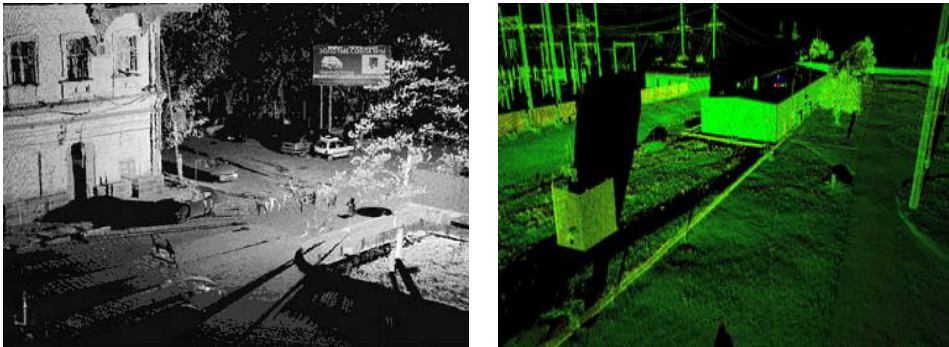


Рис. 1. Облако точек, полученное с одной стоянки наземного лазерного сканера

Технология трехмерного лазерного сканирования основана на принципе бесконтактных измерений. Результатом измерений является так называемое «облако точек», состоящее из большого количества измеренных точек – от нескольких тысяч до нескольких миллионов. Облако точек очень похоже на обычную фотографию. Разница лишь в том, что каждый элемент такой фотографии имеет свои собственные координаты (X, Y, Z). Такое облако точек можно вращать, изменять масштаб, делать сечения и многое другое.

Анализ зарубежных источников, посвященных испытаниям новейших компактных систем наземного лазерного сканирования, показали, что формирование таких трехмерных моделей возможно в реальном масштабе времени при скоростях движения носителя более 10 м/с и достижением точности свыше 0,1 м [4].

Применение сканирующих лазерных систем, работающих синхронно с телекамерами (тепловизорами), датчиками навигационных систем и высокопроизводительной вычислительной техники позволяют строить объемные визуально-подобные модели внешней среды. Построенные таким образом модели позволяют формировать изображения рабочей зоны с различных точек виртуального наблюдателя и имитировать его движение в модели с получением соответствующих изображений и расчетных данных. Важным приложением предлагаемого комплексирования является возможность формирования динамически обновляемых объемных моделей больших областей (например, одного этажа или всего здания; улицы, микрорайона или заводской территории) в районе проведения боевых, контртеррористических или спасательных операций.

До современного периода планомерных исследований в области создания таких систем в России не проводилось. В то же время, в связи с успехами информационных технологий за рубежом, появились публикации о работах, проводимых в данном направлении, особенно в областях военной и антитеррористической робототехники.

В настоящее время в МГТУ им. Н.Э. Баумана проводится ряд работ в обеспечении отработки технологий виртуальной реальности с применением мобильных роботов, оснащенных комплексированными лазерно-дальномерными и телевизионными СТЗ (рис. 2).

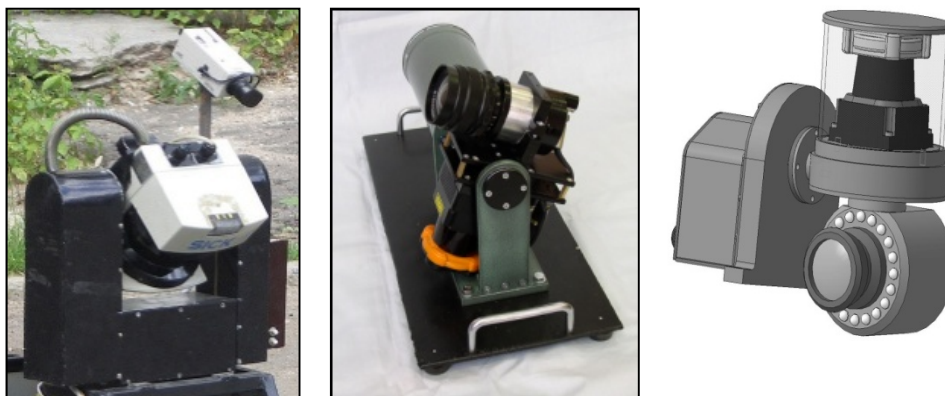


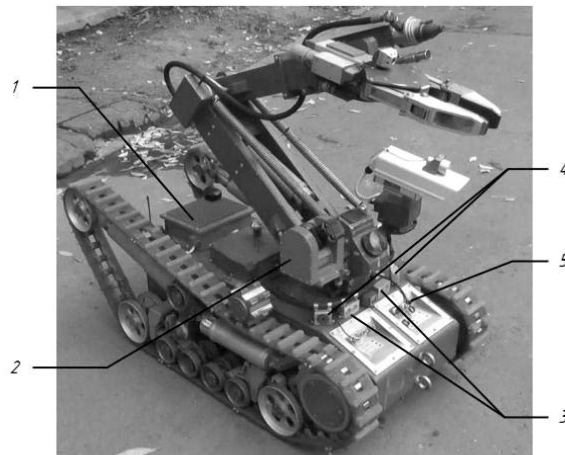
Рис. 2. Комплексированные лазерно-дальномерные и телевизионные СТЗ

Полученные результаты могут иметь практическое значение уже в настоящее время.

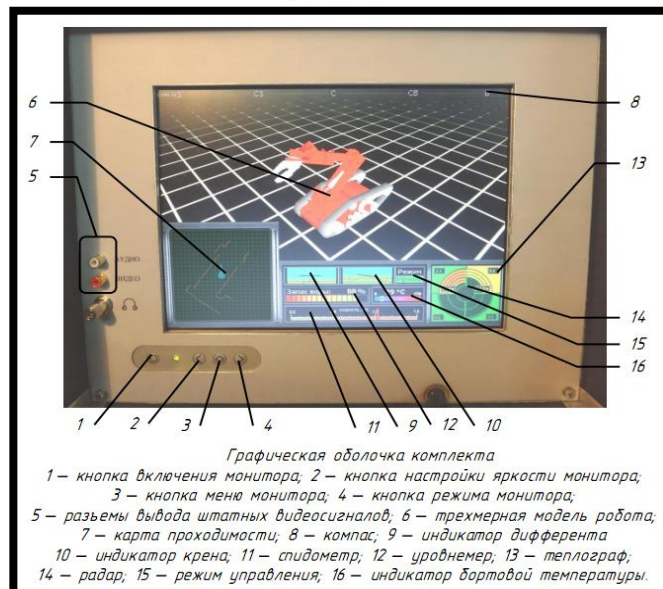
В частности, они позволяют уже на современном этапе строить визуально подробные цифровые модели внешней среды в реальном времени, которые могут существенным образом повысить уровень ситуационной осведомленности и эффективность деятельности операторов дистанционного управления и лиц, принимающих решения.

Так, например, в интересах МЧС России разработан комплект модулей интеллектуального управления наземными РТК типа МРК-РП и ЕЛЬ, входящих в состав мобильной роботизированной группировки МЧС России, в целях повышения эффективности работы операторов в дистанционном режиме управления и обеспечения режимов автономного управления движением.

На рис. 3 представлен штатный образец МРК-РП, который был оснащен комплектом модулей интеллектуального управления.



Бортовая часть комплекта на «МРК-РП».
 1 – навигационно-вычислительный блок; 2 – сканирующий лазерный дальномер;
 3 – ультразвуковые датчики; 4 – датчики теплового потока;
 5 – тумблер включения.



Графическая оболочка комплекта
 1 – кнопка включения монитора; 2 – кнопка настройки яркости монитора;
 3 – кнопка меню монитора; 4 – кнопка режима монитора;
 5 – разъемы вывода штатных видеосигналов; 6 – трехмерная модель робота;
 7 – карта проходимости; 8 – компас; 9 – индикатор дифферента
 10 – индикатор крена; 11 – спидометр; 12 – уровень; 13 – теплограф;
 14 – радар; 15 – режим управления; 16 – индикатор бортовой температуры.

Рис. 3. Штатный образец МРК-РП, оснащенный комплектом модулей интеллектуального управления

Комплект обеспечивает:

- ◆ связь со штатной системой управления по отдельным внутренним информационным шинам робота с помощью устройства сопряжения;
- ◆ получение детального дальнометрического изображения внешней среды вокруг РТК;
- ◆ обнаружение препятствий в непосредственной близости робота с указанием расстояния с соответствующей стороны в метрах с цветовой градацией;
- ◆ построение карты местности с отображением непроходимых участков;

- ◆ трехмерную визуализацию РТК с отображением текущего положения его подвижных частей;
- ◆ слежение за температурным состоянием окружающей обстановки с указанием величины теплового потока с соответствующей стороны в цветовой градации;
- ◆ автономный возврат робота при потере связи или по команде оператора по ранее пройденной траектории;
- ◆ блокировку действий оператора при перемещении робота в температурно-опасные зоны;
- ◆ автоматическое выведение манипулятора в транспортное или рабочее положение с помощью датчиков положения подвижных частей.

Пример комплексирования телевизионной и дальнометрической информации и объединения ее в процессе движения в единую объемную (3D) виртуальную модель внешней среды приведен на рис. 4.

На данной модели могут быть отмечены температурно-опасные зоны, выявленные с помощью температурных датчиков и навигационной подсистемы. 3D-модель внешней среды может быть использована как для управления движением мобильного робота, так и его навесным оборудованием. При этом эффективность управления должна существенно возрасти вследствие появления дополнительной возможности получения различных геометрических сечений рабочей зоны и ее осмотра с различных позиций наблюдения (в том числе и с позиций, в которых сенсоры не находились или находиться не могут) [5].

Следует отметить, что виртуальная 3D-модель внешней среды может быть использована для предварительного проигрывания различных сценариев будущих операций и конкретных действий в экстремальных условиях (пожаротушение, работы в зонах химического и радиационного заражения, ликвидация последствий аварий и катастроф, разминирование, борьба с террористами и т.п.).

В качестве направлений дальнейшего развития данной технологии можно предложить следующие:

- ◆ разработка методов и средств интерпретирующей навигации на основе выделения геометрических и семантических объектов, распознавания образов с помощью комплексированных систем технического зрения;
- ◆ разработка методов и средств классификации зоны движения по критериям профильной и опорной проходимости в задачах автономного управления движением МРТК на пересеченной местности;
- ◆ разработка интеллектуальных систем управления навесным оборудованием мобильных роботов военного и специального назначения в рабочих зонах с препятствиями по данным систем технического зрения;
- ◆ разработка принципов построения и алгоритмов согласованного управления наземных МРТК и БЛА с высокоточным определением их взаимного положения и созданием единого информационного поля путем совмещения изображений, формируемых СТЗ МРТК и БЛА, с привязкой к картографическим данным;
- ◆ разработка новых методов и средств информационного обеспечения боевых действий на основе технологий виртуальной реальности, формируемой с применением наземных РТК и БЛА;
- ◆ разработка интеллектуальных распределенных систем управления координированными действиями автономных наземных РТК и БЛА в группах при решении боевых и обеспечивающих задач.

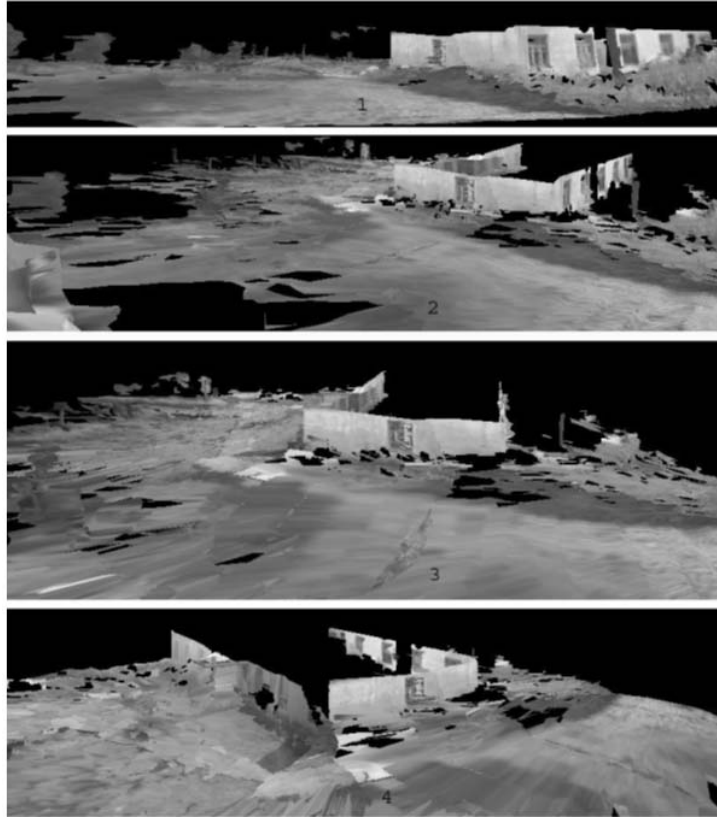


Рис. 4. Виртуальная 3D-модель внешней среды

Ожидаемые результаты проводимых исследований позволят создать отечественный инновационный научно-технический задел, необходимый для оснащения наземных МРТК, находящихся на вооружении силовых ведомств Российской Федерации, создания МРТК и комплексов с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) нового поколения, а также высокотехнологичных тренажерных комплексов и средств обучения операторов МРТК и БПЛА различного назначения.

Разрабатываемые технологии могут быть также использованы при создании робототехнических комплексов гражданского назначения, для реализации новейших геоинформационных технологий, технологий «точного земледелия» и других безлюдных технологий в народном хозяйстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лапиов В.С., Носков В.П., Рубцов И.В., Рудианов Н.А., Рябов А.В., Хрущев В.С. Бой в городе. Боевые и обеспечивающие роботы в условиях урбанизированной территории // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 3 (116). – С. 142-146.
2. Лапиов В.С., Носков В.П., Рубцов И.В., Рудианов Н.А., Рябов А.В., Хрущев В.С. Повышение ситуационной осведомленности подразделений, оснащенных боевыми и обеспечивающими роботами // Материалы 4-й Всероссийской мультиконференции по проблемам управления (октябрь 2011 г.). – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011.
3. Шеремет И.Б., Рудианов Н.А., Рябов А.В., Хрущев В.С., Комченков В.И. Обоснование семейства боевых и обеспечивающих роботов для боя в городе // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 3 (128). – С. 37-41.
4. Unmanned Ground Systems Roadmap // Robotics Systems Joint Project Office, 2011.

5. Дементей В.П., Леткина Н.Ю., Носков В.П., Цариченко С.Г. Интеллектуализация мобильных пожарно-спасательных роботизированных комплексов // Труды XXI Международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника». – СПб.: Изд-во «Политехника-сервис», 2010. – С. 40-46.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Г.О. Котиев.

Лапшов Владимир Сергеевич – Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана; e-mail: lapvs@rambler.ru; 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5; тел.: 89262561537; НИИ Специального машиностроения; зав. сектором.

Lapshov Vladimir Sergeevich – Bauman Moscow State Technical University; e-mail: noskov_mstu@mail.ru; 5, 2nd Baumanskaya street, Moscow, 105005, Russia; phone: +79262561537; Special robotics and mechatronics department, NIISM; sector head.

УДК 629.127

В.В. Костенко, Д.Н. Михайлов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОСИЛОВОЙ УСТАНОВКИ АВТОНОМНОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА ПО ЗАДАННОЙ ДАЛЬНОСТИ ХОДА

Рассматривается задача определения требуемой энергоемкости аккумуляторной батареи (АБ) по заданной дальности хода автономного необитаемого подводного аппарата (АНПА). Предлагается разработанная авторами методика расчета, которая позволяет определить зависимости требуемой энергоемкости АБ от заданных параметров автономности аппарата, его скорости хода и гидродинамических характеристик, а также энергопотребления движительно-рулевого комплекса и бортового оборудования. Использование предложенного подхода к расчету автономности позволяет не только определить запас хода аппарата с известными характеристиками, но и сформулировать требования к системе энергообеспечения на ранних стадиях проектирования новых АНПА.

Автономный необитаемый подводный аппарат; дальность хода; энергоемкость автономного источника питания; скорость экономного хода.

V.V. Kostenko, D.N. Mikhailov

DETERMINATION OF PARAMETERS AUV'S POWER PLANT ON THE SET OF LONG CRUISING RANG

In the article the task of determination of demanded power consumption of storage battery (SB) on the set of long cruising range of autonomous unmanned underwater vehicle (AUV) is considered. The calculation procedure developed by the authors is offered. This procedure allows determining dependence of demanded power consumption of SB from the set parameters of autonomy of the vehicle, its course speed and hydrodynamic characteristics and also power consumption of propulsion and steering complex and onboard equipment. The deployment of the proposed approach to the autonomy calculation makes it possible to estimate the cruising range of the underwater vehicle with known specifications as well as to state the requirements to the power system at early stages of the new AUV designing.

Autonomous unmanned underwater vehicle; long cruising range; power consumption of the independent power supply; speed of an economical course.

Конструктивный облик АНПА в значительной степени определяется массогабаритами автономного источника питания, поэтому задача определения требований к его параметрам безусловно актуальна. Выбор параметров источника энергии СЭО зависит от заданной «автономности» АНПА, которая определяется продолжительностью T_a и дальностью D_a хода для заранее обусловленных значений