

ПЛАНИРОВАНИЕ СУТОЧНОГО ОБЪЕМА ПРИ РЕГУЛЯРНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ МАССОВЫХ НАВАЛОЧНЫХ ГРУЗОВ

Кузьмин Н.А.¹, Плеханов Д.К.¹, Пачурин Г.В.¹

¹ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Нижний Новгород, Россия (603600, г. Н. Новгород, ГСП-41, ул. Минина, 24, НГТУ), email: kuzntu@mail.ru

В настоящее время наукой разработаны различные средства и методы, позволяющие поднять на новую качественную ступень планирование и управление производством. Эти методы находят широкое применение и на автомобильном транспорте. Наряду с серьезным развитием средств связи, до сих пор остро стоит вопрос об оптимальности сменно-суточного планирования работы грузовых автомобилей во взаимосвязи со складами поставщиков и потребителей. Для его решения необходимо создание достаточно адекватной реальному производственному процессу имитационной модели, с последующим проведением вычислительного эксперимента, целью которого является поиск оптимальных показателей работы системы, что практически невозможно получить в реальных производственных условиях в силу больших временных и материальных затрат. В статье рассмотрена стратегия сменно-суточного планирования грузовых автомобильных перевозок, при которой суточный объем вычисляется только на те дни, когда количество груза на складе грузополучателя становится меньше установленного страхового запаса (двухуровневая система), а в остальные дни назначается нулевой объем, и маршрут в эти дни не работает. Данная стратегия апробирована на имитационной модели, где получены характерные зависимости суммарного времени дефицита на складе потребителя от размера страхового запаса.

Ключевые слова: автомобильный грузовой транспорт, сменно-суточное планирование, управление производством, имитационная модель, страховой запас, маршрут.

PLANNING DAILY VOLUME AT REGULAR ROAD TRANSPORT BULK BULK CARGO

Kuzmin N.A.¹, Plehanov D.K.¹, Pachurin G.V.¹

¹FGBOU VPO Nizhny Novgorod State Technical University. RE Alekseev Nizhny Novgorod, Russia (603600, Nizhny Novgorod, GSP-41, str. Minin, 24, NSTU Univ., email: PachurinGV@mail.ru

Today, science has developed a variety of tools and methods to raise it to a new qualitative stage in the planning and management of production. These methods are widely used in road transport. Along with the great development of communication, is still the question about the optimal shift-day planning of trucks in conjunction with warehouses of suppliers and consumers. To resolve this issue, you must create adequate enough real manufacturing process simulation model, followed by the numerical experiments, the aim of which is to search for optimal performance system that practically impossible to obtain in real production conditions, due to the large time and material costs. In this article considers the strategy shift-day planning of road freight transport, in which the daily volume is calculated only on those days when the number of cargo at the warehouse of the consignee becomes less than the set safety stock (two-tier system), and other days is assigned zero volume, and route these days is not working. This strategy has been tested on a simulation model where the characteristic dependences of total time deficit to a warehouse of the consumer on the size of the insurance reserve.

Keywords: road freight transport, shift-daily planning, production management, simulation model, safety stock, route.

Введение

Сменно-суточный план составляется с учетом максимального использования всего состава автомобилей, предназначенного к выпуску на линию. При составлении этого плана особое внимание должно быть обращено на всемерное повышения коэффициента использования пробега и коэффициента использования грузоподъемности грузовых автомобилей.

Также надо понимать, что даже при самой лучшей диспетчерской работе в конце дня может возникнуть ситуация, когда требуемый объем перевозок не будет выполнен. Тогда

придется перераспределять невыполненную работу на остальные дни, и здесь надо будет учитывать особенности конкретного автотранспортного предприятия. Если есть резерв автомобилей, то работу можно выполнить сразу же, если же нет, то ее придется перераспределять на остальные дни. Руководствуясь сменно-суточным планом, диспетчерская группа осуществляет выпуск автомобилей на линию и, систематически наблюдая за ходом перевозок, обеспечивает бесперебойное движение и наиболее рациональное использование каждого автомобиля [4].

Выполнение сменно-оперативного плана перевозок целиком зависит от того, насколько хорошо проведена подготовительная работа грузовой группой, насколько рационально составлен оперативный план перевозок по каждой смене на данные сутки как по АТП в целом, так и по каждому отдельному автомобилю и, наконец, самое важное: как успешно диспетчерская группа обеспечила выпуск автомобилей на линию, насколько оперативно осуществляет руководство всей работой по выполнению перевозок, как умело организует нормальное движение автомобилей и быстро восстанавливает его при нарушениях [1].

Повышение эффективности перевозок грузов автомобильным транспортом невозможно без постоянного совершенствования и улучшения системы управления этим сложным и многогранным процессом. На уровне автотранспортного предприятия наибольший вес имеет подсистема оперативного управления перевозками [3]. Изучение основных закономерностей функционирования этой подсистемы с целью ее последующей оптимизации на реальных производственных процессах (по причине высокого уровня их неопределенности) представляет довольно сложную задачу. Одним из практически приемлемых путей решения этой задачи является создание достаточно адекватной имитационной модели транспортного процесса как объекта управления и системы управления этим процессом, с последующей многократной ее реализацией на ЭВМ [6]. Такая методика позволяет быстро менять структуру системы управления, применяемую стратегию и основные ее параметры, а после анализа полученных результатов выбрать наиболее оптимальный вариант. Экономическая эффективность - очевидна. Объектом управления в создаваемой модели принимается работа группы автомобилей, снабжающих некоторым видом груза склад клиента-потребителя на маятниковом маршруте с обратным незагруженным пробегом. В этом случае моделированию подлежат два взаимосвязанных процесса: процесс перемещения автомобилей по маршруту и процесс перемещения единиц груза со склада клиента-поставщика на склад клиента-потребителя, а также процесс накопления и расходования груза на этом складе [2].

Методика и результаты исследования

В последние годы наукой разработаны такие аспекты сменно-суточного планирования работы грузовых автомобилей, как определение кратчайших расстояний на транспортной

сети, оптимальное закрепление грузополучателей за грузоотправителями, маршрутизация, расчет необходимого числа автомобилей и т.д., однако все эти составляющие оперативного планирования грузовыми автомобильными перевозками основываются на изначально известном объеме перевозок на сутки. Возникает вопрос: как правильно определить плановый объем перевозок на сутки, чтобы обеспечить удовлетворение запросов клиентов минимумом суммарных затрат на управление запасами и на транспортную работу, т.е. необходимо комплексно рассмотреть такую логическую систему, как поставщик – автотранспортное предприятие – потребитель [4].

Вопросу применения имитационного моделирования к решению задач автомобильного транспорта, как одному из быстроразвивающихся направлений математических исследований сложных стохастических систем, посвятили свои работы такие известные ученые, как Афанасьев Л.Л., Александров Л.А., Великанов Д.П., Вельможин А.В., Воркут А.И., Геронимус Б.Л., Гудков В.А., Завадский Ю.В., Житков В.А., Смехов А.Л., Кожин А.П., Ходош М.С., Царфин Л.В, Ширяев С.А. и др. Однако сменно-суточное планирование рассматривалось лишь как составление рациональных маршрутных перевозок и выбора оптимального подвижного состава, только для перевозки заданного на сутки конкретного объема груза, а учет такого фактора, что суточный объем перевозок может и должен корректироваться с учетом текущей обстановки, не производился, то есть сменно-суточное планирование должно вестись не только на конкретный день работы, но и на весь период в соответствии с плановым объемом перевозок [4]. Причем в этом случае возможны несколько стратегий оптимального выбора объема перевозок на данный день. Рассмотрим четыре возможные стратегии сменно-суточного планирования при регулярных автомобильных перевозках массовых навалочных грузов.

По первой стратегии (рис. 1) объем перевозок на планируемые сутки рассчитывается из условий равномерного распределения образовавшегося «перевоза» или «недовоза» на данный момент по формуле

$$Q_k = \frac{Q - \sum_1^{k-u-1} Q'_k - \sum_{k-u}^{u-1} Q_k}{D - (k - 1)}, \quad (1)$$

где Q_k - планируемый объем перевозок на k -е сутки;

Q - объем перевозок, планируемый на весь период моделирования;

Q'_k - фактически выполненный объем перевозок за k -е сутки;

D - продолжительность периода моделирования в сутках;

k - номер планируемых суток;

u - число дней задержки информации.

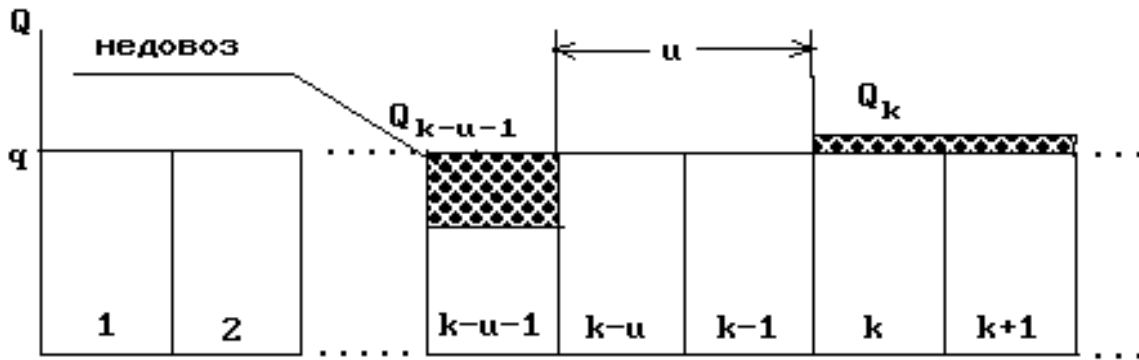


Рис. 1. Схема планирования сменно-суточного задания по первой стратегии.

По второй стратегии (рис. 2) управления планируемый объем перевозок определяется исходя из требования немедленного устранения образовавшегося «перевоза» или «недовоза» уже в течение планируемых суток

$$Q_k = \frac{kq}{l} - \sum_1^{k-u-1} Q'_k - \sum_{k-u}^{u-1} Q_k, \quad (2)$$

где q - начальный рассчитанный среднесуточный объем перевозок.

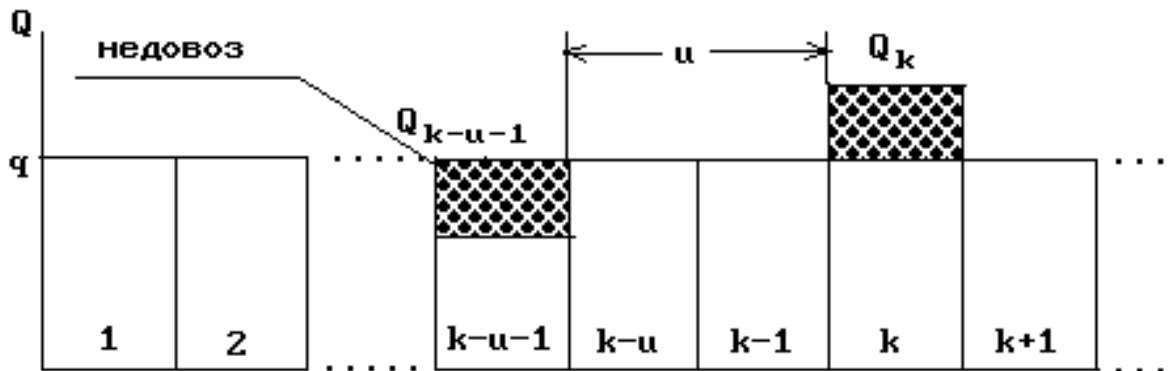


Рис. 2. Схема планирования сменно-суточного задания по второй стратегии.

Если в двух первых случаях критерием для определения сменно-суточного задания являлось лишь требование обязательного выполнения планового задания за весь период моделирования, то в третьей и четвертой стратегиях учитывается и изменение запасов груза на складе клиента-потребителя.

При расчете объема перевозок на сутки по третьей стратегии его величина ежесуточно определяется как разность между емкостью склада потребителя груза и фактическим количеством его на складе (рис. 3)

$$Q_k = I_{\max} - I, \quad (3)$$

где Q_k - планируемый суточный объем перевозок; I_{\max} - емкость склада; I - текущее количество груза на складе.

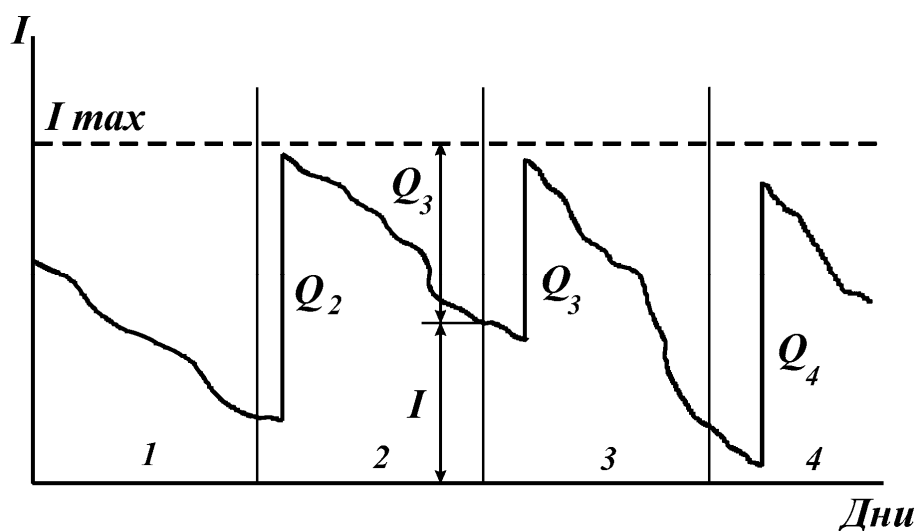


Рис. 3. Схема планирования сменно-суточного задания по третьей стратегии.

Рассмотрим наиболее приемлемый вариант решения вопроса сменно-суточного планирования, а именно схему планирования сменно-суточного задания (суточного объема перевозок) по стратегии с двумя установленными уровнями для склада потребителя груза (емкость склада и страховой запас). При использовании данной схемы (рис. 4) суточный объем вычисляется только на те дни, когда количество груза на складе грузополучателя становится меньше установленного страхового запаса (двухуровневая система), а в остальные дни назначается нулевой объем, и маршрут в эти дни не работает:

$$Q_k = \begin{cases} I_{\max} - I, & \text{если } I \leq S; \\ 0, & \text{если } I > S, \end{cases} \quad (4)$$

где I_{\max} – емкость склада-потребителя;

I – текущее количество груза на складе;

S – размер страхового запаса.

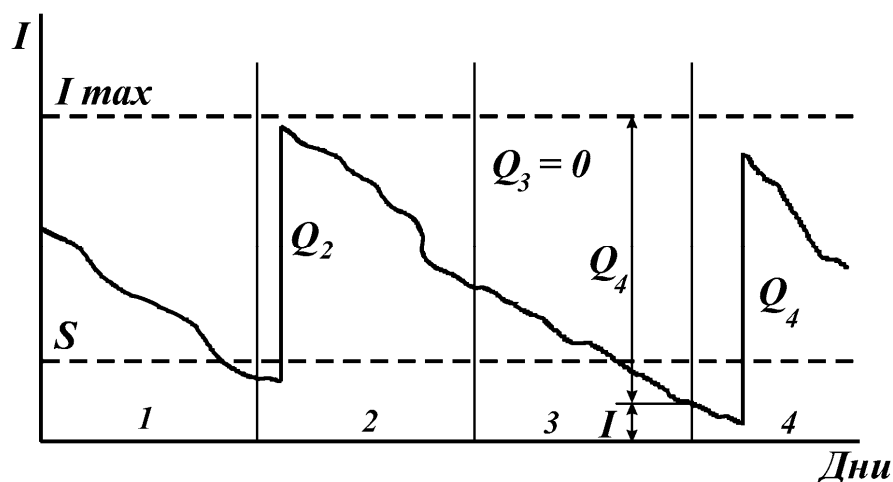


Рис. 4. Схема планирования сменно-суточного задания по стратегии с двумя установленными уровнями.

Таким образом, по данной схеме диспетчер АТП в конце каждого рабочего дня узнает текущее количество груза на складе клиента-потребителя, и если оказывается, что текущий уровень груза опустился ниже страхового запаса, то объем перевозок на следующие сутки по данному клиенту определяется по формуле (4), иначе на планируемый день АТП просто не будет работать с данным грузополучателем, уведомляя его об этом.

Такая стратегия известна под названием стратегии с установленной периодичностью пополнения запасов до постоянного уровня [4]. После этого на основании установленного суточного объема перевозок, результатов прогнозирования и данных о маршруте и используемом подвижном составе по формулам, известным из теории грузовых автомобильных перевозок, производится расчет потребного числа автомобилей, по желанию устанавливается резерв провозных возможностей, определяется число постов погрузки и разгрузки и вычисляется интервал движения и график выпуска автомобилей на линию, после чего происходит передача управления в контур линейной диспетчеризации.

Основным показателем, подлежащим оптимизации в данной логической структуре, является страховой запас, но в связи с тем что подобные схемы обладают высоким уровнем неопределенности, то целесообразно для исследования использовать имитационное моделирование [2]. В нашем случае анализ проводился на уже имеющейся подробной модели управления совместной работой складского терминала и транспортного плеча, разработанной на кафедре «Автомобильный транспорт» Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.

В результате 1000 реализаций при каждом значении страхового запаса, взятого в процентах от емкости склада, были получены зависимости накопленного времени дефицита на складе от размера страхового запаса, представленные на рис. 5. Здесь под оптимистичной и пессимистичной оценками подразумеваются минимальное и максимальное значение при

1000 реализациях в каждой исследуемой точке, а под реалистичной оценкой – математические ожидания накопленного времени дефицита D при данном значении страхового запаса S .

Данная зависимость была получена при следующих основных исходных данных:

- емкость склада – 200 т;
- начальное количество груза на складе – 100 т;
- время моделирования – 20 дней;
- Время в наряде – 10 часов;
- Скорость погрузки-разгрузки – 16 т/ч;
- Скорость расхода груза со склада-потребителя – 12т/ч.

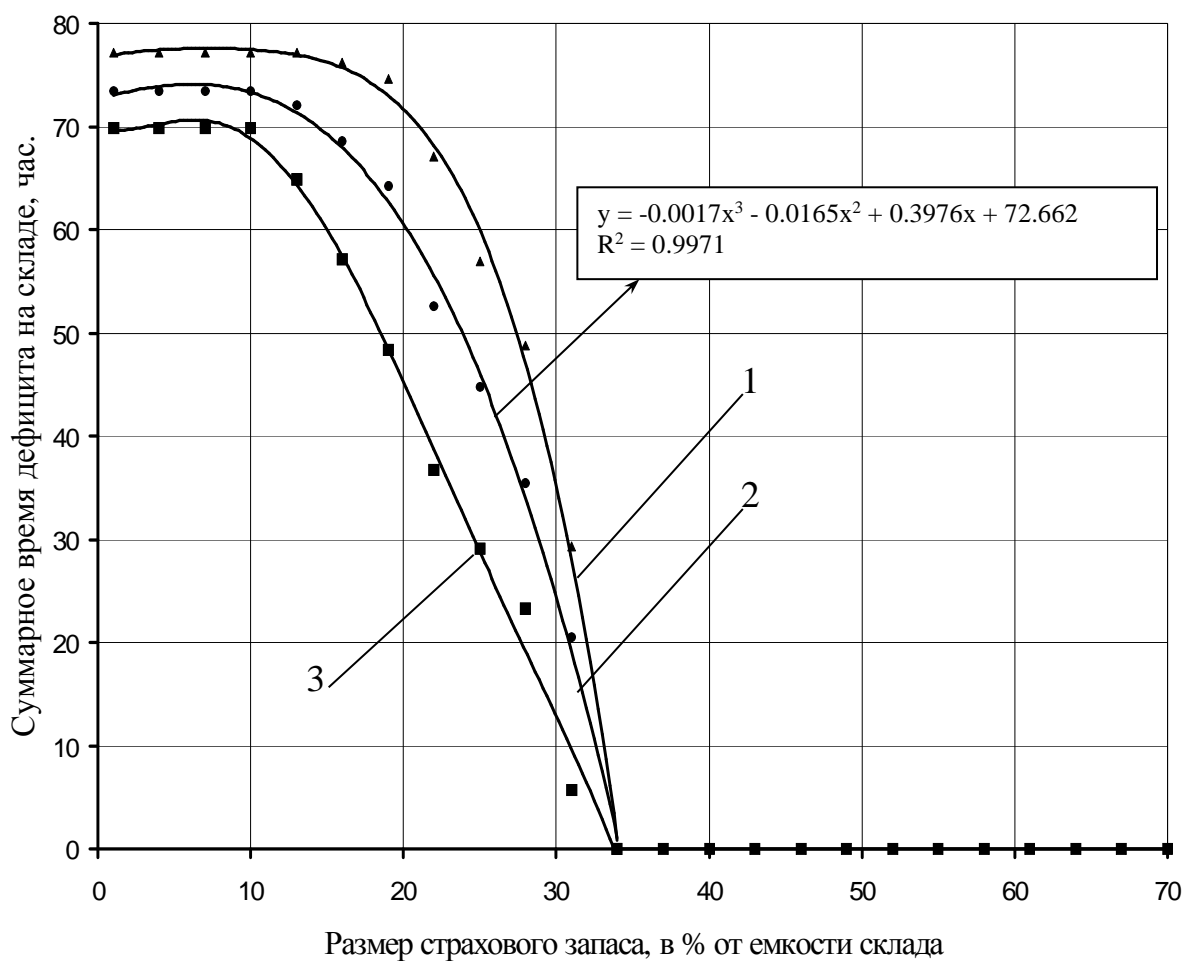


Рис. 5. Зависимость суммарного времени дефицита на складе потребителя от размера страхового запаса (1 - пессимистичная, 2 - реалистичная и 3 - оптимистичная оценки).

Проведя корреляционно-регрессионный анализ с реалистичной оценкой данной зависимости (рис. 5, кривая 2), получили следующие величины (в связи с небольшим объемом данной статьи расчеты не представлены).

- 1) Уравнение линии регрессии

$$D = -0.0017s^3 - 0.0165s^2 + 0.3976s + 72.662 , \quad (5)$$

2) Ковариация

$$Cov(x,y)=219 ,$$

3) Коэффициент корреляции

$$\rho_{xy} = 0.83 ,$$

4) Корреляционное отношение

$$\eta_{xy} = 93.22\% .$$

В данном случае коэффициент корреляции не имеет существенной роли, т.к. при отклонении исследуемой зависимости от линейного вида коэффициент корреляции ρ_{xy} теряет свой смысл, как характеристика степени тесноты связей, и следует пользоваться корреляционным отношением. По вычисленному значению корреляционного отношения можно судить, что выбранная линия регрессии достаточно полно описывает рассматриваемую зависимость.

Очевидное убывание кривой зависимости накопленного времени дефицита от страхового запаса $D = f(s)$ происходит до определенной оптимальной точки, правее от которой дефицит отсутствует (объясняется это тем, что при достижении определенного значения страхового запаса скорость расхода груза со склада оказывается неспособной опустошить склад за время в наряде). Эту точку можно определить, приравняв (5) нулю. В итоге мы получаем, что при заданных выше условиях оптимальное значение страхового запаса будет составлять $s = 34\%$ от емкости склада.

Выводы

Предложенная схема использования метода имитационного моделирования позволяет достаточно легко проводить исследования величин, характер зависимости которых в реальных производственных условиях получить достаточно сложно по ряду объективных причин, связанных с материальными и временными затратами.

Список литературы

1. Кузьмин Н.А. Техническая эксплуатация автомобилей: нормирование и управление : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». – М. : ФОРУМ, 2011. - 224 с.
2. Лавров Л.Г. Экономико-математические методы проектирования и управления АТП : учеб. пособие / ННПИ. - Н. Новгород, 1992. - 89 с.

3. Плеханов Д.К., Кузьмин Н.А. Стратегии диспетчерского управления работой грузовых автомобилей при массовых перевозках // Автотранспортное предприятие. – 2009. - № 12. - С. 40-41.
4. Плеханов Д.К., Лавров Л.Г. Логистика на автомобильном транспорте. Комплекс учебно-методических материалов по изучению дисциплины. - Н. Новгород : НГТУ, 2006. - 84 с.
5. Родников А.Н. Логистика : терминологический словарь. - М. : Инфра-М, 2000. - 340 с.
6. Смехов А.А. Математические модели процессов грузовой работы. - М. : Транспорт, 1992. - 256 с.

Рецензенты:

Панов А.Ю., д.т.н., профессор, директор ИПТМ, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ), г. Нижний Новгород.

Молев Ю.И., д.т.н., профессор кафедры «Строительные и дорожные машины» (СДМ), Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ), г. Нижний Новгород.