

ment of mobile communication management]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Ryazan State Radioengineering University], 2013, no. 1 (43), pp. 109–112.

29. 4G. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/4G> (access 25.08.2014). (In Russ.)

30. Lin Y.-H., Lin Z.-M., Hsu Y.-T., Ku H.-Y. A mobile intelligent blood pressure monitor based on the android smartphone. *Communications in Computer and Information Science*, 2011, vol. 223 CCIS, pp. 178–187.

31. Morrissey J. J. Radio frequency exposure in mobile phone users: implications for exposure assessment in epidemiological studies. *Radiation Protection Dosimetry*, 2007, vol. 123, no. 4, p. 490.

32. Frances Slack, Jennifer Rowley Online Kiosks: the alternative to mobile technologies for mobile users. *Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy*, 2002, vol. 12, no. 3, pp. 248–257.

33. He N., Dong Y., Yu Y., Ren Y., Huo J., Li Y. Atmospheric pressure-aware seamless 3-D localization and navigation for mobile internet devices. *Tsinghua Science & Technology*, 2012, vol. 17, no. 2, pp. 172–178.

34. Jimenez Y., Morreale P. Design and evaluation of a predictive model for smartphone selection. *Lecture Notes in Computer Science*, 2013, vol. 8015 LNCS, no. 4, pp. 376–384.

35. LaRue E. M., Mitchell A. M., Terhorst L., Karimi H. A. Assessing mobile phone communication utility preferences in a social support network. *Telematics and Informatics*, 2010, vol. 27, no. 4, pp. 363–369.

36. Mena L. J., Felix V. G., Ostos R., Cervantes A., Ramos R., Gonzalez J. A., Ochoa A., Ruiz C., Maestre G. E. Mobile personal health system for ambulatory blood pressure monitoring. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, vol. 2013 (2013), article ID 598196. 13 p. Available at: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/598196> (accessed 05.09.2014).

37. Mosa A. S. M., Yoo I., Sheets L. A systematic review of healthcare applications for smarphones. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 2012, vol. 12, no. 67 (doi:10.1186/1472-6947-12-67). Available at: <http://www.biomedcentral.com/1472-6947/12/67> (accessed 03.09.2014).

38. Orlandi B., Bizouarn E., Taburet F., Melia T., Mghazli Y. E., Scahill F., Lafragette J.-L., Evenden R., Ringland S., Johnson S., Twell T. Improving the customer experience for heterogeneous wireless access. *Bell Labs Technical Journal*, 2011, vol. 15, no. 4, pp. 23–44.

39. Pluzhnik E. V., Nikulchev E. V. Use of Dynamical Systems Modeling to Hybrid Cloud Database. *International Journal of Communications, Network and System Sciences*, 2013, vol. 6, no. 12, pp. 505–512 (DOI: 10.4236/ijcns.2013.612054).

40. Raychaudhuri D. Architectures and technologies for the future mobile Internet. *IEICE Transactions on Communications*, 2010, vol. E93-B, no. 3, pp. 436–441.

41. Verkasalo H., López-Nicolás C., Molina-Castillo F. J., Bouwman H. Analysis of users and non-users of smarphone applications. *Telematics and Informatics*, 2010, vol. 27, no. 3, pp. 242–255.

УДК 316.48:519.87

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГИОНАЛЬНЫХ ГРУЗОВЫХ АВТОПЕРЕВОЗОК В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Магомадов Руслан Сейдалиевич, старший преподаватель, аспирант, Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, e-mail: magomadov882@mail.ru

Работа посвящена применению системного подхода для выявления совокупности факторов, влияющих на эффективность перевозок в сфере строительства с использованием региональной дорожной системы региона (ДСР). Приведена функциональная диаграмма, описывающая процесс перемещения грузов по ДСР. Выполнен анализ проблемы эффективности автотранспортных перевозок и текущего положения дел с использованием средств автоматизации учета/планирования деятельности в этой сфере. Сформированы девять классов входных показателей, описывающих состояние самой автотранспортной компании, осуществляющей перевозки с использованием ДСР, на текущий момент; природно-климатические условия; нормативно-правовую среду ее деятельности. Эти классы опреде-

ляют начальное состояние для организации процесса перевозок в произвольный момент времени. Автором построен набор из пятнадцати факторов, определяющих эффективность непосредственного осуществления процессов перемещения специальной техники и строительных грузов с использованием автотранспортных средств. Эти факторы определяют основное содержание информации, которую целесообразно учитывать в автоматизированных системах учета и управления. Указаны основные типы строительных грузов и специальной техники, которые необходимо доставлять на объекты строительства, охарактеризованы виды рисков при транспортировании этих объектов. Полученные результаты могут быть использованы для поддержки принятия решений по автотранспортным перевозкам, создания и эксплуатации систем автоматизированного планирования/контроля процессов перевозок в автотранспортных компаниях с использованием ДСР.

Ключевые слова: грузовые перевозки, автомобильный транспорт, классификация факторов, функциональная диаграмма перевозок, строительные грузы, дорожная система региона, специальная строительная техника, автоматизированный контроль, системный подход

THE SYSTEM ANALYSIS OF THE FACTORS DEFINING EFFICIENCY OF REGIONAL CARGO ROAD HAULAGE IN THE CONSTRUCTION SPHERE

Magomadov Ruslan S., Senior Lecturer, postgraduate student, Grozny State Oil Technical University named after academician M.D. Millionshchikov, e-mail: magomadov882@mail.ru

Work is devoted to use of system approach for detection of set of the factors influencing efficiency of transportations in the sphere of construction with use of the regional road system of the region (RSR). The functional chart describing process of implementation of movement of freights on DSR is provided. The analysis of a problem of efficiency of motor transportation transportations and the current situation with use of an automation equipment of account/planning of activity in this sphere is made. Are created nine classes of the entrance indicators describing both a condition of the most motor transportation company at the moment, and climatic conditions, the standard and legal environment of its activity. These classes define an initial state for the organization of process of transportations in any timepoint. The author constructed a set of fifteen factors defining efficiency of direct implementation of processes of movement of special equipment and freights with use of vehicles. These factors define the main contents of information which is expedient for considering in the automated systems. The main types of construction freights and special equipment which it is necessary to deliver to construction objects are revealed. The received results can be used for the automated planning/control of processes of transportations in the motor transportation companies.

Keywords: freight transportation, the motor transport, classification of factors, the functional chart of transportations, construction freights, road system of the region, the special construction equipment, the automated control, system approach

Сфера строительства (СС) – одна из важнейших для развития экономики страны в целом и регионов России. В рамках СС решаются проблемы гражданского (включая жилищное) и промышленного строительства, создания и поддержания в работоспособном состоянии транспортной инфраструктуры, включая дорожную сеть регионов (ДСР) и пр. Финансово-экономическая ситуация в СС – важный индикатор состояния экономики в целом, поскольку именно эта сфера одной из первых реагирует на любые изменения экономического положения и его тенденций. При рациональном управлении СС она может быть локомотивом развития экономики, как это было в тридцатые годы в Германии и, позже, в США при президенте Рузвельте. Поэтому повышение эффективности функционирования СС важно не только в теоретическом плане, но и практическом. Однако некоторые аспекты планирования/организации автотранспортных перевозок в СС на региональном уровне исследованы недостаточно полно. Целью данной статьи была попытка устранить указанный недостаток.

Общий анализ проблемы региональных автотранспортных перевозок в сфере строительства. Перевозки в интересах СС в пределах регионов осуществляются с использованием железнодорожного, водного, редко – воздушного, автомобильного транспорта. На заключительном этапе (перевозки к местам строительства) обычно используются автотранспортные средства (АТС).

В качестве перевозчиков могут использоваться: собственные АТС организаций СС (в том числе специализированных подразделений в строительных холдингах); специализированные автотранспортные компании (АТК) – федеральные, межрегиональные, внутрирегиональные; индивидуальные предприниматели с собственными АТС. Таким образом, между перевозчиками грузов в СС существует конкуренция.

В дорожной сети регионов (ДСР) внутрирегиональные автодороги обычно преобладают по протяженности. «Качество» таких дорог, используемых для перевозок в СС, часто невысокое. Значительная доля внутрирегиональных дорог – это «грунтовки», в том числе даже без использования «щебеночного покрытия». Их пропускная способность значительно зависит от погоды, атмосферных осадков, интенсивности таяния снега. Пропускную способность ДСР (по количеству АТС, их грузоподъемности, скорости движения) могут также ограничивать мосты, тоннели, паромы.

Создание и эксплуатация ДСР входит в сферу деятельности органов регионального государственного и муниципального управления. При этом учитывается, что ДСР используются для перевозки не только грузов, но и пассажиров, в частности для решения «социальных задач» развития территорий.

Наиболее высоки стоимости строительства/эксплуатации автодорог в горных условиях (особенно при необходимости создания тоннелей, мостов, лавинозащитных клиньев и пр.), а также в болотистой местности.

В ряде случаев дороги (или их дополнительные участки) могут создаваться/реконструироваться специально для строительства каких-то объектов – исходя из минимальных затрат и ограниченных сроков эксплуатации. Временные дороги могут строиться также для разработки карьеров с песком, гравием и пр.; валки и доставки леса для строительных целей и пр.

Стройплощадка объекта строительства может быть как «фиксированной» в пространстве», так и перемещающей (например, при строительстве нефте- и газопроводов [14], линий электропередач, каналов и пр.). При этом имеющиеся и специально созданные дороги должны быть обеспечивать транспортную доступность любых участков строительства.

Перечислим возможные объекты перевозок АТС в СС: а) люди, в том числе в форме ежедневных или еженедельных перевозок к местам работы и обратно, в основном – вне городов; б) основные (песок, цемент и пр.) и вспомогательные (древесина для опалубок, строительные материалы (однократные перевозки к местам строительства). Важно их «пакетирование» (для удобства перемещения подъемными кранами), а также «партионирование» – для более полной загрузки АТС, оптимизации их маршрутов; в) строительные изделия (конструкции) и комплектующие (перевозки в одном направлении), в том числе с использованием специализированных АТС и особых режимов перевозок, учитывающих вес/габариты грузов, загруженность различных участков автодорог в разное время суток и пр.; г) ручной строительный инструмент; д) контрольно-измерительное оборудование, в том числе топографо-геодезическое и для оценки качества полотна автодорог (с использованием интраскопических технологий); е) строительная техника в готовом к использованию состоянии – в том числе крупногабаритная и тяжеловесная; ж) строительная техника в разобранном со-

стоянии, требующая монтажа/демонтажа (например, «рельсовые» подъемные краны, трубопроводные системы для подачи бетонного раствора и пр.); з) специальная строительная техника, которая добирается до объектов строительства «своим ходом» – обычно с использованием штатных водителей; и) технологический строительный инвентарь (сборно-разборные леса, щиты ограждения для стройплощадок и пр.); к) бытовки (вагончики) для строителей – моноблочные или собираемые из отдельных элементов; л) автономные источники энергообеспечения стройплощадок (дизель-генераторы и пр.); м) Строительные конструкции, появляющиеся при разборке (ликвидации) имеющихся на стройплощадках зданий и сооружений – они могут быть не только «строительным мусором, но и объектами для вторичного использования; н) грунт, вывозимый/перемещаемый при подготовке строительных котлованов и площадок, вертикальной планировке территорий, включая их «подсыпку» до проектных отметок; о) мусор, вывозимый со стройплощадок на свалки по окончании строительства при благоустройстве территорий; п) поверхностный слой грунта, восстанавливаемый в порядке рекультивации территорий после окончания строительства и пр.

Транспортировка грузов АТС может осуществляться в кузовах автомобилей; на открытых платформах; в контейнерах (это улучшает сохранность грузов); в виде «прицепных объектов» к АТС и др.

Риски транспортировки перечисленных выше объектов связаны с такими факторами: ошибки персонала; нарушение нормативно регулируемых условий перемещения людей и грузов; «производственные» риски, которые не могут быть полностью устранены – не только для АТС, но и грузов (в том числе риски со стороны других АТС); криминальные риски и др. Специально отметим риски, связанные с такими природными и техногенными факторами: туман; гололед; снежный покров; камнепады; сход лавин; образования «разрывов» дорожного полотна; размыв полотна автодорог при паводках; образование суффозионных воронок под покрытием автодорог; выход на дороги животных и пр.

С целью уменьшения и компенсации этих и других рисков могут использоваться различные меры: систематические осмотры и при необходимости ремонт АТС; контроль квалификации и работоспособности водителей АТС; своевременный ремонт дорожного полотна, мостов и пр.; строительство автотранспортных развязок; рациональная расстановка знаков управления дорожным движением; адекватная разметка дорожного полотна разделительными линиями; согласованное управление светофорами, в частности в рамках идеологии «зеленая волна»; расчистка дорожного полотна от снега; освещение автодорог в ночное время; страхование рисков (автогражданской ответственности, АТС, грузов).

Для СС создан широкий спектр АТС, предназначенных для перевозок грузов специального типа (трубовозы, цементовозы, мобильные бетономешалки, подъемные краны, скреперы и прочее). Перевозки строительных грузов имеют ряд специфических особенностей, усложняющих проблему обеспечения их эффективности. Экономическая эффективность выполнения работ в СС во многом зависит от своевременности транспортировки людей и грузов. Опоздание с завозом грузов и техники может нарушать технологические циклы выполнения работ, сдерживать процессы строительства. Преждевременный завоз может создавать проблемы, связанные с сохранностью грузов; недостаточной прочностью железобетонных изделий, произведенных на заводах; неполнотой технологического цикла изготовления железобетона в мобильных бетономешалках и пр.

Обеспечение синхронности работы АТС, осуществляющих поставки строительных грузов и их перевозку на строительные объекты, с технологическими этапами выполнения строительных работ на объектах – важное условие обеспечения эффективности работы СС.

Для такого обеспечения могут использоваться автоматизированные системы управления (АСУ) автотранспортными перевозками, методы «управления проектами» при планировании строительства и перевозок.

Строительные перевозки в значительной степени связаны с перемещением опасных, нестандартных (негабаритных) и проблемных грузов, которые особенно трудно перевозить по перегруженным городским магистралям (на них строительные АТС всегда являются потенциальными источниками дорожных заторов, различных происшествий). Такие грузы потенциально могут создавать серьезные проблемы при возникновении аварий АТС. Кроме того, если они рассыпаются по дорожному полотну или опрокидываются на него, «рассеиваются» ветром из кузовов автомашин, то могут препятствовать движению транспорта, ухудшать видимость для водителей АТС, наносить серьезные поломки другим машинам, увечья людям и пр. Тяжелые АТС со строительными грузами создают дополнительную значительную нагрузку на дорожное полотно, способствуя его быстрому разрушению (это особенно существенно в весенний период, когда влажность грунтов увеличивается). Поэтому перевозки многих видов строительных грузов требуют установления и соблюдения особых планов и режимов – по времени и маршрутам, по погодным условиям, по состоянию дорожного движения в городах на момент осуществления перевозок и др. При перевозке крупногабаритных грузов иногда приходится осуществлять демонтаж и последующий монтаж троллейбусных линий, линий электропередач; выполнять сопровождение грузов машинами ГИБДД.

Значительная часть строительных грузов (особенно предназначенных для отделки и технического оснащения помещений) – достаточно дорогостоящие (это увеличивает «криминальные риски»). Поэтому требуются специальные меры противодействия повреждениям и хищениям таких грузов в процессе транспортировки – за счет планирования/реализации специальных мер безопасности.

Высокая конкуренция на рынке строительных услуг заставляет компании СС стремиться к снижению себестоимости строительных работ, в том числе и за счет уменьшения издержек на перевозки грузов АТС. При этом важен учет ряда факторов: фактически имеющейся и потенциально доступных АТС; разветвленности и качества ДСР; наличия для ее дорог постоянных (или временных) ограничений по «нагрузке на ось», скорости, габаритам груза; условий заправки АТС топливом и пр.

Поэтому целесообразно формирование/реализация специальных технологических схем и решений, обеспечивающих эффективное выполнение перевозочных работ при любых возможных состояниях всех связанных с перевозками факторов влияния (ФВ). Знание (или обоснованное прогнозирование) для таких ФВ позволяет уменьшить потери, связанные с неоптимальной адаптацией принимаемых решений к изменениям ситуаций.

Этой проблеме традиционно уделялось большое внимание, в том числе и во времена СССР (например, [1], где приведен достаточно полный обзор результатов). Однако в то время все транспортное и городское хозяйство, почти вся СС находились в собственности государства. Поэтому вопросы организации (реализации) требуемых условий транспортных перевозок решались на основе организационных подходов (например, при перевозке негабаритных грузов, когда «сверху» планировались маршруты и графики их перевозок). При этом строительная организация чаще всего не несла практически никакой ответственности за возможные повреждения дорожного полотна и других дорожных сооружений, происходящих в процессе таких перевозок. Кроме того, количество АТС на дорогах, и прежде всего в городах, было существенно меньше, чем сейчас. Поэтому ставились и изучались главным образом задачи планирования автоперевозок без учета того многообразия факторов, ко-

торые породили рыночные условия, процессы развития городской среды, в частности увеличение плотности городской застройки, рост количества личного автотранспорта и пр.

Современное состояние проблемы грузоперевозок автотранспортом, в том числе и в СС, отражено в работах [5, 9, 10, 12]. За постсоветское время исследования в данной области проводились достаточно интенсивно, что нашло отражение также в ряде диссертационных работ, защищенных по этой тематике [16, 18, 19, 21, 22]. Однако в этих исследованиях в целом рассматривались лишь отдельные специфические проблемы, связанные с процессом перевозок грузов различными видами транспортных средств. Среди зарубежных публикаций по тематике данной статьи [15, 20, 23] также нет работ, посвященных системному анализу проблемы. Близкие к данной статье по содержанию задачи рассматривались в [11, 13].

Эффективное решение проблемы организации автотранспортных перевозок строительных грузов предполагает учет на основе системного подхода всего многообразия факторов технологического и рыночного характера, которые могут оказать влияние на принятие и реализацию решений. При этом большое количество разнородной информации априорно делает полезным использование вычислительной техники, АСУ, систем управления базами данных, программных средств для решения оптимизационных задач в различных постановках. Вопросам автоматизации принятия/реализации решений для перевозок в СС автотранспортом еще с 70-х гг. XX в. в СССР уделялось значительное внимание [2, 3, 4].

Анализ схем для процессов выполнения автотранспортных перевозок строительных грузов. Основой системной классификации факторов влияния в СС является построение формализованной модели, отображающей процесс автотранспортных перевозок с выделением всех участников этого процесса, а также всех возможных взаимосвязей между ними. Формализованная модель может быть представлена в разных нотациях, то есть с использованием различных средств описания модели: в виде математических соотношений; с помощью графических диаграмм; как лингвистическое описание и др. Современные информационные технологии предоставляют целый ряд вариантов описания моделей: с помощью алгоритмов, включая представление их в виде блок-схем; с применением специальных диаграмм, использующих собственные наборы графических изображений (объектов) – например, BPWin, ErWin, BPMN, Microsoft Visio и др. Каждый из вариантов имеет свои рациональные области применения, достоинства и недостатки.

Ниже модель процесса перевозок строительных грузов (рис.) представлена в виде функциональной диаграммы, которая может быть достаточно быстро перенесена в любую другую нотацию. Выбор функциональной диаграммы в качестве базовой модели задачи обусловлен тем, что на ее основе может быть наиболее удобно сформирован набор математических моделей, касающихся отдельных аспектов процесса перевозок.

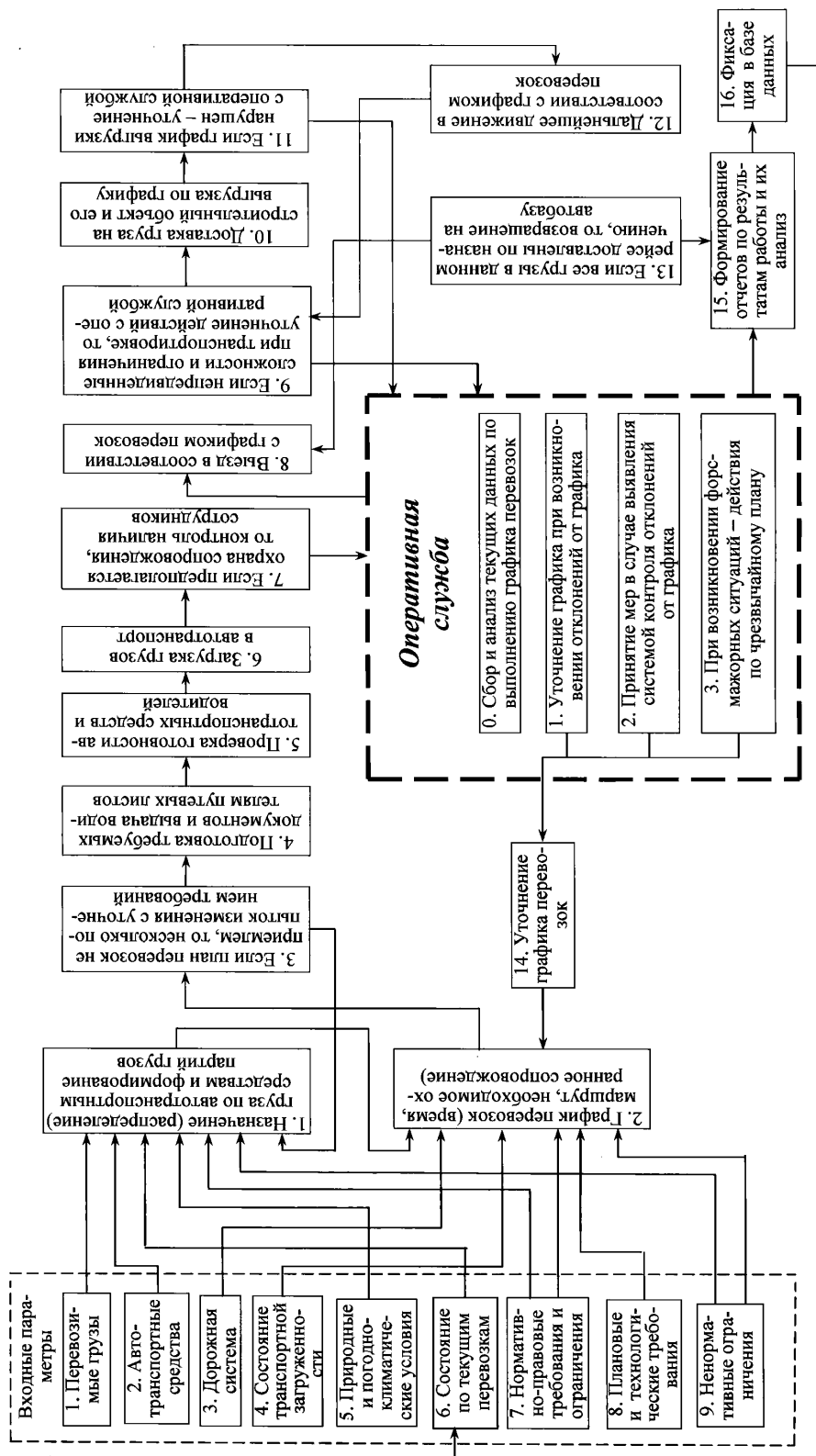


Рис. Функциональная схема поставок грузов автогоспартом

Охарактеризуем подробнее информацию, которая может рассматриваться как «входная» для этой модели с использованием двух иерархических уровней – пунктов и подпунктов в них. Часть подпунктов может рассматриваться как «факторы риска» для АТК, владельцев грузов, других транспортных средств и пр. По мнению автора статьи, предлагаемая классификация обладает свойствами «необходимости и достаточности».

1. Перевозимый груз – его: а) объемно-весовые параметры; б) консистенция (конструкции, механизмы, оборудование, твердые материалы, сыпучие материалы, бетонные и иные смеси и растворы, расфасованные сыпучие и жидкие материалы в твердой и мягкой упаковке, жидкие и газообразные материалы); в) степень/вид опасности (неопасные, взрывоопасные, горючие, отравляющие и ядовитые, клеевые, задымляющие, рассыпные); г) ценность (рыночная стоимость) груза; д) природно-физические и иные факторы, способные воздействовать на перевозимый груз с нежелательным исходом (слишком высокие или низкие температуры; воздействия электрического тока или электромагнитного поля, в том числе молний, разрядов статического электричества; вибрации/удары при транспортировке; физические повреждения контейнеров; воздействия химических веществ и реагентов, с которыми у груза могут происходить опасные реакции в процессе транспортировки).

2. АТС, доступные перевозчику (собственные, привлеченные, потенциально возможные для приобретения – в том числе в лизинг): а) состав (в том числе перечисление специальной автотехники с указанием ее специализации, а также дополнительных возможностей по каждой единице); б) количество АТС по каждому типу; в) объемно-весовые параметры по каждой единице техники; в) номинальные транспортные параметры (средняя скорость движения на трассе, ширина занимаемой полосы, возможности в отношении поворотов и разворотов, высота – без груза и с типовым грузом, дальность движения с полностью заправленным баком); г) эксплуатационные параметры (расход топлива; количество водителей и специальных сопровождающих; требования к квалификации водителей; себестоимость перевозок; требованию к наличию сопровождения машинами ГИБДД, сотрудниками полиции и/или охранных фирм); д) состояние АТС (пробег – общий и после последнего капитального ремонта; степень изношенности основных частей – двигатель, система управления, остова), наличие и состав повреждений их, а также «расходных элементов» – шины и пр.; е) степень готовности к работе (квалификация и состояние) водительского состава; ж) уровень его мотивации к выполнению автотранспортных перевозок, соблюдению условий доставки грузов.

3. ДСР, включающая инфраструктуру дорожной сети и ее ограничения на различных участках: а) карта сети дорог; б) фактическое состояние дорожного покрытия; в) пропускная способность (количество полос и ограничения по скорости) на каждом участке; г) наличие ограничений по участкам, включая накладываемые средствами регулирования движения – допустимая нагрузка на дорожное полотно со стороны АТС с грузом; допустимые габариты АТС с грузом, ограничиваемые мостовыми переходами, газопроводами, линиями электропередач и пр.; степень готовности к эксплуатации (или изношенности) дорожного полотна, наличие дорожной разметки, количество светофоров, пешеходных переходов, «лежачих полицейских», железнодорожных переездов, паромов и пр.; д) наличие средств контроля движения – системы видеоконтроля, регистраторы скорости, стационарные посты полиции; е) степень сложности участка – наличие и крутизна спусков/подъемов, значимых изгибов дороги и полотна, поворотов и разворотов, пересечений с другими дорогами.

4. Состояние использования транспортной системы (автодорог) на текущий момент и на период планирования (составления графика перевозок): а) загруженность каждого участка в течение суток и в течение недели, в том числе легковыми автомобилями и большегрузным транспортом; б) пассажиро- и пешеходопоток по каждому участку; в) присутствие полиции и других контролирующих органов по каждому участку дороги; г) статистика ава-

рийных ситуаций по участкам; д) проведение строительных и ремонтных работ на участках дороги в период планирования; е) высокий уровень дорожной преступности.

5. Природные и погодно-климатические условия на маршрутах перевозки грузов на период планирования. Возможные варианты: а) нормальные погодные условия; б) плохое сцепление с дорожным полотном – из-за гололеда, дождя, града, наледи; в) плохая видимость на дороге – из-за тумана, песчаной бури, сильного дождя, дыма; г) плохая управляемость автотранспортом – из-за сильных порывов ветра, урагана; д) сильная жара; е) сильный холод; ж) экстремальные условия на дороге – наводнение, расплавленное от жары дорожное покрытие, смерч, сильный дождь, снег, туман, град, мощное магнитное поле («северное сияние»).

6. Состояние по текущим перевозкам на конец регламентного периода – в конце рабочего дня, суток, недели, месяца, года включает следующее: недоставленные и испорченные грузы по вине АТК с анализом возможных последствий для нее; недоставленные и испорченные грузы по вине получателя с анализом возможных действий со стороны АТК; недоставленные и испорченные грузы по вине «третьих лиц» – также с анализом последствий; перечень единиц автотранспорта АТК, не вернувшихся в гаражи (или на стройплощадки) по окончании рабочего дня, а также причины этого; повреждения АТС АТК, полученные в течение рабочего дня.

7. Нормативно-правовые требования и ограничения: а) федеральное законодательство в сфере дорожного движения; б) региональное законодательство, касающееся дорожного движения; в) нормативные документы полиции, министерства здравоохранения и других федеральных органов, касающиеся сферы дорожного движения; г) правила (ограничения) движения, в том числе временно установленные на региональном уровне.

8. Плановые и технологические регламентные требования строительной или грузовой компании: а) график и порядок доставки грузов по назначению; б) плановые и технологические требования по срокам доставки (например, бетона, асфальта); в) требования по уровню динамических нагрузок на перевозимый груз (то есть недопущение его резких встрясок, ударов); г) требования по времени обработки (погрузки и выгрузки) доставляемого груза; д) ограничения по количеству «слоев» груза в кузове (на платформе) АТС; е) требования по методам и надежности закрепления груза при транспортировке; ж) требования по «маркировке» грузов, выходящих за пределы штатных габаритов АТС; з) требования по страхованию собственно груза, а также ответственности АТК и лично водителей при его транспортировке в отношении возможных ущербов для дорожных сооружений, других транспортных средств и пр.

9. Ненормативные ограничения, опирающиеся на опыт АТК, пожелания руководства строительной компании: а) избегать при перемещении груза определенных ситуаций (например, скоплений спортивных болельщиков, свадебных кортежей); б) требования по безопасности – отсутствие действий, способствующих утечке информации о характере груза, постоянный контроль за состоянием груза (включая, возможно, его температурные режимы), периодическое информирование о местонахождении АТС (например, периодические телефонные переговоры с водителями, использование средств космической навигации GPSS, ГЛОНАС); в) ограничения по обслуживанию попутных грузов, а также неожиданных (включая «левые») заказов на перевозку – в том числе и при движении порожняком; г) ограничения по «подвозку» транспортом АТК случайных пассажиров, не имеющих отношения к грузам.

Итак, на вход модели или системы автоматизированного управления (САУ) поступает совокупность перечисленных выше данных. На их основе вначале формируются наборы перевозимых грузов соответственно отдельным АТС или их группам с учетом направлений перевозок, объемно-весовых характеристик грузов, желательной партионности грузов и дру-

гих факторов. Затем формируются графики перевозок различных наборов грузов с учетом имеющегося (доступного) состава АТС.

Далее после получения путевых документов и проверки готовности АТС и водителей начинается непосредственно процесс перевозок. В технологии предусмотрены процедуры реагирования на различные отклонения в процессе перевозок от плановых параметров, в частности: задержки на дорогах из-за транспортных пробок, аварий других АТС; поломок и аварий АТС АТК и строительных организаций; чрезвычайные ситуации разных типов; вынужденные задержки АТС на стройплощадках и др.

Процесс перевозок непрерывно контролируется и регулируется оперативной службой (ОС) организации (обычно – АТК), которая, таким образом, является одним из ключевых элементов процесса оперативного управления перевозками. Для повышения эффективности работы ОС целесообразно использовать «средства информатизации», оборудовав соответствующими средствами АТС. В частности, отметим спутниковые навигаторы, средства мобильной связи, акселерометры для контроля «режимов передвижения» АТС (последнее может быть существенным при перевозке «хрупких» грузов – например, стеклоизделий).

По завершении всех перевозок, предусмотренных планом, АТС возвращаются в гаражи. Соответственно информация, связанная с реализацией плана перевозок, анализируется и ее результаты выдаются руководству для осмысления и при необходимости принятия адекватных корректирующих мер (решений). Кроме того, вся информация фиксируется в базах данных САУ для последующего комплексного ретроспективного анализа. Действия же, связанные с перевозками, возвращаются к своему началу. Таким образом, по диаграмме на рисунке процесс перевозок является непрерывным (циклическим) и теоретически может никогда не заканчиваться.

Системный анализ факторов, влияющих на процесс перевозок строительных грузов автотранспортом. Прежде всего укажем, что все перечисленные на рисунке входные параметры являются ФВ, так как изменения значений любого из них потенциально могут приводить к изменениям в процессе планирования/организации перевозок. Однако множество ФВ не ограничивается только приведенными входными параметрами. На любом из показанных на рисунке этапов процесса перевозки грузов есть свои специфические ФВ, причем многие из них связаны с возможностью использования современных компьютерных технологий. Укажем основные из них (в соответствии с функциональной диаграммой рисунка). Большинство этих ФВ связано с наличием или отсутствием определенных возможностей в АТК – при недостатке этих возможностей эффективность реализации соответствующих этапов системы перевозок грузов может сильно снижаться.

1. Наличие программных средств, позволяющих рационально сформировать требуемые варианты распределения грузов по партиям, а также оптимизировать графики перевозок. При этом стандартные компьютерные методы оптимизации для решения классических «транспортных задач» в практическом плане обычно являются непродуктивными.

2. Наличие (и оперативная доступность) необходимых вычислительных мощностей, достаточных для проведения расчетов при распределении грузов и формировании графиков перевозок.

3. Наличие и степень освоенности человеко-машинных процедур, позволяющих провести анализ качества сформированного плана перевозок.

4. Наличие автоматизированной системы формирования всей необходимой для выполнения перевозок документации, а также ее верификации (проверки) в соответствии с установленным регламентом.

5. Наличие системы контроля технического состояния АТС и оценки степени их пригодности для перемещения грузов в соответствии с графиком (планом) перевозок.

6. Эффективность системы контроля состояния (работоспособности) водителей перед выполнением рейсов.

7. Качество/надежность систем локализации местонахождения груза (фактически – АТС) в оперативном режиме – например, с помощью систем спутниковой навигации или систем сотовой связи.

8. Уровень надежности системы сопровождения ценных грузов, обеспечения их криминальной и физической безопасности.

9. Наличие устойчивой системы оперативной связи с сотрудниками службы сопровождения перевозимого груза, с водителями.

10. Качество системы оперативного контроля за процессом выполнения графика перевозок грузов, включая процессы их выгрузки и погрузки.

11. Эффективность системы оперативной помощи в ликвидации аварий АТС, произошедших в процессе перевозки грузов.

12. Наличие технологии (плана действий) при возникновении непредвиденных (нештатных) и различных форс-мажорных ситуаций.

13. Продуктивность систем оперативной корректировки графика перевозок при возникновении несущественных отклонений от разработанных планов.

14. Наличие систем анализа процессов перевозки грузов, выполнения графика перевозок и работы АТК в целом, формирования отчетов по результатам анализа.

15. Эффективность системы обеспечения сохранности автотранспортной техники и грузов в АТК.

Отметим, что по крайней мере для пунктов 1–4, 7, 13, 14 из этого списка важное значение имеет информационно-телекоммуникационная компетентность персонала АТК, позволяющая полноценно использовать технические и программные средства, имеющиеся в их распоряжении [7].

Таким образом, с учетом входных параметров системы учета/анализа автоперевозок общее число выявленных в работе ФВ составляет $9+15=24$. При этом каждый из ФВ часто имеет достаточно разнообразный набор возможных «значений» (вариантов), сильно отличающихся по доступным методам нейтрализации неблагоприятных воздействий. Например, для ФВ «5. Природные и погодноклиматические условия» методы нейтрализации влияния состояний «холод» и «жара» совершенно различны.

Часть из перечисленных ФВ поддается определенному воздействию со стороны АТК, то есть эти факторы можно отнести к категории «частично управляемых». К ним отнесем: входные факторы модели «1. Грузы», «2. Автотранспортные средства», «7. Регламентные требования», «8. Ненормативные ограничения», а также всю группу из 15 приведенных выше ФВ, привязанных к функциональной схеме по рис. 1. На основе этого набора ФВ и следует формировать систему оперативного управления процессами автотранспортных перевозок строительных грузов. При этом выбор оптимальных вариантов решений по планированию автоперевозок носит многокритериальный характер и может осуществляться с использованием различных методов/алгоритмов [17].

Полноценная программно-аппаратная реализация для группы из перечисленных 15 факторов является основой формирования САУ оперативным процессом автоперевозок в АТК.

Отметим также актуальность вопросов информационной безопасности деятельности АТК [8], в том числе связанных с выявленными ФВ, их оценками. Это касается, в частности, следующего: качества работы «каналов связи» с подвижными объектами АТК, а также доступа из офисов АТК в Интернет; достоверности и оперативности получаемой АТК информации о составе и объемах грузов, планируемых по перевозкам, перевозимым, уже перевезенным; оперативности получения АТК и водителями автотранспорта текущей информации

о повреждениях автодорог; автотранспортных происшествиях, мешающих движению АТС, о возникновении пробок на автомагистралях и пр.; исключения несанкционированного доступа посторонних лиц и организаций к базам данных САУ АТК и пр.

Выводы.

1. В работе предложена общая функциональная схема перевозок грузов автотранспортом с выделением всех участников этого процесса, а также всех возможных взаимосвязей между ними. Эта схема является основой для формализованного анализа и автоматизации процесса автотранспортных перевозок.
2. Выполнен системный анализ факторов, влияющих на эффективность процесса перевозок строительных грузов АТС. Результаты анализа могут быть использованы при решении задач оптимизации распределения ресурсов АТК и организаций СС.
3. Обоснован состав основных параметров, на основе которых должна строиться САУ АТК, а также ее функциональные подсистемы.
4. Полученные в работе результаты могут рассматриваться как основа для формирования САУ процессом автоперевозок не только для специализированной АТК, занимающейся перевозками строительных грузов, но и для АТК других направлений деятельности.

Список литературы

1. Александров Л. А. Организация и планирование грузовых автомобильных перевозок / Л. А. Александров, А. И. Малышев, А. П. Кожин, Е. П. Володин и др. ; под ред. Л. А. Александрова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высшая школа, 1986. – 336 с.
2. Аникеич А. А. Сменно суточное планирование работы грузовых автомобилей на ЭВМ / А. А. Аникеич, А. Б. Грибов, С. С. Сурин. – Москва : Транспорт, 1976. – 152 с.
3. Бардинер С. М. Проектирование АСУ на автомобильном транспорте / С. М. Бардинер, В. М. Дагович, Р. Д. Мекниулов, К. В. Антонюк ; под ред. С. М. Бардинер. – Москва : Транспорт, 1975.
4. Бардинер С. М. Автоматизированные системы управления на автомобильном транспорте / С. М. Бардинер, В. М. Бобарыкин, В. М. Дагович. – Москва : Транспорт, 1977. – 159 с.
5. Батищев И. И. Проблемы и перспективы развития грузового автомобильного транспорта России / И. И. Батищев // Автотранспортное предприятие. – 2003. – № 5. – С. 1924.
6. Босенко В. Н. Методика прогнозирования основных показателей эффективности проекта строительства участка магистрального нефтепровода / В. Н. Босенко, А. Г. Кравец // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 2. – С. 140–146
7. Брумштейн Ю. М. ИКТ-компетентность стран, регионов, организаций и физических лиц: системный анализ целей, направлений и методов оценки / Ю. М. Брумштейн, А. Б. Кузьмина // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 2. – С. 47–63.
8. Брумштейн Ю. М. Комплексный анализ факторов информационной и интеллектуальной безопасности регионов / Ю. М. Брумштейн, А. Н. Подгорный // Информационная безопасность регионов. – 2011. – № 1 (8). – С. 8–14.
9. Вельможин А. В. Технология, организация и управление грузовыми автомобильными перевозками / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин. – Волгоград, 1999. – 296 с.
10. Вельможин А. В. Грузовые автомобильные перевозки / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. – 2-е изд., стереотип. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2007. – 560 с.
11. Витвицкий Е. Е. Практика оперативного планирования затрат на перевозку грузов в городах / Е. Е. Витвицкий, Н. И. Юрьева // Вестник СибАДИ. – 2012. – Вып. 6 (28). – С. 18–24.
12. Войтенков С. С. Практика перевозок массовых строительных грузов в городах / С. С. Войтенков, Е. Е. Витвицкий // Технология, организация и управление автомобильными перевозками: юбилейный сб. науч. тр. – Омск : СибАДИ, 2008. – С. 11–17.
13. Войтенков С. С. Сравнение результатов применения различных технологий доставки строительных грузов в городах / С. С. Войтенков, Е. Е. Витвицкий // Автотранспортное предприятие. – 2009. – № 5. – С. 43–45.

14. Гронин Д. П. Повышение эффективности автомобильных перевозок в системе доставки грузов с использованием терминальных комплексов : дис. ... канд. техн. наук / Д. П. Гронин. – Волгоград, 2006. – 217 с.
15. Джонсон Джеймс Вуд. Современная логистика : пер. с англ. / Джеймс Вуд Джонсон, Ф. Доналд, Даниел Верлоу, Л. Мерфи-мл, Р. Поль. – 7-е изд. – Москва : Вильямс, 2005. – 624 с.
16. Заруднев Д. И. Методика выбора автотранспортных средств для перевозки грузов : дис. ... канд. техн. наук / Д. И. Заруднев. – Омск, 2005. – 237 с.
17. Кандырин Ю. В. Многокритериальное структурирование альтернатив в автоматизированных системах выбора / Ю. В. Кандырин, Л. Т. Сазонова, Г. Л. Шкурина, А. Д. Чивилев // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 1. – С. 23–33.
18. Ковалев И. А. Автоматизация процесса управления перевозками массовых грузов кольцевыми маршрутами : автореф. дис. ... канд. техн. наук / И. А. Ковалев. – Екатеринбург, 2007. – 23 с.
19. Короткова Е. Н. Оптимизация функционирования транспортного процесса в цепи поставок : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е. Н. Короткова. – Москва, 2010. – 16 с.
20. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок : пер. с англ. / М. Кристофер. – Санкт-Петербург : Питер, 2004. – 316 с.
21. Курганов В. М. Управление автомобильными перевозками на основе ситуационного подхода : дис. ... д-ра техн. наук / В. М. Курганов. – Москва, 2004. – 334 с.
22. Трофимова Л. С. Технологическое планирование работы подвижного состава при перевозке строительных материалов : дис. ... канд. техн. наук / Л. С. Трофимова. – Омск, 2000. – 199 с.
23. Шапиро Дж. Моделирование цепи поставок : пер. с англ. / Дж. Шапиро ; под ред. В. С. Лукинского. – Санкт-Петербург : Питер, 2006. – 720 с.

References

1. Aleksandrov L. A., Malyshev A. I., Kozhin A. P., Volodin Ye. P. et al. *Organizatsiya i planirovanie gruzovykh avtomobilnykh perezozok* [Organization and planning of road freight transport], 2 ed., rev. and add. Moscow, Vysshaya shkola, 1986. 336 p.
2. Anikeich A. A., A. B. Gribov, Surin S. S. *Smenno sutochnoe planirovanie raboty gruzovykh avtomobiley na EVM* [Change daily planning of truck work on the computer]. Moscow, Transport, 1976. 152 p.
3. Bardiner S. M. (ed.), Dagovich V. M., Mekniulov R. D., Antonyuk K. V. *Proektirovanie ASU na avtomobilnom transporte* [Designing automated road transport]. Moscow, Transport, 1975.
4. Bardiner S. M., Bobarykin V. M., Dagovich V. M. *Avtomatizirovannyye sistemy upravleniya na avtomobilnom transporte* [Automated control systems for road transport]. Moscow, Transport, 1977. 159 p.
5. Batishchev I. I. Problemy i perspektivy razvitiya gruzovogo avtomobilnogo transporta Rossii [Problems and prospects of development of road freight transport in Russia]. *Avtotransportnoe predpriyatie* [Transport Enterprise], 2003, no. 5, p. 1924.
6. Bosenko V. N., Kravets A. G. Metodika prognozirovaniya osnovnykh pokazateley effektivnosti proekta stroitelstva uchastka magistralnogo nefteprovoda [The method of predicting how well a project of constructing the main pipeline]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2013, no. 2, pp. 140–146.
7. Brumshiteyn Yu. M., Kuzmina A. B. IKT-kompetentnost stran, regionov, organizatsiy i fizicheskikh lits: sistemnyy analiz tseley, napravleniy i metodov otsenki [ICT competence of countries, regions, organizations and individuals: a systematic analysis of the objectives, directions and methods of assessment]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2014, no. 2, pp. 47–63.
8. Brumshiteyn Yu. M., Podgornyy A. N. Kompleksnyy analiz faktorov informatsionnoy i intellektualnoy bezopasnosti regionov [A comprehensive analysis of the factors of information security and intellectual regions]. *Informatsionnaya bezopasnost regionov* [Information security of regions], 2011, no. 1 (8), pp. 8–14.
9. Velmozhin A. B., Gudkov V. A., Mirotin L. B. *Tekhnologiya, organizatsiya i upravlenie gruzovymi avtomobilnymi perezozkami* [Technology, organization and management of road freight]. Volgograd, 1999. 296 p.
10. Velmozhin A. B., Gudkov V. A., Mirotin L. B., Kulikov A. B. *Gruzovye avtomobilnye perezozki* [Freight transport by road], 2 ed., stereotyp. Moscow, Goryachaya liniya – Telekom, 2007. 560 p.

11. Vitvitskiy Ye. Ye., Yureva N. I. Praktika operativnogo planirovaniya zatrat na perevozku грузов v gorodakh [Practice of operational planning costs for the transport of goods in cities]. *Vestnik Sibirskoy gosudarstvennoy avtomobilno-dorozhnoy akademii* [Bulletin of Siberian State Automobile and Highway Academy], 2012, issue 6 (28), pp. 18–24.

12. Voytenkov S. S., Vitvitskiy Ye. Ye. Praktika perevozok massovykh stroitelnykh грузов v gorodakh [Practice of transport of mass construction materials in cities]. *Tekhnologiya, organizatsiya i upravlenie avtomobilnymi perevozkami: Yubileynyy sbornik nauchnykh trudov* [Technology, organization and management of road freight: Jubilee proceedings]. Omsk: SibADI, 2008, pp. 11–17.

13. Voytenkov S. S., Vitvitskiy Ye. Ye. Sravnenie rezultatov primeneniya razlichnykh tekhnologiy dostavki stroitelnykh грузов v gorodakh [Comparison of the results of the application of different technologies of delivery of construction materials in cities]. *Avtotransportnoe predpriyatie* [Motor Transport Company], 2009, no. 5, pp. 43–45.

14. Gronin D. P. *Povyshenie effektivnosti avtomobilnykh perevozok v sisteme dostavki грузов s ispolzovaniem terminalnykh kompleksov* [Improved road transport of goods in the delivery system using terminal complexes]. Volgograd, 2006. 217 p.

15. Dzhonson Dzheymz Vud, Donald F., Verlou Daniel, L. Merfi-ml, Pol R. *Sovremennaya logistika* [Modern Logistics], 7th ed. Moscow, Vilyams, 2005. 624 p.

16. Zarudnev D. I. *Metodika vybora avtotransportnykh sredstv dlya perevozki грузов* [Technique for choosing vehicles for goods transport]. Omsk, 2005. 237 p.

17. Kandyrin Yu. V., Sazonova L. T., Shkurina G. L., Chivilev A. D. Mnogokriterialnoe strukturirovanie alternativ v avtomatizirovannykh sistemakh vybora [Multicriteria structuring alternatives for automated selection]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2014, no. 1, pp. 23–33.

18. Kovalev I. A. *Avtomatizatsiya protsessa upravleniya perevozkami massovykh грузов koltsevymi marshrutami* [Automation of process control transportation of bulk circular route]. Yekaterinburg, 2007. 23 p.

19. Korotkova Ye. N. *Optimizatsiya funktsionirovaniya transportnogo protsessa v tsepi postavok* [Optimizing the operation of the transport process in the supply chain]. Moscow, 2010. 16 p.

20. Kristofer M. *Logistika i upravlenie tsepkami postavok* [Logistics and Supply Chain Management]. St. Petersburg, Peter, 2004. 316 p.]

21. Kurganov V. M. *Upravlenie avtomobilnymi perevozkami na osnove situatsionnogo podkhoda* [Road transport management based on the situational approach]. Moscow, 2004. 334 p.

22. Trofimova L. S. *Tekhnologicheskoe planirovanie raboty podvizhnogo sostava pri perevozke stroitelnykh materialov* [Technological planning of rolling stock during transportation of construction materials]. Omsk, 2000. 199 p.

23. Shapiro Dzh. *Modelirovanie tsepi postavok* [Modeling supply chain]. St. Petersburg, Piter, 2006. 720 p.

УДК 681.3:612.76

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ
И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИЖЕНИЙ ЧАСТЕЙ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА¹**

Статья поступила в редакцию 22.04.2014, в окончательном варианте 07.09.2014.

Брумштейн Юрий Моисеевич, кандидат технических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, тел. 8 (8512) 61-08-43, e-mail: brum2003@mail.ru

Аксенова Юлия Юрьевна, студентка, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, тел. 8 (8512) 61-08-43, e-mail: lesenok-sacok@mail.ru

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ. Грант № 14-06-00279 «Разработка методов исследования и моделирования объемов/структуры интеллектуальных ресурсов в регионах России».