

Министерство образования и науки РФ
Иркутский государственный технический университет

Сборник научных трудов студентов и преподавателей института авиационного строительства и
транспорта

«Авиационное строительство и транспорт Сибири - 2012»

Иркутск 2012

Авиамашиностроение и транспорт Сибири – 2012 :сб. научных трудов студентов и преподавателей института авиамашиностроения и транспорта эл. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2012. – 195 с.

Ответственный редактор: А.В. Зедгенизов – канд. Техн. наук, доцент.

ФГБОУ ВПО
Иркутский государственный
технический университет

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ИССЛЕДОВАНИЯ СКОРОСТЕЙ СООБЩЕНИЯ АВТОБУСОВ РАЗНОЙ ВМЕСТИМОСТИ В КРУПНЕЙШЕМ ГОРОДЕ. Яценко С.А Яценко О.П. Гармышева В.А.	6
МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПАРКА ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ В РОССИИ. Яценко С.А Яценко О.П. Макиева К.Д.	11
ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА ЛЬГОТНЫХ КАТЕГОРИЙ НАСЕЛЕНИЯ. Тарханова Н.В. Бутакова Н.Г.	15
ОСОБЕННОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК ЛЬГОТНЫХ КАТЕГОРИЙ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДСКИМ ПАССАЖИРСКИМ ТРАНСПОРТОМ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ Тарханова Н.В. Дурицына Е.А.	19
ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ УЛИЦАХ. И. А. Гусевская, Сорокина Л.В., Ковалева Т.С., А.Г. Левашев	23
АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ СЪЕМОК ПЛАНА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ. С.Ю. Лагереv, Р.Ю. Лагереv, И.Г. Карпов	30
СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИОРИТЕТА ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА. А.В. Андрееv, А.А. Лыткина	33
ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ ДОРОЖНОЙ НЕРОВНОСТИ НА СКОРОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА И ВЫБРОС ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ. Д.Г. Бурков, В.В. Скутельник.	36
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИОРИТЕТНОГО ДВИЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ СТРАН АЗИИ И АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА. Е.А. Дурицына, А.А. Лыткина	41
УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ ЧЕРЕЗ СЕТЬ РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ. Лагереv Р.Ю., Лагереv С.Ю., Капов И.Г.	45
К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ НА НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ. Борисова В.В., С.Л. Чикалина, Е.Н. Чикалин.	53
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТАКСМОТОРНЫХ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ В ИРКУТСКЕ. С.В. Колганов, Т.С. Климова	58
МИРОВОЙ ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ ТАКСО-МОТОРНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ. С.В. Колганов, Т.П. Романовская	63
КООРДИНАТНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В ПЛАНЕ. С.Ю. Лагереv, Р.Ю.Лагереv, И.Г. Карпов	70
МОНИТОРИНГ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛЕТЕЙ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ	

ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА Карпов И.Г., Лагерев Р.Ю., Лагерев С.Ю.	73
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ. В. Е.Муковкина, С.Л. Чикалина, Е.Н. Чикалин	81
ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ MSC/NASTRAN. Карпов И.Г., Лагерев Р.Ю., Лагерев С.Ю.	86
СОЗДАНИЕ СКЛАДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ: РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА СКЛАДОВ, КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О СОБСТВЕННОСТИ СКЛАДА. Прокофьева О.С., Бутакова Н.Г., Дурицына Е.А.	91
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ГРУЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ТЕРМИНАЛОВ И СКЛАДСКИХ КОМПЛЕКСОВ В РОССИИ. Прокофьева О.С., Бутакова Н.Г.	96
ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ДОРОЖНЫХ НЕРАВНОСТЕЙ. Д.Г. Бурков, В.В. Скутельник	101
К ВОПРОСУ О НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА. Шаров М.И., Дученкова А.В., Гусевская И.А.	106
ОЦЕНКА ЧИСЛА ГЕНЕРИРУЕМЫХ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ МИКРОРАЙОНА НА ИНДИВИДУАЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ МИКРОРАЙОНА «БАЙКАЛЬСКИЙ» Г. ИРКУТСКА А.Н. Зедгенизова, Д.В. Корчева А.В. Зедгенизов	113
ОЦЕНКА ЧИСЛА ГЕНЕРИРУЕМЫХ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ НА ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ МИКРОРАЙОНА «БАЙКАЛЬСКИЙ» Г. ИРКУТСКА. А.Н. Зедгенизова, Л.В. Широколобова, А.В. Зедгенизов	119
НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В РОССИИ. А.В. Зедгенизов, А.Н. Зедгенизова	125
ОЦЕНКА ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ МЕЖДУ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ В ПЛОТНОМ ТРАНСПОРТНОМ ПОТОКЕ. К.Е. Карпенко, К.А. Ануфриенкова, А.Н. Зедгенизова, А.В. Зедгенизов	127
ОЦЕНКА ЕМКОСТИ ПОС. РАБОЧЕЕ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ПРИБЫТИЯ НА ИНДИВИДУАЛЬНОМ И ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ Ю.А. Ю.А. Ильиных, Д.В. Корчева, П.В. Хурухаев, Л.П. Догюсова, А.С. Антипин, А.В. Зедгенизов	132
ТВОРЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ Кочелаевский П.Д. Клименкова С.Б.	142
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЁХМЕРНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ. Белокрылова О. В., Климова Л.Г., Фоменко К.С.	147

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ МАЛОЖЕСТКИХ ВАЛОВ. Л.Г. Климова, О.В. Белокрылова, Л.А. Назыров	151
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ». Сергеенко Д. Клименкова С.Б. Иванова М.А.	156
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КРИОГЕННОГО МЕТОДА СБОРКИ ДЛЯ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С РАДИАЛЬНЫМ НАТЯГОМ. Павликова С.Ю. Климова К.С.	159
КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СОЕДИНЕНИЯ С РАДИАЛЬНЫМ НАТЯГОМ. Павлскова С.Ю. Адушинова Е.В.	162
ДИНАМИЧЕСКОЕ ГАШЕНИЕ УГЛОВЫХ ВИБРАЦИЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ СВЯЗЯМИ ВТОРОГО ПОРЯДКА А.В. Максимова, В.Г. Грудинин.	165
ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНИЯ И МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА С ДРЕВНИХ ВРЕМЁН И ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ К.Е. Даниленок, А.Г. Костаношвили	175
МЕТОДОЛОГИЯ СЕРТИФИКАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ. И.А. Малушко, А.Г. Костаношвили	184
ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ УПРУГОЙ МУФТЫ. А.Ю. Николаев, В.Г. Грудинин	190

доцент кафедры менеджмент и логистика на транспорте ИрГТУ Яценко С.А.
 студент ИрГТУ гр. АР(б) – 11 – 1 Яценко О.П.
 студентка ИрГТУ гр. ОАП – 08 – 1 Гармышева В.А.

ИССЛЕДОВАНИЯ СКОРОСТЕЙ СООБЩЕНИЯ АВТОБУСОВ РАЗНОЙ ВМЕСТИМОСТИ В КРУПНЕЙШЕМ ГОРОДЕ

Городские автобусные пассажирские перевозки сегодня являются важнейшим элементом в системе транспортных услуг. Автобусы по сравнению с другими городскими транспортными средствами обладают рядом преимуществ, среди которых высокая скорость и маневренность. Совершенствование процессов управления городскими автобусными пассажирскими предприятиями также требует комплексной оценки скоростных характеристик городских автобусов разной вместимости.

Скоростные свойства автобусов оцениваются: технической скоростью и максимальной скоростью. Техническая скорость наиболее полно характеризует скоростные свойства при движении в определенных условиях эксплуатации. Под технической скоростью понимают условную среднюю скорость за время движения. Значение технической скорости зависит от конструкции подвижного состава, его технического состояния, степени использования пассажироместности, дорожных условий, интенсивности транспортного потока, квалификации водителя, организации перевозок. Повышение технических скоростей движения – одна из важных задач при организации перевозок пассажиров.

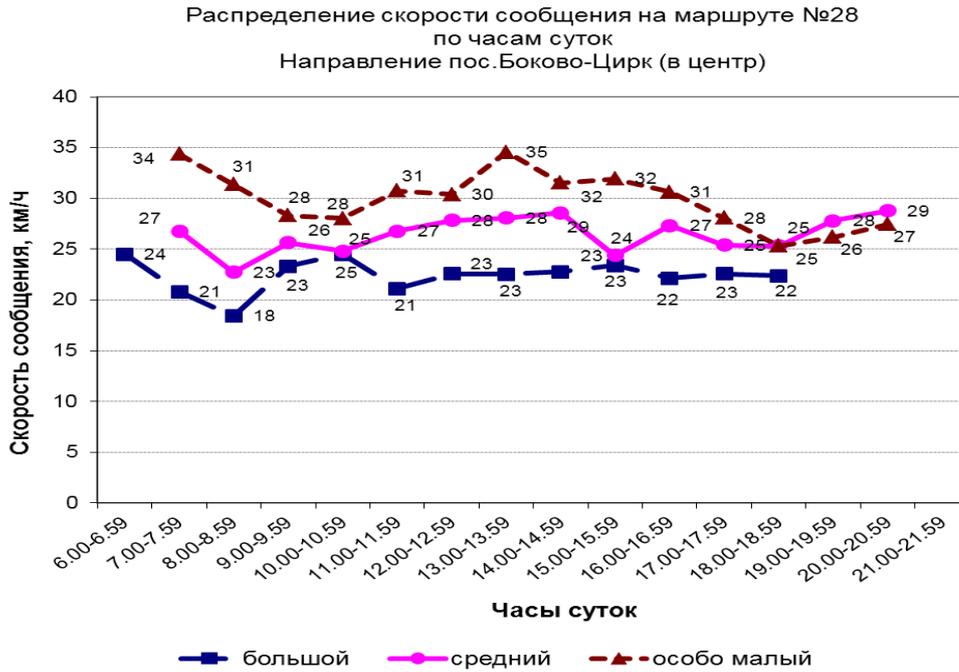
Максимальная скорость определяет предел скоростных возможностей подвижного состава. При расчетах могут иметь место неточности, поэтому большое значение имеет экспериментальное определение максимальной скорости. В настоящее время установлены минимальные пределы значений максимальных скоростей для автобусов. Максимальная скорость при номинальной вместимости должна быть не ниже: для городских автобусов – 70 км/ч; местных автобусов длиной 6 – 6,5 м – 85 км/ч; длиной 7 – 7,5 м – 90 км/ч; междугородных – 100 км/ч; экскурсионных и туристских – 90 км/ч [1].

Для пассажиров с точки зрения экономии общего времени на передвижение, важна скорость сообщения, или маршрутная скорость. Она определяется отношением длины маршрута (L_m) ко времени рейса (t_p):

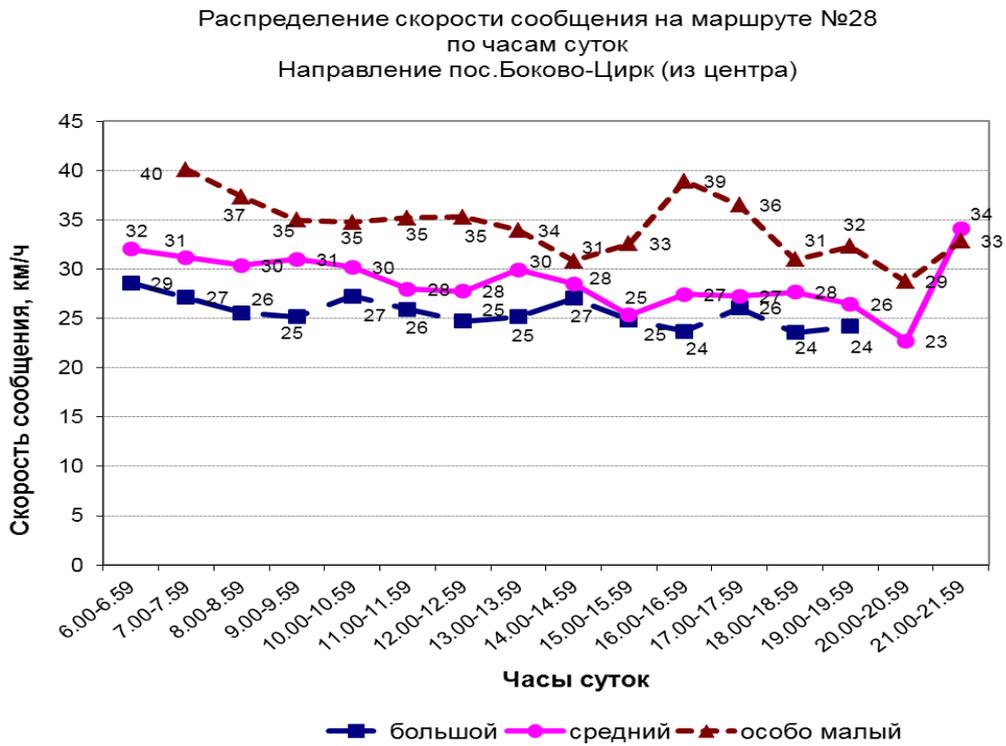
$$v_c = \frac{\sum_{i=1}^m L_{m_i}}{\sum_{i=1}^m t_{pi}} \quad (4.1)$$

Значение этой скорости зависит от организации транспортного процесса и расстояния перевозок.

Для проведения сплошного исследования скоростей сообщения был выбран один из типичных для г. Иркутска маршрутов, связывающих центр города с одним из крупных жилых микрорайонов. Задачей исследования являлось определение скоростей сообщения автобусов разной вместимости при прочих равных условиях эксперимента. Результаты исследования показали, что скорость сообщения для автобусов особо малого класса, с местами только для сидения, в часы пик по направлению в центр (рис. 1.(а)) и направлению из центра (рис. 1.(б)) может быть выше на 30 – 40% относительно других классов.



а) направление в центр



б) направление из центра

Рис. 1. Распределение скорости сообщения при сплошном исследовании по классам автобусов

В частности скорости сообщения в среднем за сутки распределились следующим образом:

- для микроавтобусов (особо малого класса) – 30 км/ч;
- для автобусов средней вместимости – 26 км/ч;
- для автобусов большой вместимости – 22 км/ч.

Исследование показало, что скорости сообщения у микроавтобусов выше в зависимости от часов суток и направлений движения. Выявилась разница в скорости сообщения по направлению движения автобусов в центростремительном и центробежном направлении. В центр максимальная разница в скорости сообщения в утренний «пик» достигала 40% между автобусами особо малой и большой вместимости, а по направлению из центра – чуть больше 30% (рис. 2).

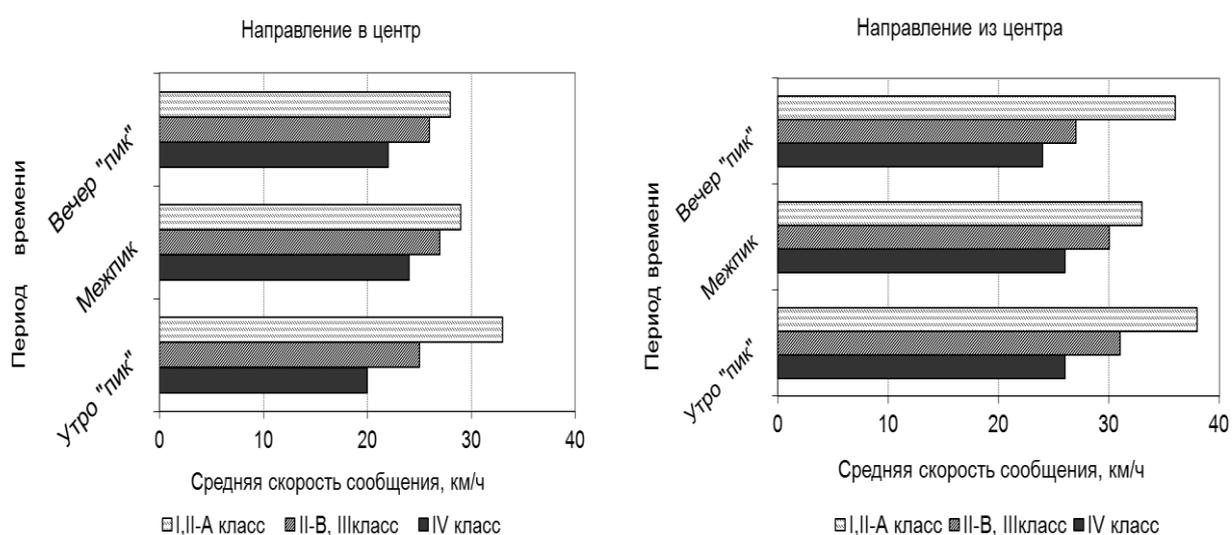


Рис. 2. Распределение скорости сообщения при сплошном исследовании по периодам времени и направлениям

При направлении из центра скорости в утренний пик по всем типам подвижного состава значительно выше, чем в центр. У микроавтобусов на 13%, у средних автобусов – на 19%, у больших – на 23%.

Утренние потоки транспортных средств в центр увеличивают интенсивность движения, на дороге создаются пробки, в то время как обратный центробежный поток значительно меньше, поэтому скорость может значительно увеличиваться.

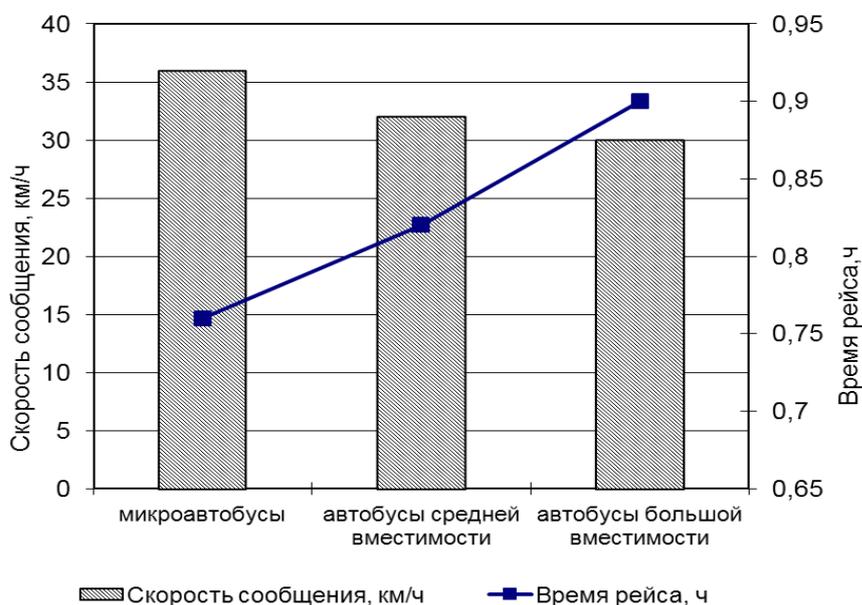
В вечерний пик у микроавтобусов из центра скорость также остается выше на 22%, чем в центр, а у остальных классов автобусов по направлениям эта разница сглаживается.

Результаты сравнительного исследования скорости сообщения при центробежном и центростремительном направлении, а также в межпиковый период времени показали, что скорости из центра вне зависимости от периода времени по всем классам автобуса больше, чем в центростремительном направлении.

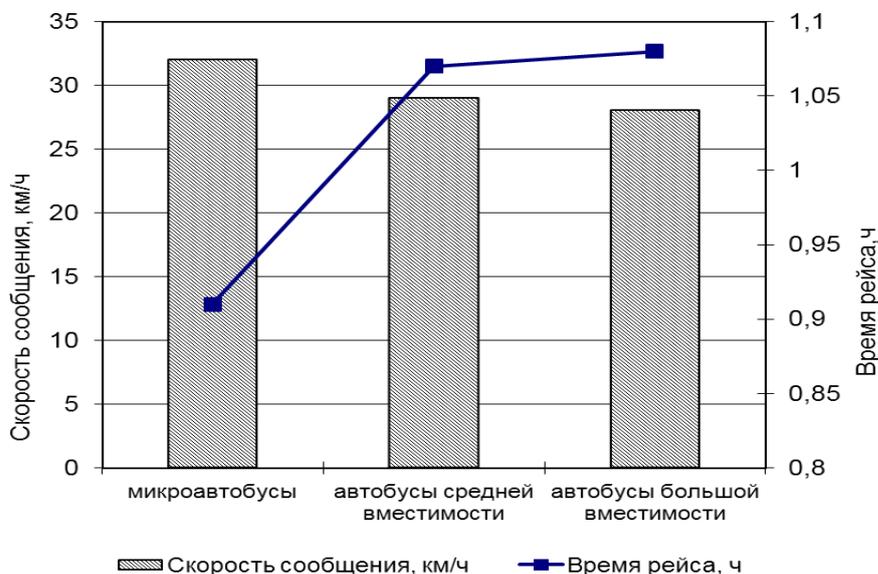
При определении времени оборотного рейса на протяженных радиальных маршрутах необходимо учитывать уменьшение или увеличение скорости сообщения в центростремительном и центробежном направлении опытным путем. Это время может существенно отличаться в разные периоды суток в связи с влиянием на скорость движения автобусов интенсивности транспортных потоков, заторов, продолжительности пассажирообмена на остановочных пунктах, а также влиянием наличия продольных уклонов по трассе маршрута.

Необходимость такого различия скорости сообщения подтверждена опытным путем [2, 3].

На рисунке 3 представлены зависимости времени рейса и скорости сообщения от вместимости автобуса.



а) межпиковый период времени



б) часы пик

Рис. 3. Зависимость времени рейса и скорости сообщения от вместимости автобусов по периодам времени

При отсутствии единого согласованного расписания прослеживается совершенно четкая тенденция роста скорости сообщения (и, соответственно, уменьшения времени рейса) с уменьшением вместимости автобуса. Однако разница в скоростях в часы пик несколько меньше, что объясняется более плотным транспортным потоком.

Распределение времени рейса по направлениям и часам суток необходимо учитывать для более детального составления расписания, для уменьшения простоев автобусов на конечных остановках и в некоторой степени для улучшения безопасности поездки пассажиров (водителю не придется нагонять расписание и создавать аварийные ситуации на дорогах).

Список литературы

Пассажирские автомобильные перевозки: учебник для вузов / В.А. Гудков [и др.]; под ред. Гудкова В.А. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 448 с.

Яценко С.А. Анализ классификации автобусных транспортных средств в системе городского пассажирского транспорта в современных условиях. Вестник ИРГТУ, №6 2011 Издательство ИРГТУ, с.79-83

Яценко С.А. Анализ современного состояния и перспективы развития городских автобусных перевозок (на примере г. Иркутска). Вестник ИРГТУ, №5 2010 Издательство ИРГТУ, с.171-176

доцент, кафедры менеджмент и логистика на транспорте ИрГТУ **Яценко С.А.**
 студент ИрГТУ гр. АР (б) – 11 – 1 **Яценко О.П.**
 студентка ИрГТУ гр. ОАП – 08 – 1 **Макиева К.Д.**

МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПАРКА ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ В РОССИИ

В последние годы в России на городских перевозках широкое применение нашли автобусы особо малой вместимости (микроавтобусы). Одной из причин их широкого распространения является более высокая скорость сообщения. Однако, чрезмерное увеличение числа микроавтобусов приводит к скоплению их на остановочных пунктах, отказам в посадке из-за малой вместимости и, в конечном счете, к снижению скорости сообщения и увеличению затрат времени пассажиров на поездки. Кроме этого, в реальной практике в городах широкое распространение получили регулярные маршруты, на которых одновременно используются автобусы различной вместимости.

В настоящее время в России насчитывается 373,8 тысячи автобусов и 892,7 тысячи микроавтобусов [2], порядка 28,3% парка автобусов находится в возрасте старше 20 лет и, скорее всего, к полноценной эксплуатации не должны допускаться [1]. Еще чуть более 30% автобусного парка находится в возрасте от 10 до 20 лет и лишь около 41% – моложе 10 лет.

Самой распространенной в стране маркой автобуса, используемой в городском сообщении, является ПАЗ, на долю которого приходится 41,8% от парка автобусов (рис. 1).

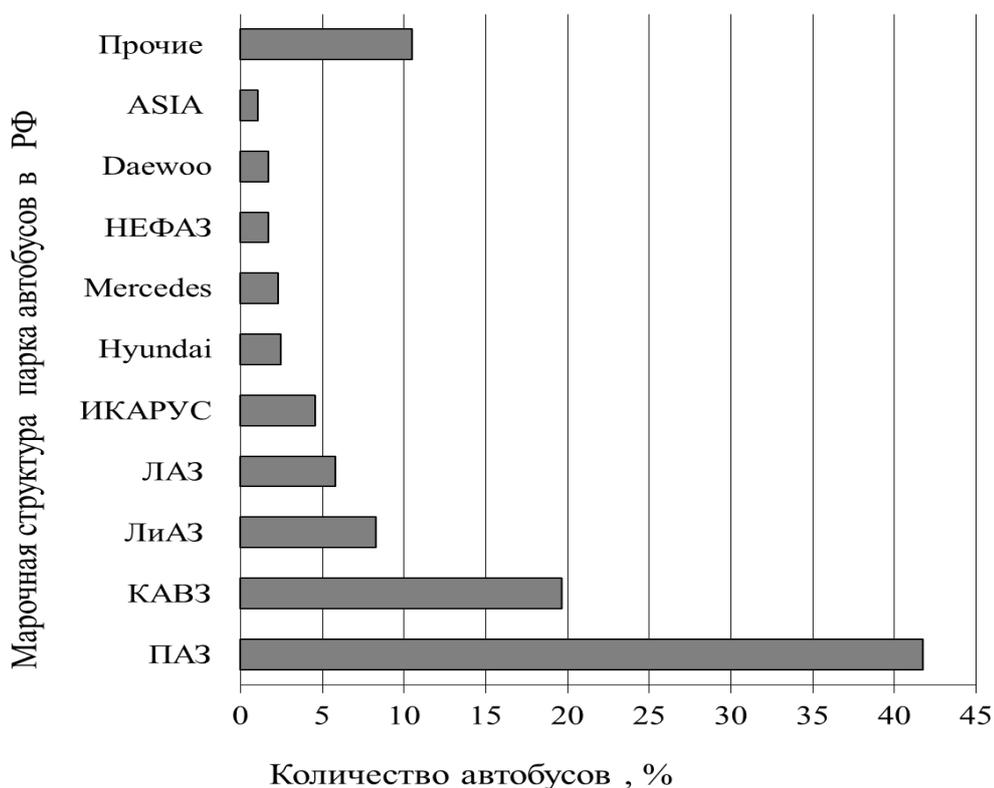


Рис. 1. Структура парка городских автобусов по маркам в РФ

Второй по массовости среди автобусов является марка КАВЗ (19,7%), на третьем месте ЛиАЗ (8,3%), на четвертом ЛАЗ – (5,8%). Всего автобусы отечественных марок со-

ставляют на сегодняшний момент более 75% пассажирского парка в стране. Среди иностранных марок по численности лидируют венгерские «Икарусы», доля которых составляла около 4,6% парка автобусов, при возрасте большей части машин свыше 10 лет. В десятку лидеров парка автобусов также входят иностранные марки Hyundai, Mercedes-Benz, Daewoo и Asia [2, 4].

Среди микроавтобусов лидирует продукция ГАЗ – различные модели Газель и Соболь занимают почти 40% парка. На втором месте за счет Дальнего Востока и Сибири держится Toyota, на долю которой приходится 14,8% парка. Третье место занимает продукция УАЗа (12,7%), а на четвертом и пятом – японские бренды Nissan (7,6%) и Mitsubishi (5,7%) [2]. В десятку лидеров среди микроавтобусов также входят РАФ, Mercedes-Benz, Volkswagen, Hyundai и Ford (рис. 2).

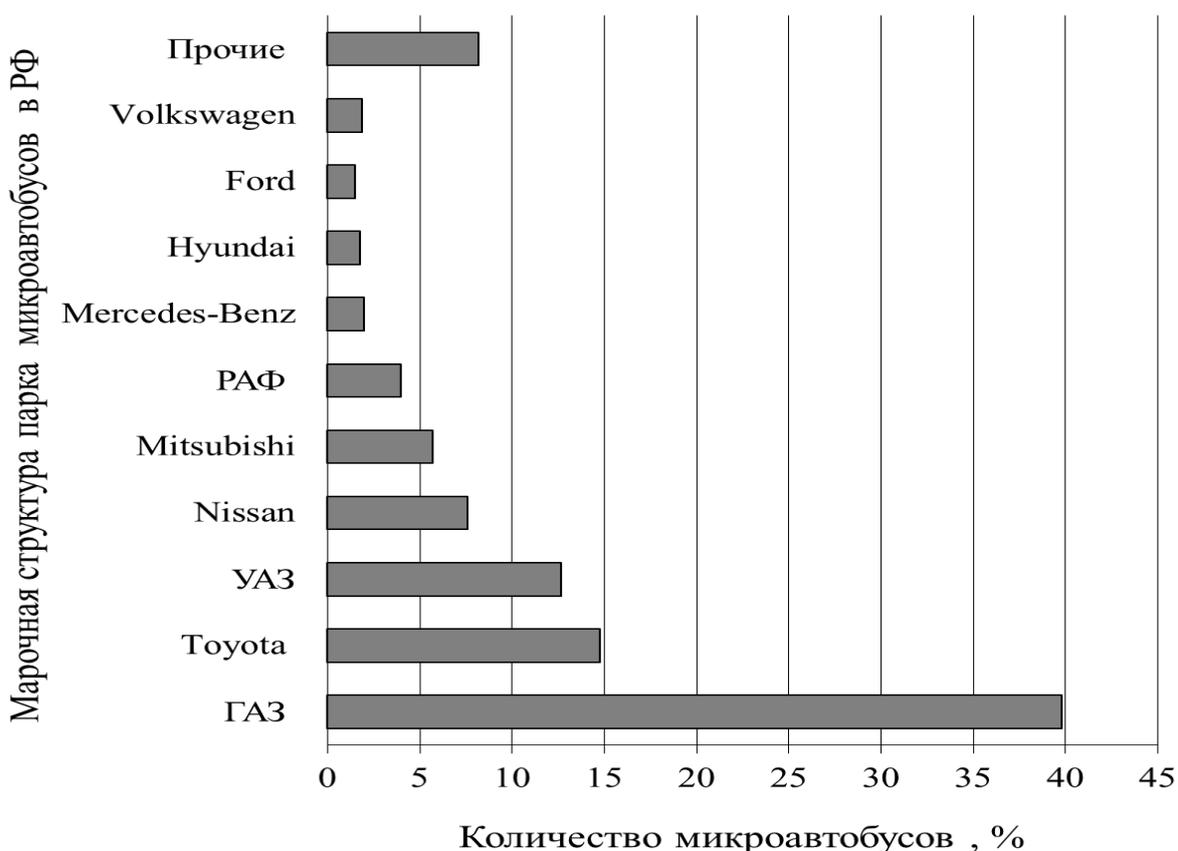


Рис. 2. Структура парка микроавтобусов по маркам в РФ

Структура российского парка автобусов неравномерно распределена по своему возрастному составу. Довольно значительная часть (40%) его эксплуатируется более 10 лет и весьма сильно изношена. Причем в этой возрастной группе находятся как автобусы российского производства, такие как ЛИАЗ, ПАЗ, КАВЗ, УАЗ, так и автобусы иностранных марок, значительную часть парка которых до сих пор составляют «Икарусы», находящиеся в основном на балансе муниципальных предприятий.

Кроме того, эту группу автобусов продолжает подпитывать ввоз из-за рубежа поддержанных машин всех классов, как европейских в западной части страны, так и японских и корейских автобусов всех классов в Дальневосточном и Сибирском округах.

К возрастной категории 7 – 10 лет относится около 15% автобусов, ее костяк составляют автобусы российских марок. Также именно к этой возрастной категории относится

значительная часть южнокорейских машин, используемых в основном в восточных регионах страны.

Довольно внушительная часть российского парка автобусов относится сегодня к возрастной категории 3 - 7 лет. Она составляет долю около 23% от парка. Именно в этой категории находится значительное число автобусов российских марок – ПАЗ, КАВЗ, ГАЗ.

Новым автобусам до трех лет принадлежит 20% российского парка. Эту группу составляют как все традиционные российские марки, так и марки, проявляющие активность на рынке именно в последние годы, такие как «Волжанин», «НЕФАЗ». В этой же категории находятся все китайские автобусы, парк которых с каждым годом увеличивается. Более активно ведут себя и европейские производители автобусов большого класса, такие как Scania. Активизировались поставки и новых микроавтобусов Mercedes, Toyota, Ford, Volkswagen, Hyundai.

Если рассматривать парк автобусов по регионам, то примерно пятая часть автобусного парка РФ – 82,6 тыс. шт. сосредоточена в Центральном Федеральном округе (ЦФО) – 21,1%. Высокая плотность парка автобусов объясняется здесь высокой плотностью населения в округе и его высокой трудовой активностью. Соответственно, следующий по величине парк автобусов сконцентрирован в Приволжском федеральном округе (ПФО). Общее количество автобусов в регионе составляет 73,3 тыс. шт. (19,6% парка). Третью строчку занимает Сибирский федеральный округ (СФО) с 68,1 тыс. шт. (18,2% от всего парка).

Значительно меньше автобусов – 53,9 тыс. шт. – в парке Южного федерального округа (ЮФО). Далее идут Уральский (УФО) – 37,4 тыс. шт. (10,0%) и Северо-Западный Федеральный округ (СЗФО) – 32,8 тыс. шт. (8,8%). Самый небольшой среди регионов автобусный парк в Дальневосточном федеральном округе (ДФО) – 25,7 тыс. шт. (6,9%). Значительно меньшее количество ПС в этих округах объясняется меньшей плотностью населения, проживающего на этих территориях, и меньшей протяженностью и плотностью автомобильных дорог.

Российские автобусы составляют основу парков практически во всех округах, за исключением Дальневосточного. При этом марка ПАЗ лидирует по объему парка во всех округах, за исключением Сибирского и Дальневосточного.

Парк зарубежных автобусов занимает долю в 15% от всего парка. В этой части парка есть как автобусы с длительными сроками эксплуатации, так и новые автобусы. Следует отметить, что прирост этого сегмента парка идет по целому ряду направлений – ввоз новых и подержанных микроавтобусов европейского производства, сборка корейских автобусов малого класса Hyundai и ввоз автобусов китайского производства практически всех классов. При этом именно китайские автобусы в настоящее время привносят и будут привносить наиболее весомую составляющую в рост данного сегмента парка во всех регионах [2, 3, 4].

При анализе парка микроавтобусов выяснилось, что распределение по федеральным округам отличается от автобусов большой и средней вместимости (рис. 3.) На первом месте – ДФО с показателем 185,9 тыс. шт. (20,8%). На втором – ЦФО, в котором насчитывается 180,5 тыс. шт. микроавтобусов (20,2%). Третье место оказалось за ЮФО – 143,0 тыс. шт. (доля парка 16,0%). Далее – СФО – 132,2 тыс. шт. (14,8%); ПФО с 114,3 тыс. шт. (12,8%), С-ЗФО – 78,3 (с долей 8,8%, равной доле в парке автобусов) и УФО с 58,4 тыс. шт. (6,4%).

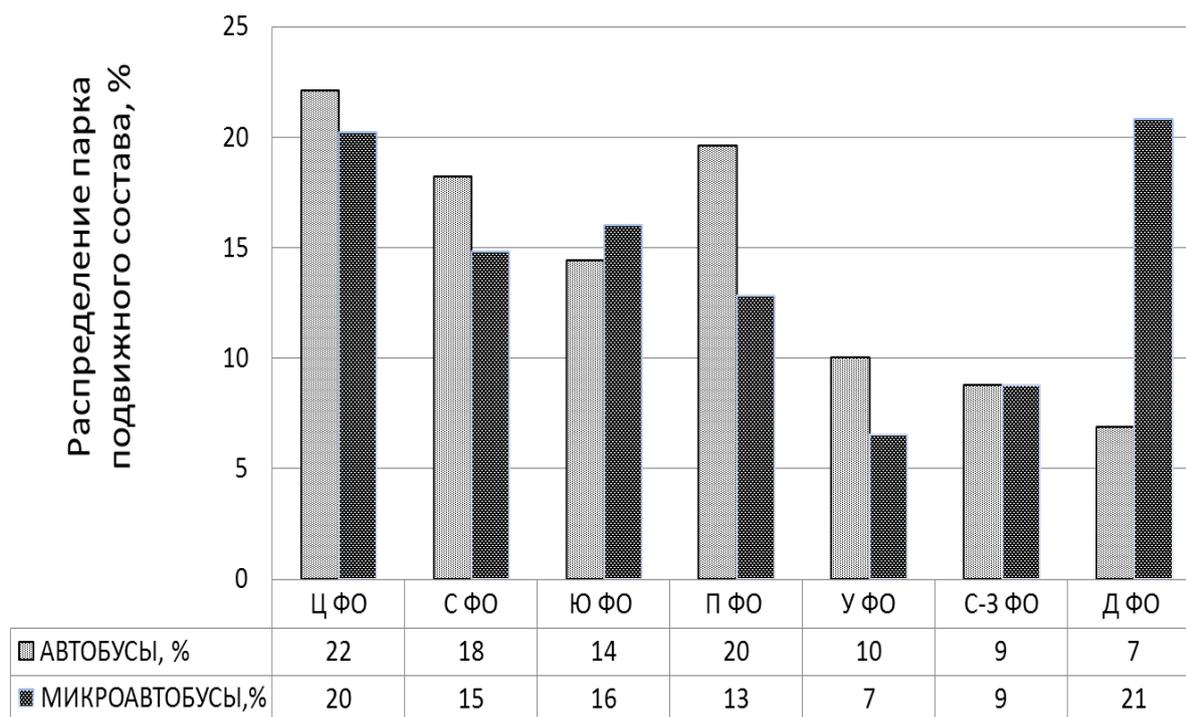


Рис. 3 Сравнительный анализ парка ПС по округам в РФ

На увеличение доли микроавтобусов на Дальнем Востоке повлияло большое количество подержанной японской техники, ввезенной жителями Приморья [2].

Такое перераспределение парка ПС в сторону автобусов особо малого класса и большого количества иностранных автобусов приводит к необходимости пересмотра существующих классификационных признаков автотранспортных средств, применяемых в российской системе городского пассажирского транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства России от 30 октября 2006 г. № 637 "Об утверждении Положения о лицензировании перевозок пассажиров автомобильным транспортом, оборудованным для перевозок более 8 человек".
2. Официальный сайт аналитического агентства «Автостат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autostat.ru>
3. Яценко С.А. Анализ структуры парка транспортных средств, используемых на городских пассажирских перевозках / С.А. Яценко, С.В. Колганов // Проблемы и перспективы развития Евроазиатских транспортных систем. Материалы II Международной научно-практической конференции. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ. 2010. С. 127 – 132.
4. Яценко С.А. Анализ классификации автобусных транспортных средств в системе городского пассажирского транспорта в современных условиях. Вестник ИРГТУ, №6 2011 Издательство ИРГТУ, с.79 – 83

Оценка транспортного спроса льготных категорий населения

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Ключевые слова: спрос на транспортные услуги; льготные категории пассажиров; транспортная подвижность; городской пассажирский транспорт; факторы, влияющие на транспортную подвижность.

Библиограф. 3 назв.

Изучение особенностей формирования транспортного спроса льготных категорий населения, базируется на исследовании их транспортной подвижности, а так же факторов влияющих на его изменение. Учет характеристик транспортного спроса, выраженных в количественных и качественных показателях является необходимым для разработки мероприятий по повышению качества транспортного обслуживания льготных категорий населения и эффективности функционирования городского пассажирского транспорта общего пользования в целом.

Транспортная подвижность населения - основная, исходная величина при определении провозной возможности транспортной системы. Число поездок, совершаемых одним человеком за единицу времени (сутки, год), называется **транспортной подвижностью** [1].

Вопросами подвижности льготных категорий населения занимались: Ваксман С.А., Глик Ф.Г., Гольц Г.А., Гудков В.А., Миротин Л.Б., Михайлов А.С., Спириин И.В., Швеи В.Л. и др. Формирование транспортной подвижности населения происходит под комплексным влиянием множества разнообразных факторов, степень воздействия которых неодинакова. Зависимость подвижности льготных категорий населения от факторов, на нее влияющих, исследована недостаточно полно. Между тем, это ключевые исходные данные для оценки уровня удовлетворения потребности льготных категорий населения в услугах ГПТОП, формирования требований к транспортной инфраструктуре и транспортной политике.

В настоящее время различают понятия потенциальной, реализуемой, абсолютной, общей, пешеходной, транспортной подвижности, учетной транспортной подвижности. Наиболее часто используются следующие разновидности понятия подвижности населения (табл.1).

Также различают *сетевую транспортную подвижность*, учитывающую число полных поездок от начального пункта до пункта назначения независимо от количества пересадок и видов транспорта, и *маршрутную транспортную подвижность*, где за целую поездку, принимается поездка в транспортном средстве одного маршрута, а поездка с одной пересадкой учитывается как две поездки.

Маршрутная транспортная подвижность вычисляется проще, обычно на основании проданных билетов, и потому в [статистических](#) данных обычно фигурирует именно она.

Из общей совокупности факторов, влияющих на транспортную подвижность населения, можно выделить четыре основные группы: социально-экономические, территориальные, организационные и природно-климатические (табл. 2).

Понятия подвижности населения

Понятия подвижности	Определения
<i>Учетная транспортная подвижность</i>	Число перемещенных пассажиров на всех видах городского пассажирского общественного транспорта, приходящееся на одного жителя в год (с учетом приезжих и пригородных пассажиров, а также пересадок с одного маршрута или вида транспорта на другой).
Транспортная подвижность	Число поездок, приходящееся в год на одного жителя.
<i>Подвижность населения</i>	Число передвижений, совершаемых в транспорте и пешим ходом на одного жителя в год.
<i>Потенциальная подвижность</i>	Число передвижений, соответствующее запросу населения, определяемое его биологической и общественной потребностью, социально-экономическими характеристиками эпохи, производственной необходимостью, исторически сложившимся укладом жизни, развитием средств информации и связи, культурными потребностями.
<i>Реализуемая подвижность</i>	Фактическое число передвижений в заданных условиях места и времени.
<i>Абсолютная подвижность</i>	Фактическое реализуемое число передвижений определенной группы населения, которое устанавливается натурными обследованиями.
<i>Общая подвижность</i>	Число передвижений в единицу времени (год, сутки, час) всеми группами населения, участвующего в передвижении, отнесенное к числу жителей, проживающих в административных границах населенного пункта.

Кроме указанных факторов на транспортную подвижность населения влияют [2, 3, 4]:

- состав населения по социальным группам,
- доходы населения,
- тарифы на поездку,
- плотность транспортной сети,
- провозные возможности подвижного состава и др.

При определении транспортной подвижности населения следует дополнительно учитывать плотность расселения жителей, уровень транспортной обеспеченности [5].

В конкретных исторических условиях существуют определенные факторы, влияющие на формирование показателя подвижности населения:

- изменение территориальных размеров населенного пункта,
- колебания доступности сообщений,
- совершенствование конструкций транспортных средств,

- изменение стоимости проезда.

Фактическая подвижность населения имеет большие колебания, учитывающие специфику природных, планировочных, социальных и транспортных особенностей. В качестве обобщающего фактора при оценке транспортной подвижности принимают численность населения, так как этот параметр наиболее легко поддается определению в отличие от социально-экономических факторов [3].

Таблица 2

Факторы, влияющие на транспортную подвижность населения

Виды факторов	Показатели
<i>Социально-экономические</i>	<ul style="list-style-type: none"> • материальное благосостояние населения; • размеры национального дохода, приходящегося на душу населения; • общий культурный уровень населения; • стоимость проезда; • доступность сообщений; • принадлежность жителей к той или другой социально-культурной группе.
<i>Организационные</i>	<ul style="list-style-type: none"> • разветвленность и плотность дорожной сети; • удобство использования подвижного состава и поездки; • качество обслуживания; • регулярность движения; • время работы; • соблюдение графиков и расписаний движений; интервал движения; • скорость перевозки пассажиров; • затраты времени на передвижение
<i>Территориальные</i>	<ul style="list-style-type: none"> • производственно-хозяйственное и историческое значение городов (населенных пунктов); • количество жителей; площадь города; • плотность застройки; планировочные особенности; • размещение на них центров тяготения (от пространственно-временных характеристик зон тяготения и проживания).

Транспортную подвижность учитывают:

- при проектировании транспортных сетей,
- обосновании маршрутных схем движения,
- выборе видов транспорта.

Для возможности прогнозирования транспортной подвижности льготных категорий населения проводится анализ динамики изменения объема перевозок пассажиров в городе общественным пассажирским транспортом.

Прогнозирование транспортной подвижности включает следующие этапы:

1. На первом этапе проводится анализ динамики изменения объема перевозок пассажиров в городе общественным пассажирским транспортом.

2. На втором этапе определяется потенциальная транспортная подвижность на одного жителя в год всеми видами транспорта.

Для получения более объективных прогнозируемых данных необходимо учесть влияние на транспортную подвижность населения таких факторов как: изменение доходов населения, тарифа за поездку, провозные возможности подвижного состава и др.

Прогнозирование транспортной подвижности позволяет определить:

1. численность пассажиров различных категорий и ее изменение;
2. количество поездок совершаемых различными категориями граждан за год их изменение на перспективу.

При прогнозировании потребностей в пассажирских перевозках необходимо учитывать следующие факторы:

- ожидаемые численность, состав и территориальное размещение населения и характеристика занятости;
- экономическое развитие, рост жизненного уровня, ожидаемые изменения условий и образа жизни;
- развитие территориального разделения труда, населенных пунктов, основные направления развития городов и их населенности;
- современный и перспективный уровни транспортного обслуживания, формирование транспортных тарифов и расходов;
- ожидаемое развитие внутреннего и иностранного туризма, распространение автомобилизации и т. д.

Незнание объемов перевозок приводит к нерациональному распределению перевозок между видами транспорта, неверному определению потребного подвижного состава, ухудшению качества обслуживания, усилению дискомфорта поездок, к повышению "транспортной усталости" и др.

Определение на этой основе величины транспортного спроса на любой период позволит в проектах планировки выбрать рациональное соотношение между расселением и транспортной инфраструктурой, рассчитать необходимое количество и тип подвижного состава, рационально составить маршрутную сеть и оптимально распределить подвижной состав по сети [3].

Библиографический список

1. Болоненков Г.В. Организация скоростных автобусных сообщений в городах / Г.В. Болоненков. - М.: Транспорт, 1977. - 160 с.
2. Ваксман С.А., Швец В.Л. Надежность прогнозирования транспортных систем городов //Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов. Тез. докл. III Свердловской конф. – Свердловск, 1990. – С. 25-28.
3. Гудков В.А. Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: Учеб. Для вузов / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин; под ред. Л.Б. Миротина. – М.: Транспорт, 1997. - 254 с.
4. Ефремов И.С. Теория городских пассажирских перевозок / И.С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. – М.:Высш. Школа, 1980. – 535 с.
5. Островский Н.Б. Пассажирские автомобильные перевозки /Н.Б. Островский, Л.Б. Миротин и др.; под ред. Н. Б. Островского - М.. Транспорт, 1986. – 220 с.

Особенности осуществления перевозок льготных категорий населения городским пассажирским транспортом общего пользования

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Ключевые слова: льготные категории пассажиров; транспортная подвижность; городской пассажирский транспорт; спрос на транспортные услуги; факторы, влияющие на транспортную подвижность.

Библиограф. 3 назв.

Увеличение количества пассажиров, пользующихся льготным проездом на городском пассажирском транспорте общего пользования в связи с процессами старения населения, заставляет управляющие структуры адекватно учитывать это обстоятельство при последующем прогнозировании транспортного спроса.

В настоящее время в нашей стране доля льготных категорий населения достаточно велика, например в г. Иркутске этот показатель составляет 25%, подобная ситуация наблюдается во многих городах России (табл. 1 и рис.1).

Таблица 1

Численность льготных категорий населения в городах России

Город	Численность, тыс.чел.		Удельная доля льготных категорий в общей численности населения, %
	населения города	льготных категорий населения	
Владивосток	592	200	34
Екатеринбург	1364	400	29
Иркутск	595	149	25
Краснодар	745	175	23
Красноярск	1004	500	50
Новосибирск	1474	600	41
Омск	1154	480	42
Самара	1165	400	34
Хабаровск	578	352	61
Челябинск	1130	650	58
Ярославль	592	159	27

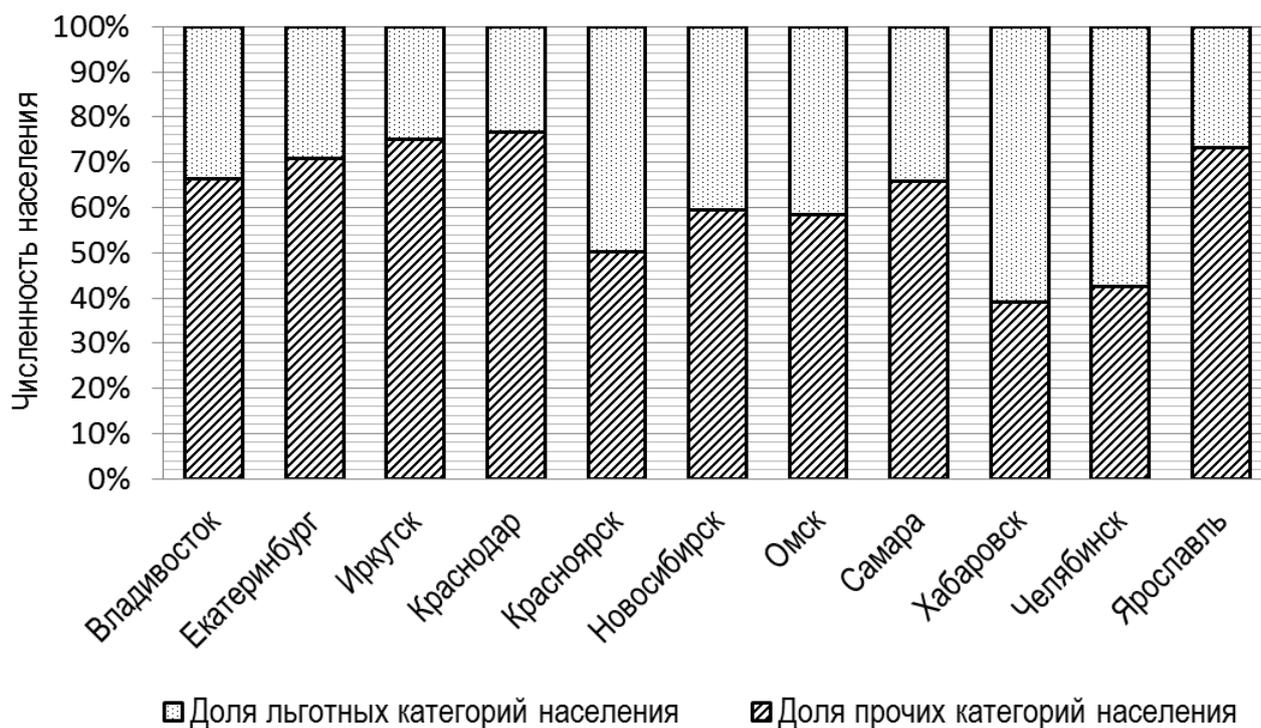


Рис. 1 Соотношение льготных категорий и общей численности населения в городах России

В целях обеспечения доступности транспортных услуг постановлением Правительства Иркутской области [1] утвержден порядок предоставления единого социального проездного билета (ЕСПБ) для отдельных категорий граждан, которые относятся к ведению РФ и Иркутской области. ЕСПБ дает право на проезд на всех видах муниципального транспорта и автомобильного транспорта пригородного сообщения (кроме такси) на территории Иркутской области. ЕСПБ по цене 150 рублей приобретается гражданами у муниципальных перевозчиков в пунктах реализации проездных билетов.

При введении ЕСПБ органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации были приняты разные решения по срокам действия билетов, их стоимости и видам. В основном применяются социальные проездные билеты, действующие на всей территории конкретного субъекта Российской Федерации, со сроком действия – один месяц. В некоторых крупных городах Российской Федерации также применяются электронные системы оплаты проезда (табл. 2).

В г. Иркутске 10% населения зарегистрированы как льготники федерального уровня и 9% от общего числа жителей как льготники областного уровня. Количество граждан льготных категорий, отнесенных к компетенции муниципального образования, составило 5% от общего числа жителей г. Иркутска [2, 3].

Следствием неправильно дифференцированной политики регулирования и финансирования транспорта общего пользования является, помимо прочего, перерасход бюджетных средств на цели компенсации льготного проезда, связанный с невозможностью учесть действительную социальную потребность в таких перевозках, сконцентрировать бюджетные расходы на соответствующих направлениях перевозок и обеспечить соответствие бюджетного финансирования размерам такой потребности и лимитам бюджетных ресурсов, выделенных на эти цели.

Таблица 2

Сравнение технологий организации городских пассажирских перевозок в городах Российской Федерации

Город	Система оплаты проезда	Компенсации льготного проезда
Иркутск	Единые социальные проездные и разовые билеты	Субсидии, компенсации на покрытие затрат за перевозку льготных категорий граждан
Красноярск	Система электронной оплаты проезда	
Краснодар	Система электронной оплаты проезда	
Хабаровск	Единые социальные проездные и разовые билеты	
Екатеринбург	Электронная система оплаты	
Ярославль	Проездные билеты разных цветов для разных категорий льгот	
Самара	Социальная электронная именная пластиковая карта	
Владивосток	Единые социальные проездные и разовые билеты	
Новосибирск	Система электронной оплаты проезда	
Челябинск	Электронные транспортные карты	
Омск	Электронные транспортные карты	

При действующем сегодня подходе к дотированию, необходимо проведение постоянного мониторинга рынка пассажирских перевозок с целью уточнения транспортной подвижности льготников, а также контроля финансово-хозяйственной деятельности предприятий-перевозчиков.

Для многих городов России таких как, Иркутск, Саратов, Воронеж, Хабаровск, Луганск, Киров, Череповец, Феодосия, Ростов, Орел, Новосибирск характерно напряженное обеспечение перевозок льготных пассажиров.

Таким образом, основная проблематика осуществления перевозок льготных категорий населения городским пассажирским транспортом общего пользования заключается в следующем:

- основными перевозчиками пассажиров-льготников являются муниципальные транспортные предприятия, при этом муниципальные автобусы, трамваи и троллейбусы обслуживают не все районы и маршруты города;
- необходимость предоставлять право бесплатного проезда льготным категориям пассажиров является наиболее серьезной причиной высокой дотационной зависимости предприятий ГПТОП;
- существенные пробелы в федеральном законодательстве не позволяет многочисленным владельцам частного автотранспорта выйти на рынок предоставления услуг по транспортному обслуживанию льготных категорий населения;
- в связи с ростом числа пользователей индивидуальным транспортом удельная доля льготников в общей массе пользователей городского пассажирского транспорта общего пользования (ГПТОП) увеличивается;
- увеличивается стоимость единого социального проездного билета из года в год;
- в г. Иркутске 25% населения от общего числа жителей зарегистрированы как льготники. Пользуются же правом льготного проезда на ГПТОП всего лишь 10-15 % граждан льготных категорий.

Библиографический список

1. Постановление Правительства Иркутской области от 16 января 2009 г. N 7-ПП «О Порядке предоставления единого социального проездного билета для отдельных категорий граждан в Иркутской области, оказание мер социальной поддержки, которых относится к ведению Российской Федерации и Иркутской области».
2. Тарханова Н.В. Особенности организации перевозок пассажиров льготных категорий в г. Иркутске / Н.В. Тарханова, С.В. Колганов // Материалы II Международной научно-практической конференции, - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010.- С. 209-213.
3. Тарханова Н.В. Исследования транспортной подвижности льготных категорий населения г. Иркутска / Н.В. Тарханова, С.А. Яценко, Е.С. Зайцева // Проблемы и перспективы развития евроазиатских транспортных систем. Материалы IV Международной научно-практической конференции – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУЮ, 2012.- С.296-301.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ УЛИЦАХ

И. А. Гусевская, Сорокина Л.В., Ковалева Т.С., А.Г. Левашев

Иркутский государственный технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Необходимость обслуживания значительных объемов движения вызвало за рубежом необходимость применения особых норм проектирования магистралей, к главнейшим из которых, с позиций управления движением, относятся: нормирование размещения развязок в разных уровнях, запрет устройства разрывов в разделительной полосе, полный контроль доступа к проезжей части. В статье рассмотрены основные методики, применяемые за рубежом для поддержания оптимального функционирования магистралей. Представлены алгоритмы управления транспортными потоками на примыканиях к магистралям.

Ил. 7. Табл. 1. Библиогр. 8 назв.

Ключевые слова: управление доступом, активное управление движением, гармонизация скорости, движение по обочинам.

Левашев Алексей Георгиевич, доцент кафедры менеджмента и логистики на транспорте, тел./факс: (3952)-40-54-08, e-mail: transport@istu.edu

Гусевская Ирина Анатольевна, студент кафедры менеджмента и логистики на транспорте, тел./факс: (3952)-40-54-08, e-mail: transport@istu.edu

Сорокина Людмила Владимировна, студент кафедры менеджмента и логистики на транспорте, тел./факс: (3952)-40-54-08, e-mail: transport@istu.edu

Ковалева Татьяна Сергеевна, студент кафедры менеджмента и логистики на транспорте, тел./факс: (3952)-40-54-08, e-mail: transport@istu.edu

ACTIVE TRAFFIC MANAGEMENT ON HIGHWAYS

The need to service large volumes of traffic caused abroad the need to use special design standards highways, main of which are as follows: rationing placement interchanges, prevent the device breaks in the dividing strip, full control of access to the roadway.

The paper focuses on Active Traffic Management. It contains the description of traffic control toolkit for freeways which is used to avoid traffic jams and argues that Active Traffic Management is the most effective measure to increase highway capacity.

Key words: access control, active traffic management, speed harmonization, highway shoulders running

Практически любой город Российской Федерации сталкивается с транспортными проблемами, такими как, транспортные заторы, особую важность имеет ситуация, когда заторы происходят на магистральных дорогах. По своей природе они бывают регулярными, в часы пик, и нерегулярными, в случае возникновения ДТП. Что непосредственно связано с постоянным ростом уровня автомобилизации и нехватки магистральных дорог.

За рубежом острая необходимость в магистральных автомобильных дорогах возникла еще в 50-е годы прошлого столетия, соответственно: Autobahn (Германия, Австрия); Freeway (США, Канада); Motorway (Великобритания, Австралия, Новая Зеландия); Stradaextraurbana principale (Италия). В границах агломераций и урбанизированных территорий магистрали обслуживают значительные объемы движения (более 100 тыс. авт./сутки), примером чего является магистральная сеть Рурской агломерации (рис. 1).

В нашей стране появились участки, суточные объемы движения на которых значительно превышают значения, которые были запланированы при их строительстве, указы-

ваемые СНиП 2.05.02-85* «Автомобильные дороги» как условие необходимости дороги технической категории (табл. 1). Особенно высокие значения интенсивности наблюдаются на подходах к г.Москва и на кольцевых дорогах (МКАД и 3-я кольцевая дорога в г.Москва и КАД в г.Санкт - Петербург).



Рис. 1. Участок магистральной дорожной сети Рурской агломерации. На участках магистрали А3 (восточный обход Дюссельдорфа и Кельна) характерны значения интенсивности 100000 – 150000 авт./сутки

Таблица 1

Интенсивности движения на ряде участков дорожной сети РФ

Автомобильная дорога	Суточная интенсивность движения, авт./ч
М10 «Скандинавия». Участок Белоостров-Выборг	23 000
А122. Участок Парголово - Огоньки	31 000
Санкт-Петербург – Колтуши. Участок КАД - Колтуши	16 000
М7 «Волга». Участок Москва - Нижний Новгород	16 000
А119 «Вятка» Участок Чебоксары – Новочебоксарск –авт./сут	30340

Необходимость обслуживания столь значительных объемов движения вызвало применение особых норм проектирования магистралей, к главнейшим из которых, с позиций управления движением относятся: нормирование размещения развязок в разных уровнях, запрет устройства разрывов в разделительной полосе, полный контроль доступа к проезжей части (AccessControl). Строгое соблюдение перечисленных выше норм проектирования позволяет применять на магистральных автомобильных дорогах «активное управление дорожным движением» - ActiveTrafficManagement (рис. 2).



Рис. 2. Великобритания. Дорожный знак «Активное управление движением. Следуйте инструкциям» Под активным управлением понимается совместное использование вре-

менных ограничений скорости, разрешения движения по обочинам и светофорного регулирования развязок на рампах

Следует особо отметить, что в настоящее время наблюдается тенденция гармонизации норм проектирования автомобильных дорог и методов управления дорожным движением. Так в составе 4-го Международного симпозиума по геометрическому проектированию автомобильных дорог (4th International Symposium on Highway Geometric Design, Валенсия, Испания, 2010 г.) был проведен семинар «Активное управление дорожным движением» (Active Traffic Management).

В концептуальном документе «Российская Интеллектуальная Транспортная Система» (РИТС), разработанного в рамках Федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах», рассмотрено функциональное назначение автоматизированных систем управления дорожным движением на магистральных и скоростных автомобильных дорогах (АСУДД Магистраль). Были сформулированы основные принципы и понятия, указано функциональное назначение АСУДД Магистраль[2]. Представляется интересным сопоставительный анализ концепции АСУДД Магистраль и ее аналога Active Traffic Management. В ограниченных рамках статьи остановимся на самом главном – трех важнейших инструментах предотвращения транспортных заторов, используемых в рамках Active Traffic Management и не рассматривавшийся подробно в российской специальной литературе и периодике.

Гармонизация скорости (Speed Harmonization) – применение изменяемых ограничений скорости (Variable Speed Limits – VSL) для достижения оптимальной скорости движения транспортного потока при данных дорожных условиях и интенсивности движения[4,6]. Цель гармонизации скорости – предупреждение образования ударных волн в потоке. Выбор ограничений скорости (рис. 3) осуществляется на основе данных мониторинга характеристик транспортного потока и дорожных условий в режиме реального времени. В частности на кольцевой дороге Лондона M25 временные ограничения скорости вводятся при следующих значениях плотности транспортного потока (в расчете на полосу):

60 миль/ч - плотность потока превышает 1650 авт./миля; 50 миль/ч - плотность потока превышает 2050 авт./миля.

Использование обочин (Shoulder Use или Shoulder Ride) – временное разрешение движения по обочинам в периоды наиболее высоких интенсивностей движения. Существует ряд нюансов в организации движения по обочинам. Так в Германии и Голландии для этого используется специальный дорожный знак (рис. 3), а в Англии разрешение движения по обочине указывается только пределом скорости движения на знаке переменной информации, размещаемом над обочиной.

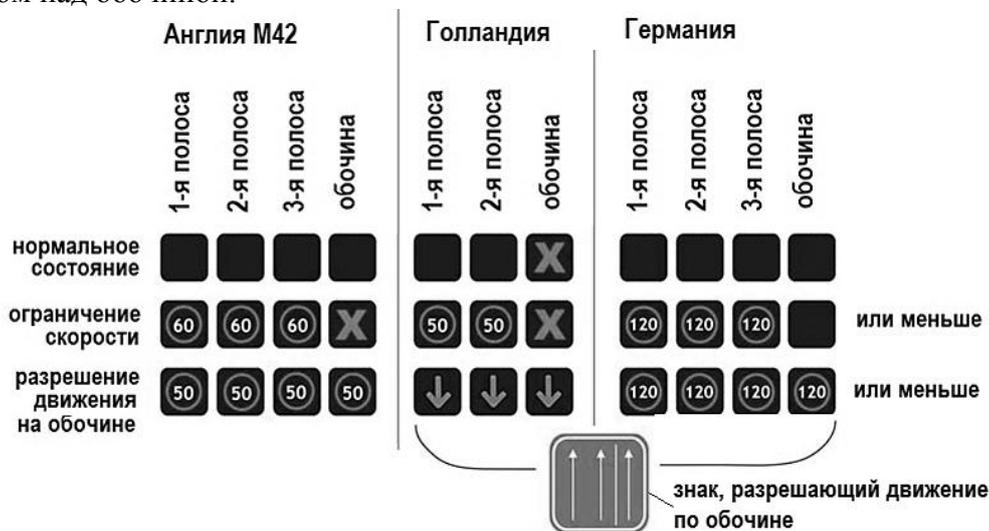


Рис. 3. Использование знаков переменной информации для управления транспортным потоком с целью предотвращения заторов. Для удобства сравнения М42 (Англия) показана зеркально – «правостороннее движение»

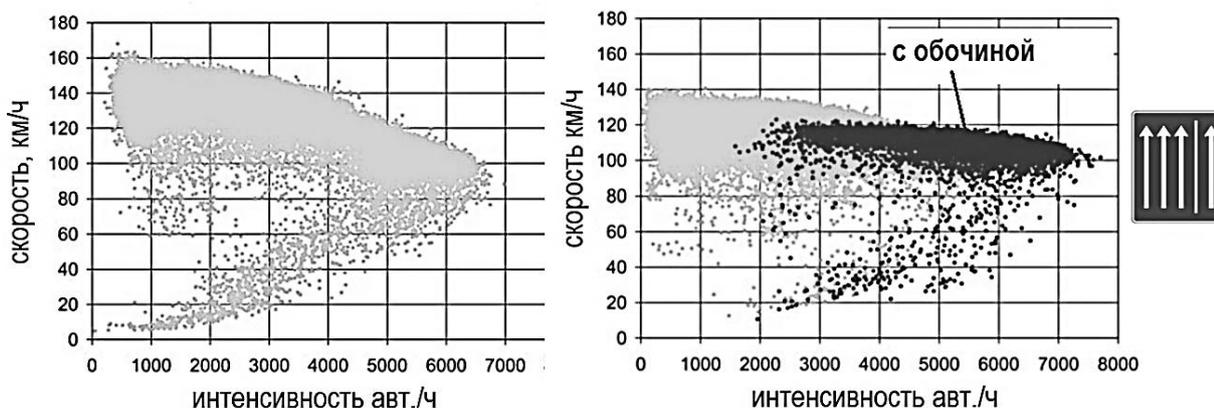


Рис. 4. Увеличение пропускной способности магистральной дороги - эффект совместного применения временного снижения скорости до 120 км/ч и временного разрешения движения по обочине (Германия)

Регулирование движения на развязках (Junction Control) включает:

светофорное регулирование выезда на проезжую часть магистральной дороги с развязок (Ramp Metering);

предупреждение образования очередей на развязках (рампах) выезда с магистральной дороги – координированное управление движением на развязках (рампах) и прилегающих к ним пересечениях улично-дорожной сети.

Сразу отметим, что вторая задача является наиболее сложной и реализуется как координированное регулирование перекрёстков, на которые поступает транспортный поток с «выходной» ramпы магистральной дороги. Цель координированного регулирования – недопущение образования очереди транспортных средств на «выходной» ramпе, которая может «запирать» крайнюю правую полосу и тем самым создавать предзаторовую ситуацию на самой магистрали.

В настоящее время накоплен значительный опыт решения первой задачи – применения светофорного регулирования на входных ramпах (Ramp Metering), которое разделяют на изолированное (рис. 5) и координированное (рис. 6). В случае изолированного регулирования количество автомобилей r , которым разрешается въезд на дорогу за рассматриваемый интервал времени, рассчитывается как

$$r = q_{cap} - q_{in} , \quad (1)$$

где q_{cap} – пропускная способность участка, следующего за примыканием ramпы; q_{in} – измеренная интенсивность движения на участке до примыкания ramпы.

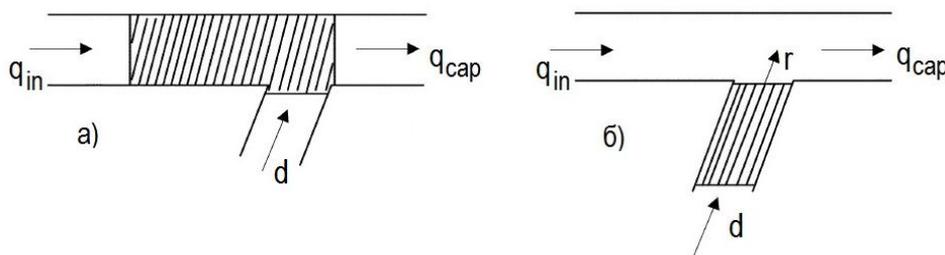


Рис. 5. Изолированное регулирование движения на ramпе: а – зона образования затора на участке фривея в месте примыкания ramпы, где q_{in} – поток на магистрали; d – въезжающий на магистраль по ramпе поток; q_{cap} – пропускная способность участка ма-

гистралах в месте примыкания рампы; б – при введении регулирования образуется очередь на рампе, где г – поток, допускаемый с рампы на магистраль

В задачу управления въездными рампами можно включить условие недопущения блокирования развязки очередью, возникающей на рампе, что уже реализовано на развязках восточного обхода Бирмингема – магистрали М42 (рис. 6).

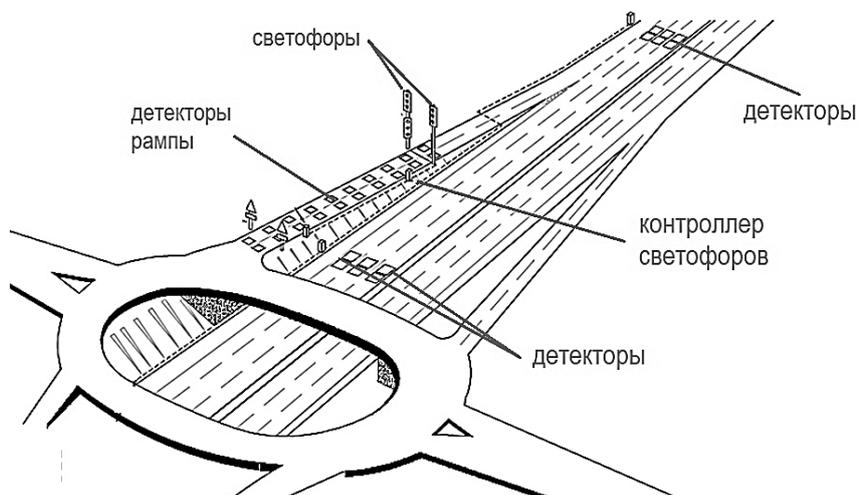


Рис. 6. Размещение детекторов на магистрали М42 и рампе развязки J5, позволяющее осуществлять регулирование въезда на магистраль с учетом образующейся длины очереди на рампе

В случае координированного управления рампами, решается задача определения количества транспортных средств, допускаемых на магистраль с каждой из рамп R_i , предшествующих критическому участку магистрали (рис. 7).

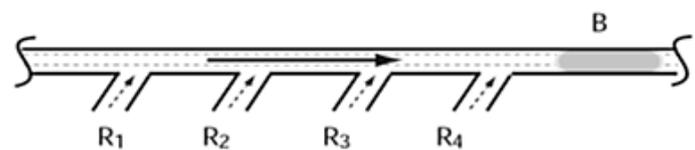


Рис. 7. Координированное регулирование движения на рампах: R_i – потоки, допускаемые с рамп на магистраль; В – пропускная способность критического участка магистрали

В самой простейшей форме распределение допустимых значений потоков R_n , выпускаемых каждой из регулируемых рамп, можно представить как

$$R_n = M \cdot D_n / D, \quad (2)$$

где M – суммарный допустимый поток, поступающий с рамп; D_n – спрос на въезд с рампы n ; D – суммарный спрос на въезд со всех регулируемых рамп.

Соответственно величина суммарного допустимого потока M , поступающего с рамп, определяется с учетом значений потоков покидающих магистраль на рассматриваемом подходе к критическому участку. Это требует определения матрицы корреспонденций (OD matrix) в режиме реального времени по данным детекторов, при этом в качестве корреспондирующих узлов рассматриваются входные и выходные рампы и сам критический участок. Поэтому матрица корреспонденций лежит в основе всех алгоритмов кодированного управления рампами, разработанных в европейских странах и США (Stratified Zone Metering algorithm, ALINIA, RWS) [2,4,6]. Для самой оптимизации координированного регулирования рампами используются разные критерии [3,5,7]:

1) Суммарное время движения на рассматриваемом участке УДС (Generalized total vehicle travel time - GTVTT), включающем саму магистраль и примыкающие к ней рампы:

$$GTVTT = \sum_{\forall i,j} D_{i,j} \cdot \left(\sum_{k=1}^{N_{i,j}} T_{i,j}^k / N_{i,j} \right) \quad (2)$$

где N_{ij} – количество транспортных средств, передвигающихся из вершины в вершину; D_{ij} – спрос на передвижение из вершины в вершину в рассматриваемый период времени (т.е. за период моделирования); $T_{i,j}^k$ – время, затрачиваемое транспортным средством на передвижение из вершины в вершину.

2) Среднее время движения по рассматриваемому участку магистрали (Average main line travel time - АМТТ). В рассмотрение принимаются транспортные средства, двигавшиеся от начала до конца рассматриваемого участка УДС только по главному направлению – магистрали.

3) Среднее время ожидания на рампах (Average on-ramp weighting time - АОВТ). Оценивается воздействие регулирования на задержки транспортных потоков, поступающих на магистраль по рампам.

4) Среднее время движения с учетом матрицы корреспонденций OD (Average OD travel time - АОДТТ) . Оценивается воздействие регулирования на движение транспортных средств, поступающих на магистраль по рампам и двигающимся по ней до конца рассматриваемого участка УДС.

В целом светофорное регулирование на рампах развязок (Ramp Metering) является достаточно гибким и наиболее эффективным средством предотвращения заторов на магистральных дорогах, сочетающимся применением изменяемых ограничений скорости и динамической релаксацией транспортных потоков, для которых ограничивается въезд на магистраль. Более того, в настоящее время формулируется новая задача – координированное управления рампами магистрали и прилегающей регулируемой уличной сети.

На протяжении почти десятилетия в прессе, источниках интернет, и специальных изданиях достаточно часто обсуждается проблемы увеличения пропускной способности МКАД. Кроме того появились публикации, в которых высказывается мнение, что недавно запущенная в эксплуатацию КАД в г. Санкт-Петербург уже не имеет запасов пропускной способности. Как альтернативу расширению МКАД и как средство повышения эффективности управления движением Санкт-Петербургской КАД можно рассматривать целый ряд инструментов Active Traffic Management. Представляется, что наибольший интерес представляет координированное регулирование движения на рампах (Ramp Metering). В этой связи необходимы исследования в области адаптации существующих алгоритмов к российским условиям. В частности теоретический и практический интерес представляет определение оптимальной протяженности магистрали, на которой должно вводиться регулирование на рампах в случае возникновения предзаторовой ситуации или уже затора. А так же оперативное определение, какими рампами следует управлять, ограничивать доступ на магистраль в случае образования затора на участке магистральной дороги [8].

Библиографический список

1. ГОСТ Р52398-2005 Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования//М.: Стандарт информ, 2006. –4.
2. Разработка концепции создания интеллектуальной транспортной системы на автомобильных дорогах федерального значения// Отчет по государственному контракту № УД-47/261 от 07.10.2009 г., на выполнение НИР, МАДИ (ГТУ), 2009. – 90 с.

3. Geroliminis Nikolas, Srivastava Anupam, Michalopoulos Panos Development of the Next Generation Stratified Ramp Metering Algorithm Based on Freeway Design Final Report Department of Civil Engineering University of Minnesota Minneapolis March 2011 – 94 p.
4. Papageorgiou Markos, Kosmatopoulos Elias, and Papamichail Ioannis Effects of Variable Speed Limits on Motorway Traffic Flow // Transportation Research Record 2047 D.C., 2008, pp. 37–48..
5. Taale H., Middelham Rijkswaterstaat F. Ten years of ramp-metering in the Netherlands, The Netherlands Paper for the 10th International Conference on Road Transport Information and Control, IEE, London, April 2000 – 5 p.
6. Zackor H., Papageorgiou M. Speed Limitation on Freeways: Traffic-Responsive Strategies. In Concise Encyclopedia of Traffic and Transportation Systems. Pergamon Press, Oxford, United Kingdom, 1991, pp. 507–511.
7. Zhang Michael, Kim Taewan, Nie Xiaojian, Jin Wenlong, Chu Lianyu, Recker Will Evaluation of On-ramp Control Algorithms // California PATH Research Report UCB-ITS-PRR-2001-36 Institute of Transportation Studies University of California, Berkeley, December 2001 – 122 p.
8. Тебеньков С.Е., Левашев А. Г. Результаты оценки распределения транспортных потоков в транспортных коридорах // Вестник Иркутского Государственного Технического Университета. – 2011. – № 10. – С. 120-127.

Анализ точности съемок плана железнодорожного пути

В настоящее время существует множество программ для достаточно точного расчета плана пути. При выполнении расчетов предполагается, что выполняемая съемка является точной. В результате из-за неточных измерительных работ кривая после рихтовки в ряде случаев становится еще хуже. Для повышения качества измерительных работ необходимо проанализировать и выбрать оптимальный способ измерения плана пути. Для решения этой задачи были произведены опытно-экспериментальные исследования на действующем железнодорожном участке.

Основная цель эксперимента заключалась в получение координат одних и тех же точек пути, размеченных по рельсовой нити с интервалом 5 метров, разными способами с последующим анализом и обработкой их в программных комплексах: РВПлан; Credo_Dat; Robur Rail; AutoCad.

В качестве объекта исследования выбран действующий железнодорожный участок бесстыкового пути, расположенный на перегоне Иркутск – Пассажирский – Кая, 1-й главный путь. Верхнее строение пути выбранного участка состоит из рельсов Р65, железобетонных шпал с промежуточными скреплениями типа ЖБР-65Ш. На рассматриваемом перегоне организовано движение поездов исключительно пассажирского типа, что значительно снижает вероятность сдвига рельсошпальной решетки на момент проведения экспериментов.

Первоначально была произведена разметка участка через 5 метров, которая начиналась и заканчивалась за 40 м от видимого начала кривой, для фиксации искривления прямых, примыкающих к кривым. Так как экспериментальный участок содержал две кривые одного направления, то была произведена сплошная разметка, без перехода с одной рельсовой нити на противоположную.

Измерительные работы выполнялись четырьмя наиболее распространенными способами:

- 1) классический способ стрел;
- 2) модифицированный способ стрел;
- 3) способом полярных координат с применением электронного тахеометра;
- 4) измерения с помощью спутникового оборудования.

Измерение плана пути способом полярных координат выполнялось с помощью электронного тахеометра Sokkia SET 1130R3 с заявленной производителями точностью измерения углов 1" и расстояний с визированием на отражательную призму:

до 200 м – 3мм+2мм/км; более 200 м – 5мм+2мм/км.

Спутниковая съемка выполнялась оборудованием фирмы Trimble Navigation Limited с двухчастотными приёмниками R7 GNSS. Поскольку экспериментальный участок имел небольшую протяженность (около 2 км), все спутниковые измерения производились в режиме RTK (Real Time Kinematic).

Хордо-стреловые способы выполнялись с применением цифрового штангенциркуля для получения минимальной абсолютной ошибки измерения стрел изгиба. Хорда представляла собой леску толщиной 0,3 мм, которая натягивалась с помощью специальных хордодержателей, обеспечивающих расположение хорды на расстоянии 13 мм ниже поверхности катания. Для получения более достоверных результатов при классической стреловой съемке был выполнен двойной промер участка.

Перед началом сравнения вариантов все полученные результаты измерения были приведены к одной координатной математической модели с помощью программного комплекса РВПлан.

После создания эквивалентных математических моделей в программном комплексе РВПлан было определено проектное положение пути с использованием данных полученных каждым из вышеописанных способов. Определение проектного положения пути выполнялось путем определения минимальных рихтовок за счет вписывания разных элементов плана с различными параметрами. Полученные результаты занесены в таблицу 2.

Таблица 2

Сравнение вариантов эксперимента

№ п/п	Сравниваемые характеристики	Координатные способы		Хордо-стреловые способы	
		GPS/ ГЛОНАС С	Электрон- ный тахео- метр	Классиче- ский (хорда 20 м)	Модифици- рованный
1	Максимальная величина сдвижки	± 141 мм	± 184 мм	± 117 мм	± 95 мм
2	Общий угол поворота	116°04'09"	115°59'08"	114°12'40"	113°13'39"
3	Расхождение углов	0°05'01"		0°59'1,51"	
4	Точность координат/ кривизны в соседних точках	$\frac{-}{\pm 7 \text{ мм}}$	$\frac{-}{\pm 25 \text{ мм}}$	$\frac{\pm 0,35 \text{ мм}}{-}$	
5	Точность определения координат	±7 мм	±25 мм	7 м / км	

Анализ вариантов съемки плана пути установил наличие расхождений углов поворота в конце участка пути при использовании стреловых способов, величина которых составила 0°59'02", что свидетельствует о наличии большой погрешности рассматриваемых способов измерения по длине пути. При этом расхождение углов поворота в конце участка пути при съемке плана координатными способами составило 0°05'1,51", что намного меньше, чем при съемке способами стрел. Вместе с этим, анализ графиков кривизны (рис. 1) указывает на более высокую точность определения одной точки относительно соседней с использованием способа стрел, по сравнению с GPS/ГЛОНАСС-съемкой.



Рис 1. График кривизны кривой

Доказано, что для постановки пути в проектное положение, полученное на основании данных стреловых измерений, необходимая максимальная рихтовка в среднем составляет ± 106 мм, что на 50 % ниже, чем при расчете, основанном на координатной съемке.

Установлено, что по точности стреловые и координатные способы противоположны друг другу и должны применяться в разных условиях. При измерении коротких участков более точными являются стреловые способы, однако на длинных участках они обеспечивают большую погрешность. Координатные способы имеют равные ошибки в отдельных точках, не зависящие от длины участка, при этом на коротких расстояниях точность координатных способов сильно снижается, уступая при этом стреловым способам.

С учетом вышеизложенного, комбинированная съемка является наиболее подходящим решением с позиции повышения качества измерения пути в плане, что особенно актуально при его текущем содержании.

СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИОРИТЕТА ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

А.В. Андреев, А.А. Лыткина

Иркутский государственный технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, тел. 89041540595

В данной работе рассматриваются архитектурно-планировочные решения по организации приоритетных условий движения городского пассажирского транспорта, приводятся критерии, обеспечивающие экономическую эффективность внедрения приоритета ГПТ.

Табл. 2, библиогр. 2 назв.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, приоритет городского пассажирского транспорта.

В современных условиях одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед пассажирским транспортом, является повышение качества перевозочного процесса. В условиях перегруженных улиц автобусы движутся с низкими скоростями, что во многом обусловлено помехами в движении со стороны общего транспортного потока на перегонах и задержками автобусов на регулируемых перекрестках. Задача повышения качества перевозочного процесса во многом может быть решена путем обеспечения приоритетных условий движения маршрутного пассажирского транспорта по перегонам и на регулируемых перекрестках. Кроме этого, внедрение приоритетного движения пассажирского транспорта экономически может оказаться наиболее целесообразным способом для улучшения функционирования улично-дорожной сети.

Обычно все архитектурно-планировочные решения по организации приоритетных условий движения ГПТ сводятся к следующим:

- Выделение полос или улиц для движения транспортных средств маршрутного пассажирского транспорта;
- Предоставление правилами дорожного движения преимущественного права проезда в конфликтных точках;
- Обеспечение приоритетного движения маршрутного пассажирского транспорта средствами светофорного регулирования;
- Предоставление пассажирскому транспорту права начала движения у стоп-линии перед общим транспортным потоком (разнесение стоп-линий).

При выделении обособленных полос для движения маршрутного пассажирского транспорта необходимо учитывать пригодность существующих автомагистралей для организации выделенных полос, интенсивность движения маршрутного пассажирского транспорта и прочих транспортных средств, пригодность альтернативных маршрутов для движения автомобилей. Также имеет смысл учитывать месторасположение основных центров тяготения пассажиров. Однако, на улицах с затрудненным движением обособленные полосы могут обеспечить большое преимущество маршрутным транспортным средствам, но ухудшить заторы на других полосах. Наоборот, там, где интенсивность движения автотранспорта незначительна, можно легко организовать обособленные полосы для движения маршрутного пассажирского транспорта, но их преимущества от их использования будут незначительны.

В некоторых странах полосу для движения маршрутного пассажирского транспорта выделяют цветом. В Лондоне широко используются обособленные полосы, окрашенные в красный цвет. В качестве обособленной чаще всего используется крайняя левая полоса. В Новой Зеландии обособленные полосы для движения маршрутных транспортных средств окрашены в зеленый цвет. Исследования показали, что цвет - очень эффективный способ выдвинуть на первый план существование приоритета маршрутного пассажирского

транспорта, увеличивая безопасность проезжей части и уменьшая нарушение правил дорожного движения автомобилистами. Ограничения на интенсивность движения транспортных средств, обеспечивающие экономическую эффективность устройства обособленных полос для движения маршрутного пассажирского транспорта в Российской Федерации, приведены в таблице 3.

Таблица 1

Ограничения на интенсивность ТС при организации обособленных полос для движения маршрутного пассажирского транспорта в РФ

Число полос в данном направлении	Интенсивность движения автобусов N_A , авт./ч	Интенсивность движения ТС в расчете на одну полосу N_T , ед./ч	Тип выделенной полосы
3	$N_A > 40$	$400 < N_T < 800$	Крайняя правая полоса в направлении движения ТП (тип А)
			Крайняя левая полоса в направлении движения ТП (тип Б)
	$N_A > 80$	$500 < N_T < 800$	Реверсивная полоса (тип В) Крайняя левая полоса в направлении движения ТП за счет смещения осевой линии разметки и использования полосы для встречного движения (тип Г)
4	$N_A > 40$	$400 < N_T < 900$	Крайняя правая полоса в направлении движения ТП (тип А)
			Крайняя левая полоса в направлении движения ТП (тип Б)
	$N_A > 80$	$500 < N_T < 900$	Реверсивная полоса (тип В) Крайняя левая полоса в направлении движения ТП за счет смещения осевой линии разметки и использования полосы для встречного движения (тип Г)

При использовании обособленных полос типа Б-Г необходимо, чтобы расстояние между остановочными пунктами составляло не менее 1,5 км. Ширина обособленной полосы должна быть не менее 3,5 м при движении маршрутного пассажирского транспорта в попутном направлении и общим транспортным потоком и не менее 3,75 м при движении маршрутного пассажирского транспорта во встречном общем транспортном потоке направления.

В США обособленные полосы, расположенные в медиане организуются чаще всего на многополосной дороге и отделяются бордюрным камнем. Остановочные пункты располагаются справа на специальном островке. Исследования показали, что выделенные полосы такого типа гораздо реже незаконно используются другими транспортными средствами, но представляют некоторые неудобства: автомобили, совершающие левый поворот находятся в противоречии с прямым движением автобусов, пассажиры должны пересечь дорогу, чтобы достигнуть остановочных пунктов.

Критерии США и Великобритании при организации обособленных полос для движения маршрутного пассажирского транспорта представлены в таблице 2.

Таблица 2

Критерии США и Великобритании при организации обособленных полос для движения маршрутного пассажирского транспорта

Минимальная интенсивность движения автобусов N_A , авт./ч	Минимальный пассажиро-поток Q , пасс./ч	Тип выделенной полосы
США		
30-40	1200-1600	Крайняя полоса в направлении движения общего ТП
40-60	1600-2400	Крайняя полоса в направлении против общего ТП
60-90	2400-3600	В медиане (середине) проезжей части
Великобритания		
50	2000	-

Обеспечение приоритетных условий движения городского пассажирского транспорта позволит получить как внутриотраслевой, так и общесистемный социально-экономический эффект. Внутриотраслевой социально-экономический эффект будет заключаться в следующем:

- повышение качества функционирования пассажирского транспорта города;
- снижение эксплуатационных издержек пассажирского транспорта за счет увеличения его производительности и снижения затрат в расчете на единицу продукции;
- улучшение использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов;
- повышение эффективности использования бюджетных средств, выделяемых на покрытие убытков общественного транспорта.

Часть из перечисленных составляющих внутриотраслевого эффекта может быть непосредственно определена в стоимостном выражении (снижение эксплуатационных издержек общественного транспорта, экономия материальных и финансовых ресурсов), а часть последствий, связанных с повышением качества функционирования пассажирского транспорта города, не учитывается в денежном выражении, а сказывается в целом на улучшении транспортного обслуживания населения. В свою очередь, социально-экономические последствия повышения качества функционирования пассажирского транспорта города, такие как повышение комфортабельности передвижений; уменьшение временных затрат на поездки; снижения количества ДТП за счет уменьшения конфликтных ситуаций между общим транспортным потоком и пассажирским транспортом; увеличение конкурентоспособности пассажирского транспорта составляют основу вне отраслевого эффекта от введения приоритетного движения общественного транспорта.

Библиографический список

1. Шелков Ю.Д. Организация дорожного движения в городах – М.: Научно-исследовательский центр ГАИ МВД России, 1995. - с. 83-91.
2. Yagar S. Efficient transit priority at intersections Transportation research record. No. 1390, NY, 2004, pp. 45-61.

Влияние искусственной дорожной неровности на скорость транспортного потока и выброс токсичных веществ

Д.Г. Бурков, В.В. Скутельник

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В статье представлено исследование по влиянию искусственной дорожной неровности на скорость транспортного потока и выделение вредных веществ, представлены данные об интенсивности транспортного потока в различные периоды времени, графики показывающие скорость проезда через ИДН, а так же данные по выбросам вредных веществ при проезде через ИДН.

Ил. 4. Библиогр. 5 назв.

***Ключевые слова:** Искусственная дорожная неровность, транспортный поток, пропускная способность, интенсивность движения, межпиковый период.*

Бурков Дмитрий Германович, студент кафедры менеджмента на автомобильном транспорте, тел.: 89041100583, e-mail: dimichherman@mail.ru

Скутельник Виталий Викторович, доцент кафедры менеджмента и логистики транспорта, тел./факс: 89148886044

Контроль за скоростью движения транспортных потоков является основным залогом безопасности движения. Одним из самых действенных и наглядных способов снижения скорости является использование искусственной дорожной неровности

«Лежачие полицейские» - это простой и надежный способ, обеспечивающий принудительное снижение скорости автотранспорта на наиболее опасных участках дорог для предотвращения возможных аварий и гибели пешеходов. Искусственные дорожные неровности устраивают на проезжей части дорог в виде возвышения для принудительного снижения скорости движения автотранспорта на определенных участках автомобильных дорог. Искусственные неровности устраивают на участках дорог с интенсивным движением, вблизи школ, детских садов, больниц, поликлиник, проходных промышленных предприятий, на въездах и выездах у торговых и автозаправочных комплексов, в зонах строительства и других аварийно-опасных участках.

Конструктивные особенности «лежачих полицейских» используемых в России таковы, что даже при проезде ИДН с требуемой ограниченной скоростью ощущается чувствительное сотрясение автомобиля, следовательно, для безопасного проезда (касательно элементов подвески) автомобиля необходимо использовать особую технику проезда неровности. А между тем, большинство автомобилистов, не имея безопасной техники проезда искусственных неровностей, уменьшают ресурс подвески автомобиля за пару недель интенсивной езды, что приводит к скорейшему ее ремонту, который обходится не дешево.

Безусловно, что огромное влияние искусственных неровностей испытывает на себе средняя скорость автомобиля. Благодаря установлению искусственных неровностей на дорогах с интенсивным движением, в частности перед перекрестками, уменьшается пропускная способность дороги в разы. Предприятия, занимающиеся грузовыми и пассажирскими перевозками на автомобилях, терпят убытки в связи с увеличением времени проезда отрезка пути с искусственной неровностью, в отличие от аналогичного отрезка пути без искусственной неровности.

Было проведено обследование «лежачего полицейского» работающего в совокупности с нерегулируемым пешеходным переходом на ул. Старокузьмихинская г. Иркутска (дорога имеет 4 полосы). Обследование было проведено в утренний и вечерний «часы пик», а также в межпиковый период. Кроме того были произведены замеры скоростей легковых и

грузовых автомобилей проезжающих через ИДН и за 50м до ИДН. Были получены следующие данные:

Таблица 1 – Данные по интенсивности т.с. и пешеходов на пешеходном переходе оснащённом ИДН

	Утренний «час пик»	Межпиковый период	Вечерний «час пик»
Интенсивность т.с., авт./ч	3240	2288	3548
Интенсивность пешеходов чел./ч	32	32	12



Рисунок 1 – Скорость легковых автомобилей при проезде через ИДН



Рисунок 2 – Скорость грузовых автомобилей при проезде через ИДН

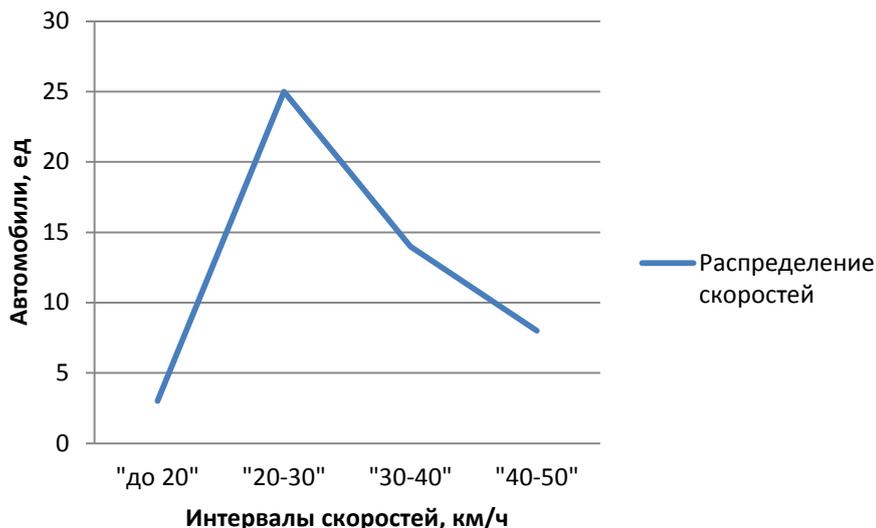


Рисунок 3 – Скорость легковых автомобилей за 50 м до ИДН

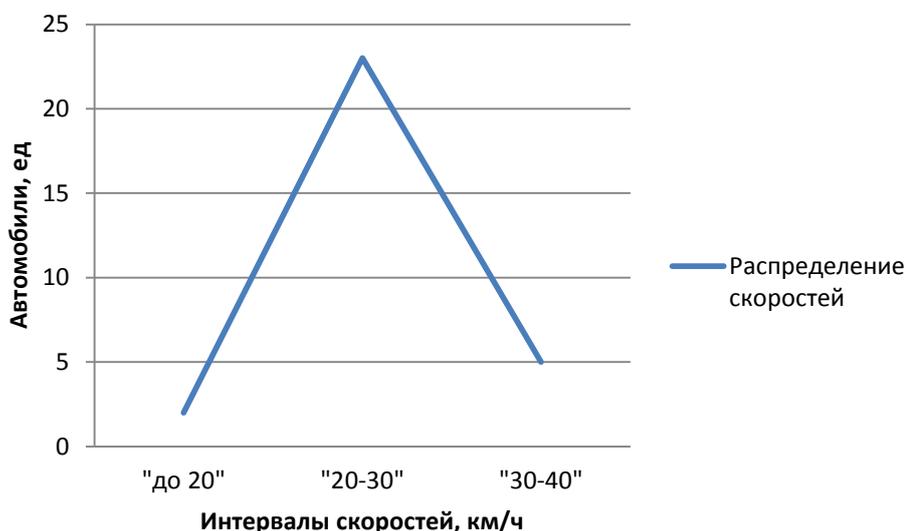


Рисунок 4 – Скорость грузовых автомобилей за 50 м до ИДН

По данным видно, что средняя скорость легковых и грузовых автомобилей при проезде через ИДН равна 7,6 км/ч и 5,1 км/ч соответственно. А средние скорости легковых и грузовых автомобилей за 50 м до ИДН равны 30,3 км/ч и 25,2 км/ч. Отсюда можно рассчитать средние замедление для легковых и грузовых автомобилей равное $0,94 \text{ м/с}^2$ и $0,75 \text{ м/с}^2$ соответственно.

Теоретически, данный «лежачий полицейский» должен снижать скорость потока до 40 км/ч, но по факту поток в среднем движется со скоростью менее 10 км/ч. Такое резкое замедление приводит к скачкообразному движению потока – наблюдается резкое торможение и последующее за ним стремительное ускорение. При таком рывковом движении в окружающую среду попадает огромное количество окислов азота, окислов углерода, сажи и прочих продуктов процесса сгорания повышенного количества топлива, а также интенсивно возрастает износ колодок, что приводит к попаданию в окружающую среду большое количество асбеста. Замедление потока связано с тем, что при монтаже ИДН были нарушены установочные и габаритные нормы.

По статистическим данным из наибольшей интенсивности 3548 авт./ч приходящейся на вечерний час «пик» доли транспортных средств составляют:

- 14% (497 авт./ч) – грузовые автомобили.
- 86% (3051 авт./ч) – легковые автомобили.

В том числе грузовые автомобили делятся на дизельные и бензиновые:

- 90% (447 авт./ч) – дизельные грузовые автомобили.
- 10% (50 авт./ч) – бензиновые грузовые автомобили.

Легковые автомобили делятся на карбюраторные и инжекторные:

- 90% (2745 авт./ч) – инжекторные легковые автомобили.
- 10% (305 авт./ч) – карбюраторные легковые автомобили.

При подъезде к искусственной дорожной неровности автомобили резко снижают скорость, что приводит к увеличенному выбросу вредных веществ в атмосферу.

Таблица 2 – Данные по выбросам вредных веществ при проезде ИДН

		С	С	Н	С	О ₂	С	С	Рb
		О	Н	О ₂	Рb				
а	л/ка рб.	5	2,	2	0,	02	001	008	002
а	л/ин жект.	1	1,	11	0,	02	001	008	002
а	г/бе нзин	,2	10	7	1,	2	001	02	0001
а	г/ди зель	9	2,	45	0,	1	04	1	0001

Общее приведенное количество отработавших газов при наибольшей интенсивности 3548 авт./ч приходящийся на вечерний час «пик»:

- CO – 9,44 кг/км
- CH – 0,65 кг/км
- NO₂ – 0,52 кг/км
- C – 0,23 кг/км
- SO₂ – 0,73 кг/км
- Рb – 0,06 кг/км

Не сложно догадаться по удвоенным выбросам вредных веществ, что расход топлива автомобиля при проезде «лежачего полицейского» возрастает в два раза.

Учитывая высокие показатели интенсивности транспортных средств, низкие показатели интенсивности пешеходов и высокий уровень попадания вредных веществ в окружающую среду, можно сделать вывод, что целесообразнее отказаться от «лежачего полицейского» на данном участке УДС, а вместо него установить светофор адаптивного регулирования с кнопкой для пешеходов.

Литература

1. ГОСТ 52605-2006. Искусственные неровности.
2. РОСТ 23457-86. Технические средства организации дорожного движения.
3. СНиП 2.05.02 – 85. Автомобильные дороги.
4. Павлова Е.И. Экология транспорта: Учебник для вузов. – М. : Транспорт, 2000.

248с.

5. Квашнин И.М. Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация / И.М. Квашнин. – М. :АВОК-ПРЕСС, 2005. – 392с.

УДК 656.132.004.122

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИОРИТЕТНОГО ДВИЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРЕ СТРАН АЗИИ И АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА

Е.А. Дурицына, А.А. Лыткина

Иркутский государственный технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, тел. 89041540595

В статье рассмотрены способы организации приоритета городского пассажирского транспорта, описываются результаты внедрения приоритета ГПТ на примере стран Азии и Азиатско-Тихоокеанского региона.

Табл. 1, библиогр. 3 назв.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, приоритет городского пассажирского транспорта.

В настоящее время проблема привлекательности городского пассажирского транспорта для населения актуальна во многих странах, в том числе и в странах Азии и Азиатско-Тихоокеанского региона. В первую очередь от перегрузки улиц страдает городской пассажирский транспорт, который в силу своих габаритных размеров имеет меньшую маневренность, по сравнению с легковыми автомобилями, и поэтому вынужден простаивать в пробках. Для решения задачи повышения скорости сообщения и комфортности поездок часто внедряют систему приоритетного движения общественного транспорта.

На автомагистрали, где возникают заторы, в наиболее неблагоприятных условиях оказывается пассажирский транспорт, так как он дополнительно теряет время на остановочных пунктах. Основная цель выделения полос для движения автобусов – создать условия движения без дополнительных потерь времени в заторах.

В настоящее время вопрос организации приоритетного движения маршрутного пассажирского транспорта решается во многих странах и существует большой опыт в его решении. Во многих городах Китая, в том числе и в Куньмине, существуют выделенные полосы для движения автобусов. Используя передовой международный опыт, Куньмин определил стратегию развития транспортной системы города, где первостепенное значение уделяется потребностям населения, пользующегося общественным транспортом. Традиционная автобусная система начала модернизироваться. Было решено выделить несколько обособленных полос для движения автобусов, которые должны отвечать следующим условиям:

- Эффективность перевозки. Обособленные полосы должны обеспечивать высокую скорость и минимальные задержки на остановочных пунктах и перекрестках.
- Высокий стандарт обслуживания должен быть обеспечен комфорт на остановочных пунктах, регулярность рейсов, точная информация для пассажиров, удобная и справедливая система оплаты проезда.

В большинстве городов Китая обособленные полосы для движения автобусов располагаются на крайней полосе автомагистрали. В центре города такое расположение полосы для движения автобусов не оптимально, поскольку движению автобусов серьезно препятствуют поворачивающие автомобили, пересекающие обособленную полосу. Обособленные полосы в середине дороги обеспечивают большую пропускную способность и лучшую управляемость. Местоположение остановочных пунктов также имеет огромное значение. В Куньмине на обособленных полосах для движения автобусов остановочные пункты располагаются на пересечении двух и более маршрутов для обеспечения быстрой и комфортабельной пересадки пассажиров с маршрута на маршрут.

Первая обособленная полоса для движения общественного транспорта в Куньмине открылась для движения 20 апреля 1999. В результате внедрения данного проекта спрос на поездки в автобусах возрос не только среди людей с низкими доходами, но и среди других социальных групп. Для оценки отношения населения к внедрению обособленных полос для движения общественного транспорта в 2001 году был проведен опрос граждан. В результате него было выявлено, что 96% граждан удовлетворено работой общественного транспорта в центре Куньмина. В таблице 1 представлены основные показатели работы автобусов до и после внедрения выделенных полос в Куньмине.

Таблица 1

Основные показатели работы пассажирского транспорта до и после внедрения выделенных полос в Куньмине

Показатели	До внедрения обособленной полосы	Через 2 месяца после внедрения обособленной полосы	Через 2 года после внедрения обособленной полосы	Темп прироста
Пассажиропоток, пасс./ч	9936	11256	12000	+20,7 %
Задержки на остановочных пунктах, сек.	68	46,2	47,9	-29,6 %
Средняя скорость автобусов, км/ч	9,6	15,2	15	+56,3%

Для оценки отношения населения к внедрению обособленных полос для движения общественного транспорта в 2001 году был проведен опрос населения. В результате него было выявлено, что 96% граждан удовлетворено работой маршрутного пассажирского транспорта в центре Куньмина.

Большой опыт в организации приоритетного движения маршрутного пассажирского транспорта существует и у специалистов Южной Кореи. Сеул – один из самых быстроразвивающихся городов в Азии. С 1970 года число автомобилей увеличилось почти на 3 миллиона, вызывая серьезные заторы на дорогах. Решением этой проблемы занимается Сеульский институт городского развития. Более чем 76 километров полос для движения автобусов были построены в 2004 году. Из проведенных исследований следует, что по одной обособленной полосе для движения автобусов перевозится в шесть раз больше людей, чем по смешанной полосе движения. Строительство обособленных полос в Сеуле привело к 11%-ому увеличению использования общественного транспорта и 27%-му сокращению дорожно-транспортных происшествий в течение первого года после внедрения проекта.

Развитую систему приоритета маршрутного пассажирского транспорта можно наблюдать в городе Нагоя, Япония. Среди специалистов в области транспорта город Нагоя известен своей развитой транспортной сетью с широкими автомагистралями, которые появились в результате успешных послевоенных восстановительных проектов. Железнодорожная сеть в районе Нагои развита в значительной степени меньше, чем в Токио и Осаке. Таким образом, в сложившихся условиях доминирующим является наземный транспорт, в том чис-

ле и автобусный. В 1979 году специалистами в области транспортного планирования была предложена система транспортного развития города, согласно которой ключевая роль в перевозках населения отводилась автобусам. Были организованы обособленные полосы для движения автобусов в медиане дороги, на некоторых пересечениях приоритет автобусам обеспечивался сигналами. Остановочные пункты были отнесены друг от друга на расстояние, эквивалентное остановочным пунктам в метро.

Использование обособленных полос для движения автобусов началось в 1985 году с маршрута Shin-Dekimachi длиной 10,2 км. Автобусы пользуются правом исключительного проезда в течение часов пик (7:00-9:00 и 17:00-19:00 в будние дни). Интервал движения автобусов по выделенным полосам движения составил 2-3 минуты в час пик. В результате внедрения обособленных полос были получены следующие результаты: увеличение количества перевезенных пассажиров по маршруту (с 20 200 до 23,500 пассажиров в день); увеличение средней скорости сообщения с 15 км/ч до 20 км/ч. В настоящее время на маршруте Shidami, с целью исключения использования обособленных полос владельцами частных автомобилей, появились выделенные полосы для движения автобусов, расположенные выше уровня дороги. Это обеспечивает высокие скорости и большую производительность автобусов на маршруте.

В Новой Зеландии наиболее показательным примером успешной организации работы общественного транспорта является Окленд – крупнейший город страны с населением около 1,3 миллиона человек. Территория, занимаемая Оклендом, является самой большой урбанизированной областью Новой Зеландии. Услуги по перевозке пассажиров предоставляются транспортными компаниями, деятельность которых координируется Региональной транспортной администрацией Окленда (ARTA). Транспортный центр Бритомарт является основным транспортным узлом города. До середины прошлого столетия система общественного транспорта была хорошо развита, но после демонтажа трамвайной сети в 1950 году наземный пассажирский транспорт в городе перестал пользоваться популярностью. В 2001 году исследования показали, что на долю общественного транспорта приходится только 7% от общего числа утренних поездок. Организация приоритетного движения автобусов значительно повысила привлекательность общественного транспорта для пассажиров. Важную роль в организации приоритетного движения автобусов в Окленде играют выделенные полосы для движения автобусов. В течение последних двух десятилетий там успешно функционируют автобусные маршруты, пролегающие по выделенным полосам зеленого цвета (например, Northern Busway). Исследования показали, что обозначение выделенных полос для движения автобусов зеленым цветом - очень эффективный способ обеспечения приоритета общественного транспорта, увеличивающий безопасность проезжей части и уменьшающий нарушение правил дорожного движения водителями индивидуального транспорта. На стадии проектирования рассматривалось окрашивание выделенных полос для движения общественного транспорта, как в зеленый, так и в красный цвет (выделенные полосы красного цвета успешно применяются в Лондоне), однако участки улично-дорожной сети красного цвета уже использовались для обозначения пешеходных островков безопасности на дороге и для мест аварийной остановки.

В результате выделения цветом полос для движения автобусов случаи незаконного использования выделенных полос для движения общественного транспорта водителями индивидуального транспорта сократились на 23%, увеличилась скорость сообщения автобусов на маршрутах, а также сформировалось положительное отношение к общественному транспорту у пассажиров. Для организации приоритета общественного транспорта на перекрестках в Новой Зеландии используется особый сигнал светофора - сигнал «В» - белый сигнал, который дает автобусам право проезда через перекресток перед общим движением.

Существуют определенные трудности в организации приоритета маршрутного пассажирского транспорта. К таким трудностям относят проблемы в координации между

различными службами города; давление, оказываемое владельцами частных автомобилей; неточное понимание населением выгод приоритета маршрутного пассажирского транспорта.

Библиографический список

1. Lin Wei , Tang Chong. Theory and Practice of Bus Lane Operation in Kunming / Proceedings of the Third Sino-Swiss Symposium on Sustainable Urban Development and Public Transportation Planning, Kunming. Kunmin, China, October 2001, pp. 68-72.
2. Seo Y.U., Jang J.H.. A Study on Setting-Up a Methodology and Criterion of Exclusive Bus Lane in Urban Area / Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.5, 2005, pp. 339-341.
3. Bus Rapid System. Bus System Design Features That Significantly Improve Service Quality And Cost Efficiency / TDM Enciclopedia, Victoria Transport Policy Institute, 2007.

УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ ЧЕРЕЗ СЕТЬ РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ

Лагерев Р.Ю., Лагерев С.Ю., Капов И.Г.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В статье приведен анализ вопросов управления сетью городских улиц в условиях их повышенной загрузки. Представлены зарубежные подходы к управлению транспортными потоками в заторовых и предзаторовых ситуациях, основанные на замерах длин очередей транспортных средств. Установлено, что в качестве инструмента для разработки алгоритма управления насыщенными сетями можно использовать алгоритмы генетической оптимизации.

Ил. 7. Библиогр. 4 назв.

Ключевые слова: Транспортный затор; насыщенные сети; насыщенный перекресток; длина очереди транспортных средств.

Лагерев Роман Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмент и логистика на транспорте, тел.: (83952)-40-56-94, e-mail: v01@istu.edu

Лагерев Сергей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмент и логистика на транспорте, тел.: (83952)-40-56-94, e-mail: v01@istu.edu

Карпов Иван Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмент и логистика на транспорте, тел.: (83952)40-56-94, e-mail: v01@istu.edu

TRAFFIC SIGNAL OPERATION OF SATURATED INTERSECTIONS

R.Y. Lagerev, S.Y. Lagerev, I.G. Karpov

National Research Irkutsk State Technical University, 83, Lermontov St., Irkutsk, 664074.

The article present a concept of control model in which timing plane (cycle length, green phases) of oversaturated signalized intersection has to be conducted dynamically depend of incoming traffic flows. The principle of the signals timing control is based on the idea of control traffic queues length using green phases. Control algorithm allows the assigned of green duration proportionally to the predicted queue size and some waited coefficients.

7 figures. 4 sources.

Key words: transport congestion; saturation flow; saturation street networks; queue length.

Прошедшая девятая международная конференция «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах» в Санкт-Петербурге 23-24 сентября 2010 еще раз подтвердила актуальность и значимость проблемы транспортного обслуживания населения в крупных российских городах. Современный уровень автомобилизации, который только в г. Иркутске, уже сегодня достиг значения 240-250 автомобилей на 1000 жителей, что превышает показатели, предусматриваемые действующими нормативными документами, обязывает вынести задачи оптимизации городских транспортных сетей на первый уровень.

При этом технические средства управления дорожным движением во многих российских городах практически остаются неизменными и не соответствуют возросшей в несколько раз нагрузке на элементы улично-дорожной сети, что сопровождается рекуррентными транспортными заторами и увеличением затрат времени на передвижения городского населения. В такой ситуации, как один из вариантов борьбы с заторами, может рассматри-

ваться стратегия более эффективного использования существующей транспортной инфраструктуры, управления доступом к сети, распределения спроса на поездки, развитие новых современных управляющих алгоритмов.

Одним из новых методов управления транспортными потоками принято считать адаптивное регулирование с автоматическим мониторингом характеристик транспортных потоков с последующим расчетом управляющих параметров светофорной сигнализации. Существующие в нашей стране подходы к проектированию адаптивного регулирования предназначены, главным образом, для свободного транспортного потока. Как отмечается в специальной технической литературе [1] [2], эффективность «классического» адаптивного регулирования резко снижается в случае функционирования связанных регулируемых пересечений в условиях насыщения (*saturated*) и перенасыщения (*oversaturated*) (рис.1).

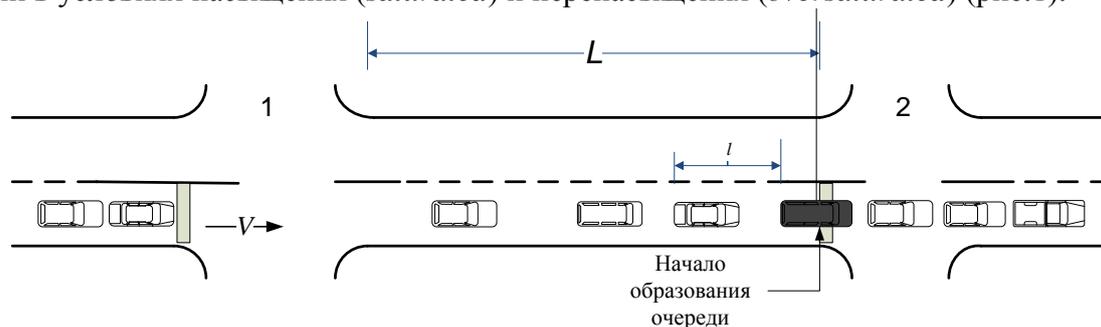


Рис. 1 – Пример перенасыщения городской улицы (перекресток 2 – блокирован очередью от последующего перекрестка)

В последние годы зарубежными и российскими специалистами особое внимание уделяется вопросам оптимизации работы светофорных объектов функционирующих в условиях повышенной загрузки, когда использование классических подходов [4], основанных на минимизации суммарных задержек оказывается малоэффективным. Именно поэтому, авторы статьи задались целью разработать критерий управления регулируемой сетью, базирующийся на нагрузке смежных перегонов.

В нашей стране исследования по насыщенным перекресткам ограничиваются лишь несколькими диссертационными работами. Так первой работой по рассматриваемому направлению можно считать [2] в которой дано понятие транспортного затора. *Транспортный затор* – ситуация на дорожной сети, при которой среднее время задержки транспортного средства превышает длительность цикла. Таким образом, транспортный затор сопровождается, как минимум, вторичными задержками и ростом очередей транспортных средств, длина которых может помешать работе соседних пересечений и перейти в состояние сетевого затора (рис.1) [3]. Данное определение транспортного затора вполне применимо для поставки задачи недопущения заторового состояния сети.

В 16 главе американского руководства по оценке пропускной способности дорог HCM 2000, подробно изложена процедура оценки пропускной способности и оценки величин задержек и длин транспортных средств. На основании алгоритмов, изложенных в американском руководстве, авторами в среде Excel написана программа для оценки эффективности функционирования регулируемых пересечений по таким параметрам как средняя величина транспортной задержки, длина очереди транспортных средств, уровень загрузки перегона (рис.2), установлена корреляционная зависимость между указанными параметрами (рисунки 3, 4).

Оценка эффективности функционирования регулируемого перекрестка									
Расположение перекрестка <u>Уткина Дек. Событий</u>					Город <u>Иркутск</u>				
Учетчик <u>Лагеров Р.Ю.</u>					Альтернатива <u>есть</u>				
Дата и время <u>08.08.2008</u>					Проект <u>основной</u>				
Направления движений транспортного потока	↻	→	↶	↷	←	↵	↶	↷	↑
	3-С	3-В	3-С	В-Ю	В-З	В-С	Ю-В	Ю-С	
I. Расчет значений интенсивности групп полос (ГП)									
1 Количество полос	1	2	2	1	2	1	2	2	2
2 Пиковый фактор (PHF)	0,50	0,50	1,00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
3 Интенсивность движения, ед/ч	10	189	4	30	700	20	30	370	
4 Совмещена с потоком "прямо"	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5 Конфликт с движением	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6 Доля поворачивающих без конфликта	0		0	0		0	0	0	
7 Конфликт с пешеходами	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8 Тип прибытия потока	3	4	3	3	2	3	3	3	
9 Инт-сть направ. с PHF, ед/ч	20	378	4	33	778	22	33	411	
10 Инт-сть ГП с PHF, ед/ч		383	4	33	778	22	33	411	
11 Доля поворотных потоков, (Plt, Prt)	0,052		1,000	1,000		1,000	1,000	1,000	
12 К-т прибытия потока, (Rp)		1,333	1,000	1,000	0,667	1,000	1,000	1,000	
4 Фазовый к-т, (v/s)		0,128	0,002	0,036	0,259	0,022	0,018	0,13	
5 Критический ФК, (v)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6 Сумма критических ФК, (Yc)							0,397		
7 Потерянное время в цикле, (L)							8		
8 К-т загрузки перекрестка, (Xc)	<input checked="" type="checkbox"/>						0,448		
IV. Расчет транспортных задержек и уровня транспортного обслуживания									
1 Анализируемый период, (T), ч	0,25								
2 К-т контроллера, (k)	0,5								
3 К-т влияния пред. пересеч. (l)	1								
4 Длина очереди в начале периода T	0	0	0	0	0	0	0	0	
5 Равномерная задержка, (d1)		29,5	25,8	14,3	18,7	14,1	8,4	9,6	
6 Вероятностная задержка, (d2)		26,1	6,8	5,6	5,2	5,0	2,0	1,6	
7 Вторичная задержка, (d3)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
8 Общая задержка ГП, с/ед		58,2	32,5	20,0	26,0	19,1	10,4	11,2	
9 LOS ГП		E	C	B	C	B	B	B	B

Рис.2 – Общий вид программы «Перекрёсток»

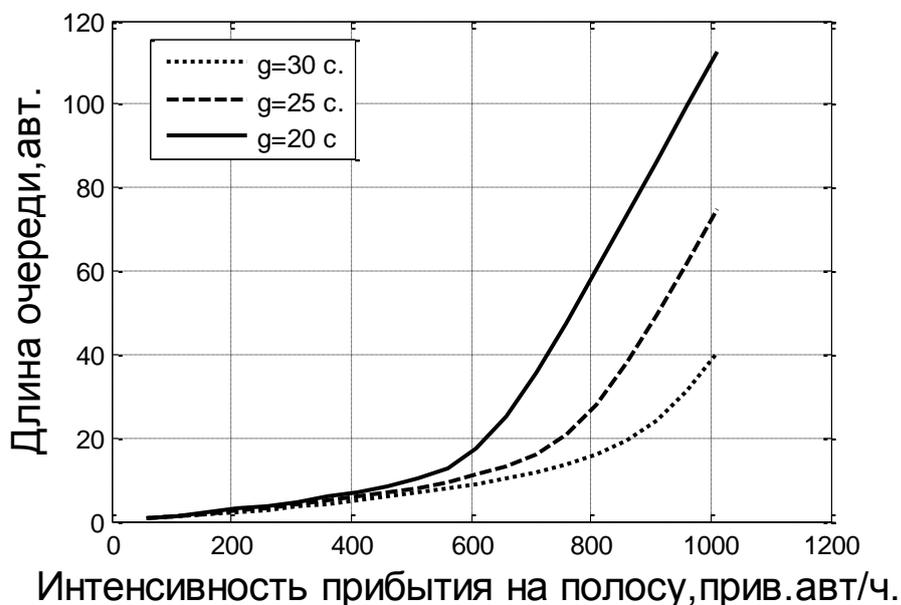


Рис.3 – Зависимость длины очереди от мощности потока¹

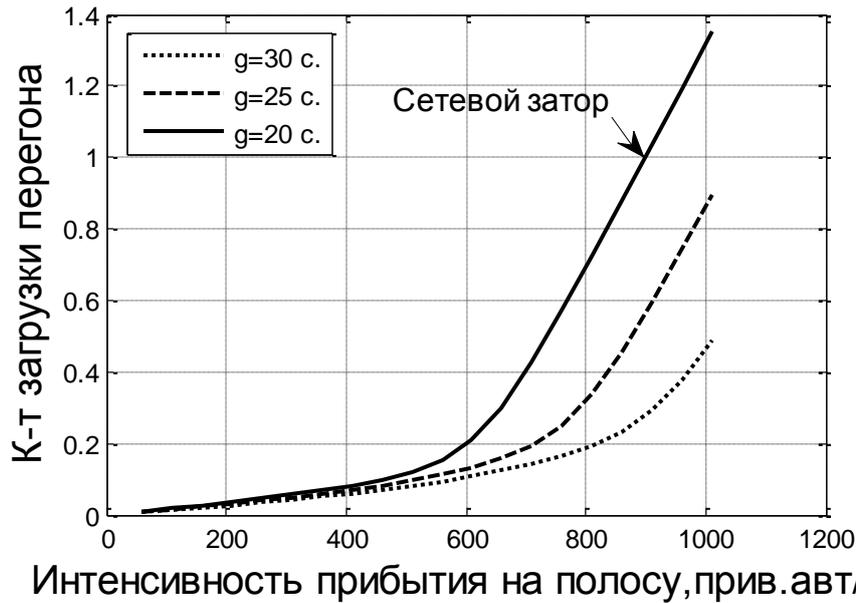


Рис.4 - Зависимость к-та загрузки перегона от мощности потока¹

Примечание на рисунках 3,4

количество полос движения	1;
коэффициент использования полос	1;
время цикла	60 с;
величина потока насыщения	1900 пр.ед./ч;
коэффициент прогрессии	1;
продолжительность анализируемого периода	0,5 ч;
к-т светофорного регулирования	1;
к-т наличия предыдущего перекрестка	1;
длина перегона	500 м.
динамический габарит автомобиля	5м.

Авторами принималась попытка оптимизации значений длительности фаз по критерию «минимума суммарных транспортных задержек», «суммарных длин очередей» на перекрестке с использованием встроенных в Excel средств оптимизации (надстройка «Поиск решения»). Учитывая особенности целевой функции задачи, установлено, что градиентные методы оптимизации являются малопригодными для решения рассматриваемой задачи.

Целевая функция рассматриваемой задачи представлялась в виде:

$$\min \sum (L - Q \cdot l), \tag{1}$$

где L – длина перегона, м; Q – длина очереди транспортных средств на перегоне, авт.; l – средний динамический габарит транспортного средства на размариваемом подходе (полосе);

$$Q = Q_1 + Q_2, \tag{2}$$

где Q_1 – первая составляющая очереди, авт; Q_2 - вторая составляющая очереди, авт.:

$$Q_1 = PF_2 \frac{\frac{v_L \cdot C}{3600} \cdot \left(1 - \frac{g}{C}\right)}{1 - \left[\min(1, X_L) \cdot \frac{g}{C}\right]}, \tag{3}$$

при расчетном коэффициенте прогрессии:

$$PF_2 = \frac{\left(1 - R_p \frac{g}{C}\right) \cdot \left(1 - \frac{v_L}{s_L}\right)}{\left(1 - \frac{g}{C}\right) \cdot \left[1 - R_p \left(\frac{v_L}{s_L}\right)\right]}, \quad (4)$$

$$Q_2 = 0,25c_L T \cdot \left[\left(X_L - 1 + \frac{Q_{bL}}{c_L \cdot T} \right) + \sqrt{\left(X_L - 1 + \frac{Q_{bL}}{c_L \cdot T} \right)^2 + \frac{8k_b X}{c_L T} + \frac{16k_b Q_{bL}}{(c_L T)^2}} \right], \quad (5)$$

при адаптивном регулировании:

$$k_B = 0,10I \left(\frac{s_L g}{3600} \right)^{0,6} \quad (6)$$

где C – продолжительность цикла регулирования, с; g – длительность зеленого сигнала, с; X_L – уровень загрузки полосы движения, рассматриваемой группы (x_L/c_L), s – поток насыщения группы полос, авт./ч; s_L – поток насыщения на полосу, авт./ч; c – пропускная способность группы полос, авт./ч; c_L – пропускная способность на полосу, авт./ч; Q_{bL} – остаточная очередь на полосе движения, авт; N_{LG} – кол-во полос движения в группе.

Надо отметить, что аналогичные математические зависимости (2-6) использованы в программных продуктах «Светофор», «Перекрёсток», «Synchro», «Trafficware» достаточно точно соответствуют экспериментальным значениям длин очередей на перекрёстках города Иркутска и могут использоваться для насыщенных пересечений.

Анализ специальной технической литературы показал, что большое количество задач, связанных с оптимизацией плана работы светофорных объектов представляют собой вид комбинаторных задач, решение которых основано на полном переборе допустимых значений. В последнее годы в задачах оптимизации технических систем широкое распространение получили алгоритмы генетической оптимизации (ГА), представляющие собой итеративный процесс нахождения оптимального значения функции приспособленности (целевой функции) критерием останова которого могут послужить, например, максимальное число итераций.

Основные отличительные признаки классических алгоритмов оптимизации от генетических, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение алгоритмов оптимизации

Классические алгоритмы	Генетические алгоритмы
Генерируют единственную точку на каждой итерации. Последовательность точек достигает оптимального решения.	Генерирует популяцию точек на каждой итерации. Лучшая точка в популяции достигает оптимального решения.
Выбирают следующую точку в последовательности путем детерминированных вычислений	Выбирают следующую популяцию на основе вычислений генератора случайных чисел

Для проверки работоспособности ГА к рассматриваемому виду оптимизационных задачи, была принята целевая функция Растригина (рис. 5).

$$y = 20 + x_1^2 + x_2^2 - 10 \cdot (\cos 2\pi x_1 + \cos 2\pi x_2)$$

Глобальный минимум в точке (0,0)

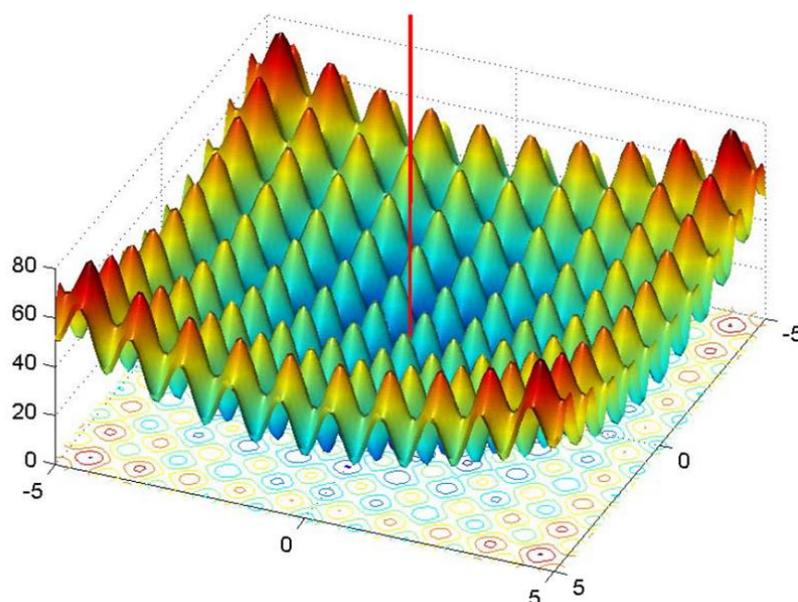


Рис.5 – Плоскость функции Растринга (применяется для проверки работоспособности алгоритма оптимизации)

Функция Растринга имеет множество положительных локальных минимумов, но при этом, имеется единственный глобальный минимум в точке с координатами (0, 0). Надо отметить эта функция часто используется для оценки работы различных алгоритмов оптимизации, поскольку множество локальных минимумов усложняют задачу поиска решения для градиентных алгоритмов оптимизации.

На первом этапе определялся минимум оптимизационной задачи с рассматриваемой целевой функцией без ограничений на оцениваемые параметры x_1 и x_2 . Результаты 10 экспериментов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Тестирование GA без ограничений на оцениваемые переменные

Номер эксперимента	Значение ФП	Значение x_1	Значение x_2	Число итераций
1	0,05531	0,001	-0,017	53
2	0,0272	-0,01	0,005	60
3	1,0034	0,002	-1,001	51
4	0,05531	0,001	-0,017	53
5	0,0272	-0,01	0,005	60
6	0,0063	0,005	-0,003	50
7	0,0694	0,003	-0,018	51
8	0,2944	0,025	0,03	51
9	2,9689	0	-0,001	59
10	0,0166	0,005	-0,008	59

Значения оцениваемых переменных x_1 и x_2 , как и функция приспособленности, фактически достигли глобального минимума функции и соответствуют нулевым значениям (рис. 6).

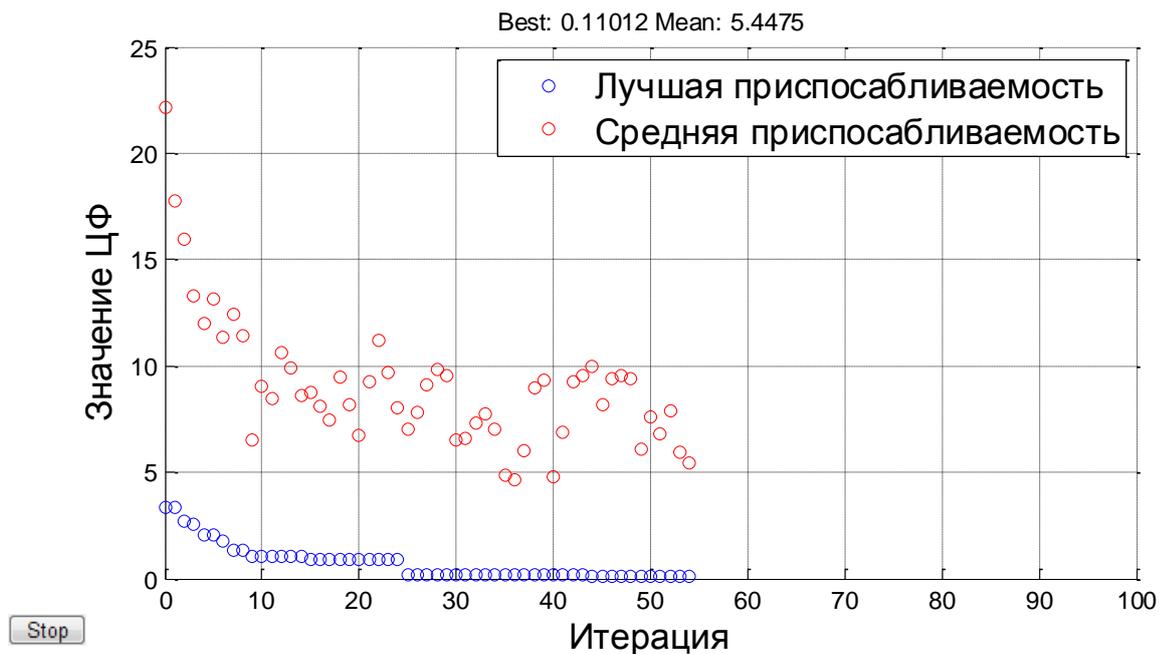


Рис. 6 – График сходимости функции приспособленности (ЦФ)

В нижней части рисунка 6 отображена наилучшая сходимость функции приспособляемости, значения параметров выше отображают среднюю ее сходимость для каждого поколения (итерации). Для того, чтобы более точно проанализировать сходимость целевой функции, масштаб оси Y заменен на логарифмический (рисунок 7).

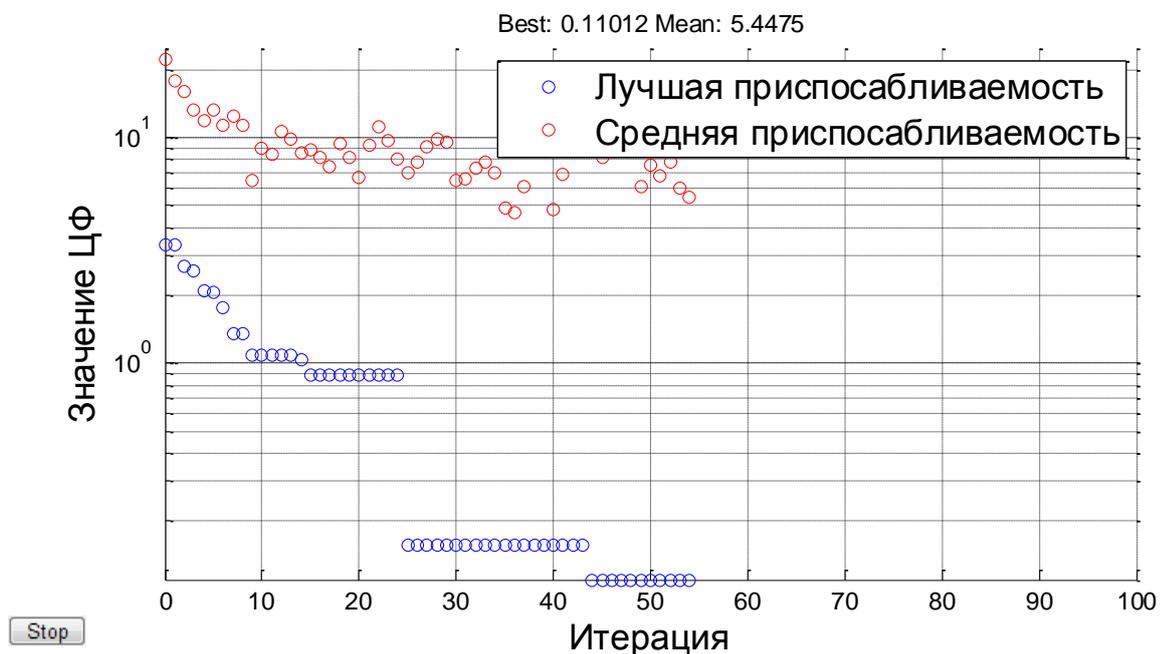


Рис. 7 – График сходимости функции приспособленности

Таким образом, установлено, что в генетическом алгоритме скорость сходимости тем выше, чем ниже уровень поколения и, наоборот, сходимость значительно замедляется при достижении оптимума функции приспособленности.

Результаты проведенного эксперимента подтвердили наличие значительных преимуществ ГА перед градиентными методами и его возможность использования в задачах оптимизации функционирования различных транспортных систем и дорожного движения, в

оптимизации работы светофорных объектов, а также для расчета матриц корреспонденций транспортных поток на городских транспортных сетях (Reddy и Chakroborty, 1999).

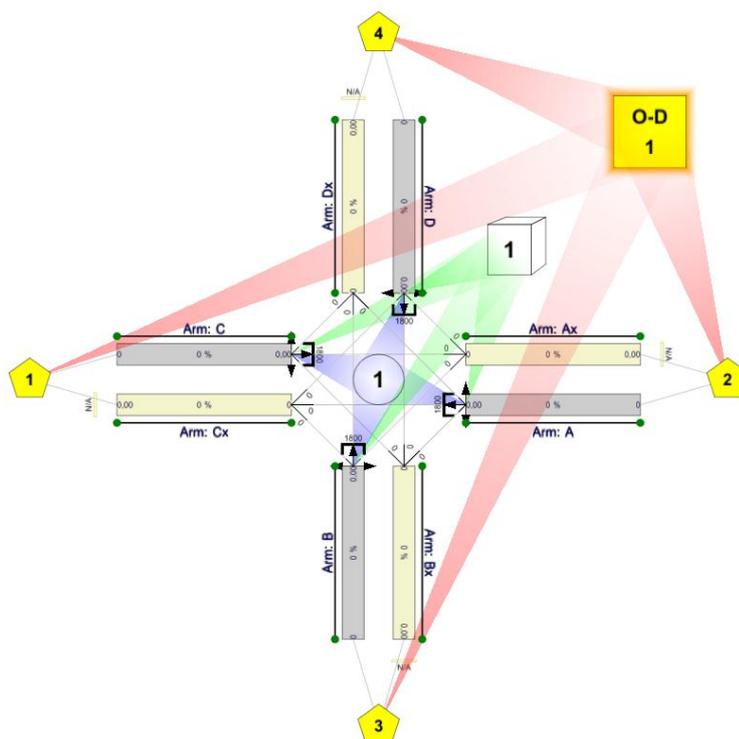


Рис.8 – Ввод O-D матрицы в программу Transyt (TRL)

В дальнейшем авторы задались целью разработать и апробировать алгоритм управления насыщенным перекрёстком, основанный на генетической оптимизации и сравнить его эффективность на примере известного программного продукта Transyt фирмы TRL (Англия) рис.8. Поскольку в качестве исходных данных Transyt требует ввода O-D матрицы, авторами разработана программа «Matrix», позволяющая по замерам входящего и выходящего транспортного потока на подходах к перекрёстку получать данные для построения картограмм интенсивности движения.

Библиографический список:

1. Капитанов В.Т., Хилажев Е.Б. Управление транспортными потоками в городах. - М.: Транспорт, 1985. - 94 с.
2. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей. – Новосибирск: Наука, 2004.-266 с.
3. Traffic control in oversaturated street networks / NCRHP report N194, 1978. – 152p.
4. Webster, F.V., "Traffic Signal Settings, Road Research", Technical Paper No. 39, London, Her Majesty's Stationery.

К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ НА НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ

Борисова В.В., С.Л. Чикалина, Е.Н. Чикалин

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Борисова Виктория Вадимовна, студентка кафедры менеджмента и логистики на транспорте;

Чикалина Светлана Леонидовна, к.т.н., доцент кафедры менеджмента и логистики на транспорте. e-mail: Chikalinasveta@mail.ru

Чикалин Евгений Николаевич, аспирант кафедры менеджмента и логистики на транспорте, e-mail: 655218@mail.ru

По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно жертвами дорожно-транспортных происшествий (ДТП) во всем мире становятся 1,2 млн. человек, а около 50 млн. получают ранения или остаются инвалидами. Дорожно-транспортный травматизм обходится странам в 518 млрд. долл. в год, что составляет в среднем от одного до двух процентов их валового национального продукта.

По данным статистики, в Российской Федерации по-прежнему на высоком уровне остается число ДТП с участием пешеходов. На улично-дорожной сети городов большинство наземных пешеходных переходов нерегулируемые и каждый четвертый наезд на пешехода совершается именно на пешеходных переходах. На сегодняшний день это самая острая проблема в обеспечении безопасности пешеходов. Ее разрешение вполне возможно, но требует инвестиций и комплексного подхода, обеспечивающего одновременное решение некоторых традиционных для российских пешеходов проблем. В ряде случаев причиной таких ДТП являются большие пешеходные задержки и не удовлетворительная организация дорожного движения (отсутствие разметки, ограждений, освещения, светофорного регулирования, разноуровневых переходов и т.д.).

Стратегия повышения безопасности пешеходов состоит в создании такой улично-дорожной инфраструктуры, которая минимизирует вероятность возникновения их конфликтов с автомобильным транспортом. Пешеходные коммуникации должны обеспечивать свободное и удобное движение пешеходов.

Кроме того, условия движения пешеходов, качество организации движения пешеходов на нерегулируемых и регулируемых переходах оценивают показателем уровень обслуживания [1,2,3]. В частности, показатель уровня обслуживания связывают с вероятностью рискованного поведения пешеходов (табл. 1). Это оценивается количеством случаев использования для перехода критических интервалов в транспортном потоке, под которыми понимаются интервалы, равные продолжительности перехода через проезжую часть [4].

Таблица 1

Оценка условий движения пешеходов на регулируемых переходах

Уровень обслуживания LOS	Средняя задержка пешехода, с	Вероятность рискованного поведения пешеходов
A	меньше 5	Низкая
B	от 5 до 10	
C	от 10 до 20	Средняя
D	от 20 до 30	
E	от 30 до 45	Высокая
F	более 45	

Регулирование пешеходного движения предусматривает комплексное использование архитектурно-планировочных и организационных мероприятий, вытекающих из обследования условий и характеристик движения пешеходов по улично-дорожной сети. При проектировании пешеходных коммуникаций (тротуаров, площадей или переходов), прежде всего, возникает задача определения критериев оценки состояния организации дорожного движения [5].

В рамках настоящего исследования проводились наблюдения на пешеходных переходах города Иркутска, расположенных вне перекрестков в дневной период с 7.00 до 21.00. В результате были собраны данные об интенсивностях транспортных и пешеходных потоков, а также задержка пешеходов при переходе через проезжую часть. Результаты обследований приведены в табл.2.

Таблица 2

Результаты обследования задержек пешеходов и интенсивностей движения пешеходных и транспортных потоков на пешеходных переходах

Место расположения	Задержка пешеходов, с	Интенсивность пешеходов, пеш/ч	Интенсивность транспорта, авт./ч
ул. Сухэ-Батора,3	3	328	838
ул. Степана Разина, 6	5,6	300	1200
ул. Баррикад, ООТ «Литера»	22,2	51	2200
ул. Советская, ООТ «403 завод»	25,6	180	2080
ул. Ленина, ООТ «Сквер им. Кирова»	26,4	1284	1814
ул. Академическая, ООТ «Энергетиков»	13,2	576	1768
мкр. Первомайский, ООТ «Вампилова»	6,18	404	1084
ул. Сухэ-Батора, ООТ «гост. Ангара»	11,37	440	1256
ул. Джамбула, ООТ «Джамбула»	34,36	176	1964
ул. Боткина, ООТ «Курорт Ангара»	64,9	132	3308
ул. Карла Маркса, театр им. Охлопкова	3,5	164	732
ул. Маяковского, ООТ «Райсовет»	15	236	1724
ул. Карла Маркса, 2	9,1	332	1524
ул. Академическая, ООТ «Мухиной»	4,4	360	1250
ул. Коммунистическая, 70	6	570	750

Результаты обследований нерегулируемых пешеходных переходов «Зебра» показали, что на переходах этого типа значительная часть водителей не соблюдают требования пропуска пешеходов. Несмотря на имеющийся в соответствии с Правилами дорожного движения приоритет, пешеходы вынуждены ждать приемлемый для них граничный интервал в транспортном потоке, чтобы иметь возможность пересечь проезжую часть [4].

Анализ исследования показывает, что на улицах г. Иркутска концентрируется большое количество транспортных потоков. При обследовании нерегулируемых пешеходных переходов города Иркутска пешеходными переходами с наибольшей интенсивностью транспорта являются нерегулируемые пешеходные переходы: расположенный на ул. Боткина около ООТ «Курорт Ангара» - 3308 авт./ч, по ул. Баррикад около ООТ «Литера» – 2200 авт./ч.

Наименьшая интенсивность транспортного потока была зафиксирована на улице Коммунистическая, около дома №70 – 750 авт./ч., на пересечении улиц Пролетарской и Свердлова – 772 авт./час. и на улице Карла Маркса, напротив Иркутского Академического драматического театра им. Охлопкова – 732 авт./час.

Анализ пешеходного движения на нерегулируемых пешеходных переходах г. Иркутска выявил, что самыми загруженными пешеходным движением нерегулируемыми пешеходными переходами являются следующие: на ул. Ленина около ООТ «Сквер им. Кирова» – 1284 чел./ч, на ул. Академическая около ООТ «Энергетиков» – 576 чел./ч, и на ул. Коммунистическая около дома №70 – 570 чел./ч.

Наименьшие интенсивности пешеходных потоков были выявлены на нерегулируемых пешеходных переходах на ул. Баррикад в районе ООТ «Литера»– 51 чел./ч., на ул. Боткина в районе ООТ «Курорт Ангара» – 132 чел./ч., и на улице Карла Маркса около театра им. Охлопкова – 164 чел./час.

На основании полученных данных с применением регрессионного анализа была получена зависимость задержки пешеходов от интенсивности транспортных потоков:

$$t_{\text{пеш}} = 0,0211 \cdot N_{\text{тр}} - 16,672$$

где, $t_{\text{пеш}}$ – задержка пешехода, с; $N_{\text{тр}}$ – интенсивность транспортного потока, авт./ч

По результатам выполненных теоретических и экспериментальных исследований можно сделать вывод, что существует определенная зависимость задержки пешеход от интенсивности транспортного потока.

На рисунке 1 уточнены границы значений влияния интенсивности движения транспорта на задержку пешеходов на нерегулируемых пешеходных переходах.

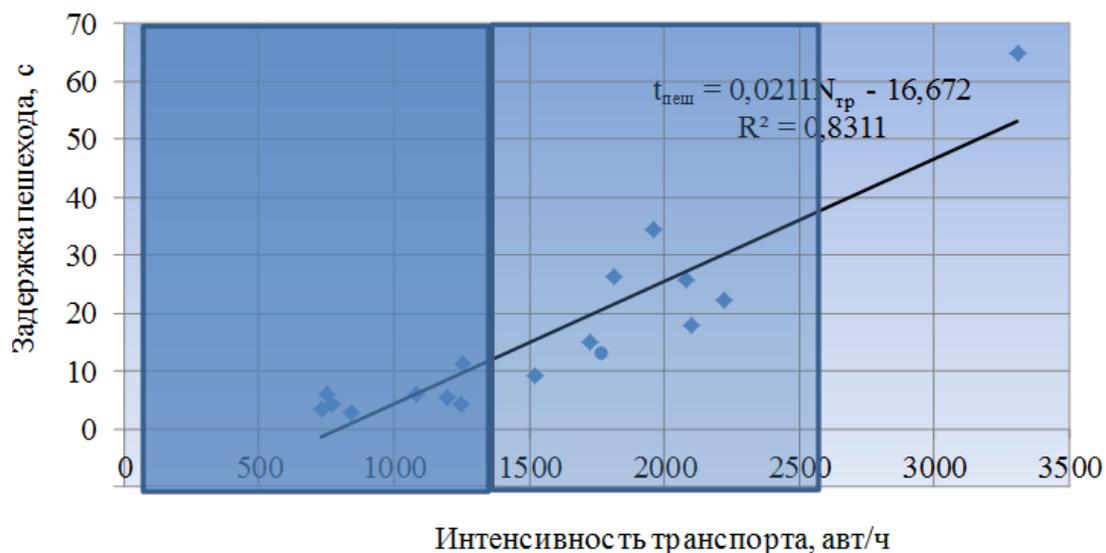


Рис. 1. Влияние интенсивности движения транспорта на величину пешеходной задержки

В итоге на основе выполненного анализа предложены мероприятия по повышению безопасности движения пешеходов (табл. 3).

Таблица 3

Мероприятия по повышению безопасности движения пешеходов

Интенсивность транспорта, авт./ч	Задержка пешеходов, с	Тип перехода	
до 1300	0-12	Нерегулируемый пешеходный переход	
1300-2500	13-37	Пешеходный переход с вызывным устройством или с жестким режимом регулирования	<p style="text-align: center;">Pelican, Puffin, Toucan.</p> 

свыше 2500	38 и выше	Двухуровневые пешеходные переходы	
------------	-----------	-----------------------------------	--

По результатам выполненного исследования даются следующие рекомендации по применению пешеходных переходов:

- нерегулируемый пешеходный переход «Зебра» при интенсивности движения транспорта до 1300 авт./ч
- пешеходный переход с вызывным устройством или с жестким режимом регулирования при интенсивности движения транспорта 1300-2500 авт./ч
- двухуровневые пешеходные переходы при интенсивности движения транспорта свыше 2500 авт./ч

ЛИТЕРАТУРА

1. Математическое моделирование и оценка условий движения автомобилей и пешеходов. Кисляков В.М., Филиппов В.В., Школяренко И.А. М., Транспорт, 1979. 200 с
2. Михайлов А.Ю. Концепция уровней обслуживания пешеходов в организации дорожного движения и проектирования улично-дорожных сетей. - Иркутск. госуд. техн. ун-т, Иркутск, 1997, 12 с. Деп. в Инфортавтодор. 1997г., деп. № 1797-В97.
3. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов. – Новосибирск: Наука, 2004г. 267 с., ил.
4. Слободчикова Н.А., Совершенствование организации дорожного движения на основе применения пешеходных вызывных устройств. Дисс. ... к.т.н., Иркутск 2010.
5. Чикалина С.Л., Разработка методики обоснования размещения пешеходных зон и границ зон успокоения движения. Дисс. ... к. т. н., Иркутск, 2007

С.В. Колганов, Т.С. Климова

Иркутский государственный технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Особенности национального такси России

Роль автомобильного транспорта в удовлетворении потребностей населения в передвижении трудно переоценить. Автомобильный транспорт обладает рядом технико-экономических особенностей, определяющих его широкое использование:

1. Большая маневренность и подвижность. Способность доставлять пассажиров «от двери до двери».
2. Высокая скорость доставки пассажиров. По скорости движения автомобильный транспорт уступает только воздушному.
3. В ряде случаев более короткий путь движения пассажиров.

К недостаткам автомобильного транспорта относятся:

1. Сравнительно высокая себестоимость, которая выше чем на водном и железнодорожном транспорте.
2. Относительно большая стоимость материально-технической базы обслуживания автомобилей.

Недостаточная протяженность и плохое техническое состояние имеющихся автомобильных дорог.

Перевозка пассажиров автомобилями-такси представляет собой сложный процесс и предполагает системный подход к его рассмотрению.

Такси́ (от фр. *Taximètre* «счётчик цены»), позже так называлась сама машина) — средство общественного транспорта, обычно автомобиль, используемый для перевозки пассажиров и грузов в любую указанную точку с оплатой проезда машины по счётчику — таксометру.

Система транспортного обслуживания населения включает в себя следующие формы пользования автомобилями такси [2]:

1. Найм автомобилей такси на стоянках. Это наиболее распространенная форма пользования таксомоторным транспортом, таким образом совершается наибольшее число поездок пассажиров. Однако при такой форме обслуживания преимущества автомобилей-такси в сравнении с маршрутизированным транспортом полностью не реализуются, так как пассажиром затрачивается время на подход к стоянке и ожидание свободного такси.

2. Найм свободного такси в пути следования. В таких случаях пассажир не тратит время на подход к стоянке и у автомобиля-такси уменьшаются неоплаченные пробеги, но уменьшается и возможность совершения поездки.

3. Предварительный заказ или вызов такси непосредственно к месту отправления пассажира. При такой форме осуществляется принцип доставки пассажира «от двери до двери».

4. Групповое обслуживание пассажиров. Оно осуществляется с пунктов массового отправления пассажиров в места массовых совпадающих корреспонденций поездок (от конечной станции метрополитена до аэропорта, между вокзалами и портами). В связи с долевым участием пассажиров в оплате проезда поездки более доступны.

5. Подача автомобиля-такси по наряду. При помощи автомобилей, выделяемых по наряду, учреждения и организации по разрешению министерств и согласно заключенным договорам с АТП осуществляют сбор почты и обслуживание сберкасс.

6. Обслуживание работников сторонних организаций по договорам.

7. Заказы такси с самолетов, поездов, речных и морских судов. Проводники и служащие продают талоны на предоставление автомобилей-такси, которые предъявляются диспетчеру-распорядителю таксомоторной стоянки.

8. Маршрутные такси. Они выполняют перевозки пассажиров по регулярным, постоянным или временным, городским и внегородским маршрутам.

В нашей стране такси ассоциируется с «шашечками», счетчиком и словоохотливым туристом. Российский рынок такси изобилует как крупными, так и мелкими компаниями. Значительная часть таксомоторных фирм давно уже перешла на заказ такси по фиксированной системе расчета с клиентами, основанной на конкретных базовых тарифах. В результате доверие клиентов к таким компаниям возросло, следовательно, и увеличилось число тех, кто пользуется их услугами.

Многие такси оборудованы радиосвязью, а также приборами, благодаря которым легко определить местонахождение транспортного средства. Такие меры позволили снизить время простоя автомобилей и повысить производительность труда. Удалось снизить до минимума вероятность совершения так называемых «левых», неучтенных рейсов. В крупных городах страны такси оснащаются GPS-ГЛОНАСС навигаторами. В итоге обслуживание пассажиров стало более оперативным, так как теперь водитель может выбрать оптимальный маршрут движения авто в объезд пробок и городских заторов.

Но все эти кардинальные изменения коснулись лишь сферы легального такси, где владельцы таксомоторных фирм заботятся не только о собственных доходах, но и об удобстве, безопасности пассажиров. Безусловно, подобная забота о клиентах чаще всего является своего рода великолепным рекламным инструментом. Но в этом случае в выгоде остаются и фирмы, и клиенты. Так что, заказывая дешевое такси, имеющее официальную лицензию, можно не бояться за свою жизнь во время поездки.

Сейчас в таксомоторных парках есть иномарки, легковые автомобили и минивэны, частным водителям приходится бороться с маршрутными «газелями» – но рынку такси есть еще куда расти. И качество оказываемых услуг повышается в условиях непрерывной конкуренции.

Сейчас в России такси есть буквально во всех населённых пунктах. Наряду с отечественными автомобилями широко используются иномарки. Нередко оранжевый «гребешок» такси можно увидеть на престижных моделях, оборудованных кондиционером и даже имеющих в салоне небольшой телевизор.

Расширился и спектр услуг такси: теперь машину можно заказать не только для перемещения по городу или за его пределами, но и для доставки цветов, продуктов, подарков. Люди, которые по каким-то причинам не могут встретить своих близких в аэропорту, просто оплачивают поездку в офисе, а к назначенному сроку автомобиль подъедет на оговоренную стоянку и заберёт пассажиров. Необходимость перевозки бытовой техники и строительных материалов вызвала появление грузового такси.

Развитие современного такси продолжается, и в городах появляется всё больше новых офисов, предлагающих услуги по перевозке пассажиров и доставке товаров. Таксометры в России практически не используются: сумму оплаты вычисляют в офисе и называют по телефону в процессе принятия заказа. Высокая конкуренция помогает сдерживать цены, однако дорожающий с каждым днем бензин вынуждает потихоньку повышать тарифы. Для удобства потребителей многие компании позволяют осуществлять заказ такси с мобильных телефонов, а это значит, что теперь вызвать машину можно из любой точки города или за его пределами.

Очень удобна услуга предварительного заказа. В нужный час клиентам не придётся волноваться, что все автомобили заняты на вызовах — такси подъедет вовремя, в назначенный срок. И, конечно, большое внимание уделяется качеству обслуживания. Перед началом работы машины проходят обязательный техосмотр, а к водителям предъявляются

повышенные требования следования корпоративным стандартам. Главное правило серьёзных таксомоторных компаний — «Всё для удобства клиента!». И, как показывает опыт, пассажиры предпочитают пользоваться именно их услугами.

История развития такси в Иркутске

Первым и долгое время единственным внутригородским видом транспорта были легковые извозчики. "Иркутск богат довольно приличными извозчиками: все они ездят на резинах и строго придерживаются таксы, которая, благодаря небольшим расстояниям, не убыточна для них", - писал один из гостей города. "По своему внешнему виду иркутские извозчики ещё довольно порядочны", - отмечал другой. Ведь для извозчиков в Иркутске устраивались даже специальные смотры, своего рода парады. Все экипажи жюри и публика условно делила на два разряда: "смотря по достоинству экипажа и упряжи" и "видности лошадей". Лучшим извозчикам повышали таксу.

В 1900 г. для удобства горожан на извозчицких биржах - тогдашних "стоянках" - были заведены ночные дежурства, и запоздалый пешеход мог пользоваться услугами легковых извозчиков. Точное число их определить сложно, известно, что в начале 70-х гг. XIX в. на 11 извозчицких биржах Иркутска стояло 316 номеров экипажей.

Кроме легковых извозчиков, в Иркутске, на берегу Ангары, у пристаней стояли ломовые перевозчики тяжестей. Они занимались доставкой товаров и кладей на суда, с судов в таможенно, в склады, дров по домам, леса и прочих грузов.

Конечно, пролетка дело хорошее, но куда приятнее за ту же плату прокатиться в большом омнибусе, запряжённом четвёркой резвых лошадей. Да, интересное и волнующее событие пережили жители нашего города в один прекрасный день в конце позапрошлого столетия. 26 ноября 1899 г. местные газеты сообщили о появлении нового вида общественного транспорта. Городские власти дали разрешение на хождение двух омнибусов.

Иркутяне были очень довольны известием. Пусть им не приходилось, как современному жителю большого города, вываливаться из трамвая или троллейбуса в час пик без шапки, каблуков и пуговиц, всё же проблема транспорта им была уже знакома.

Между прочим, ещё до открытия автобусного движения в городе ходил дилижанс. За 10 копеек можно было проехать от Амурской улицы до Покровской церкви, а чуть позже, в 1880 г., от здания драматического театра до Арсенальской и Шелашниковской улиц и учительской семинарии.

Ещё в конце XIX в. в Иркутске вполне серьёзно задумались о трамвае. Одним из первых проектов создания в Иркутске этого вида транспорта был проект некоего господина Андреева, который и предложил устроить так называемую конно-железную дорогу. По плану этого иркутского инженера предполагалось пять линий. Скорость движения для трамвайных вагончиков определялась не свыше десяти, а для пассажирских - не более пятнадцати вёрст в час. Но проект был слишком дорог и, как оказалось при проверке, не очень надёжен.

Изобретательная мысль инженеров и техников неустанно работала, и спустя год-два на стол городского главы лёг новый проект сети городских железных дорог - на этот раз электрической. По поручению думы общее присутствие управы совместно с выбранными в специальную комиссию гласными решило, что трамвайных линий должно быть две. Первая пройдёт от Понтонного моста до Набережной на Дегтяревскую улицу, с неё по Амурской на Большую, после чего, сделав маленькую петлю, уйдёт за Ушаковку.

Вторая линия трамвая должна была начаться с Семинарской улицы, пройдя Ивановскую, выйти на Пестеревскую, а оттуда по Преображенской улице подойти к кадетскому корпусу. Дума постановила: постройка должна занять три года. Намечалось, что движение будет проходить днём и ночью не менее 15 часов в сутки. Промежутки между выпусками вагонов по проекту составляли 15 минут. Интересен и тот факт, что в отличие от взрослых горожан, цена билета для которых колебалась в пределах 5-8 копеек, учащимся представлялась скидка - для них билет стоил 2-3 копейки.

И наконец, в Иркутске появился автомобиль. Вначале по городу бегала одна-единственная частная машина. Со временем на улице Преображенской появился специально выстроенный автомобильный гараж Алексева. Здесь можно было взять машину напрокат; записавшись предварительно, совершить поездку в Качуг и Жигалово, на Лену. Специальный рейс возил желающих к районам, где обычно шла охота, - к Манзурке и Баяндаю. К началу XX века машин в Иркутске стало так много, что владельцы их обратились в городскую управу с ходатайством установить "различную нумерацию для автомобилей, занимающихся перевозкой пассажиров, и автомобилей, служащих исключительно владельцам их".

Как и в наше время, автомобили и шофёры проходили строгий экзамен. "6 апреля в 12 часов состоится смотр автомобилей, принадлежащих частным владельцам, и испытание лиц, управляющих ими", - такие объявления часто встречаются на страницах старых иркутских газет. А в 1911 г. редакция журнала "Автомобилист" приступила к изданию списков владельцев авто в России. Не обошли вниманием и наш город.

Сегодня в Иркутске зарегистрировано свыше 90 компаний-автоперевозчиков, предоставляющих услуги такси. Безопасность – проблема всех иркутских такси, т.к. фирмы являются «полулегальными», т.е не имеют собственного парка, а водители используют собственные автомобили. Соответственно за техническое состояние несёт ответственность также водитель, ремонтируя и заправляя своё транспортное средство на свои деньги и своими возможностями. Это серьёзный удар по безопасности перевозок пассажиров на такси.

Комфорт точно также, как и безопасность лежит на плечах водителей. Машины разные, единых требований нет, а значит и определенный уровень не поддерживается. На вызов может приехать как иномарка, так и довольно старый и тесный отечественный автомобиль. Чистота и уют автомобиля на совести каждого отдельно взятого водителя.

В результате проведенных в 90-х годах приватизации большинство государственных таксомоторных предприятий, приобретя самостоятельность в принятии управленческих решений, перестали оказывать населению таксомоторные услуги, переключившись на другие виды деятельности. Этот вид услуги практически исчез, что подтверждается официальной статистикой (рис 1).

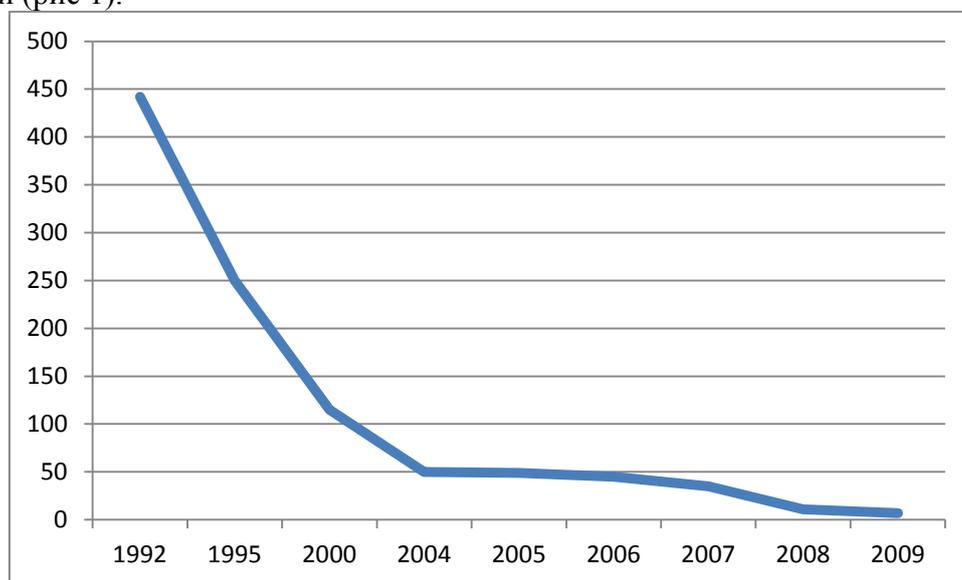


Рис.1. Динамика изменения объёма таксомоторных перевозок, млн. пасс.

За последние 17 лет объем перевозок сократился более чем в 60 раз – с 442 млн. – в 1992 году до 7 млн. пассажиров – в 2009 г.

Ежегодно сокращается количество населенных пунктов, имеющих официально зарегистрированные такси (рис 2).

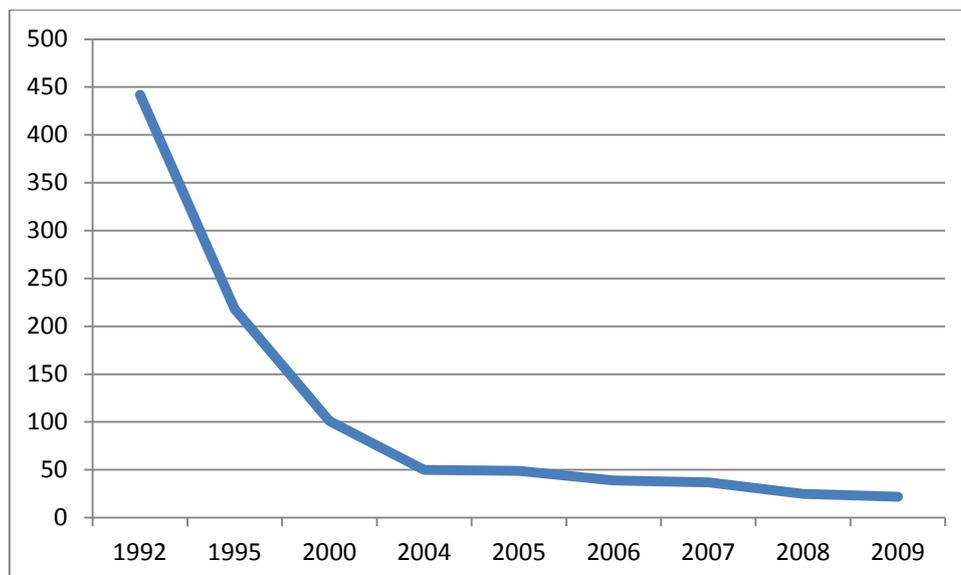


Рис. 2. Количество городов и посёлков городского типа, имеющих официально зарегистрированные такси

Список источников литературы:

1. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации. Федеральный закон от 6 октября 2003 г. №131-ФЗ.
2. Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта. Федеральный закон от 8 ноября 2007 г. №259 – ФЗ.

С.В. Колганов, Т.П. РомановскаяИркутский государственный технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Транспорт всегда играл ключевую роль в развитии человечества. Наши предки держали лошадей и делали телеги лишь для того, чтобы иметь возможность быстрого перемещения при необходимости. Транспорт – главная причина развития торговли. Именно развитие навигации, а также строительство дорог, послужило толчком к развитию торговых отношений между странами и регионами, что является главной причиной развития экономики.

В настоящее время мы уже не можем представить свою жизнь без поездов, автобусов, такси. Развитие транспортной инфраструктуры – ключевой момент развития экономики любой современной страны. Традиционно государство занимало главную роль в этом вопросе.

Актуальность проблемы заключается в том, что таксомоторные перевозки занимают 6-9% от общего объема пассажирских перевозок, но этот вид деятельности до сих пор не регулировался правительством, поэтому за много лет накопилось очень много проблем в данной сфере деятельности.

Историки Великобритании и Франции до сих пор оспаривают пальму первенства в вопросе, которую из этих стран следует считать родоначальницей такси. И те, и другие правы. Пассажирский извоз как таковой, безусловно, зародился в Великобритании (вспомним знаменитые лондонские двуколки — кэбы), Франция, между тем, стала родоначальницей современного автомобильного такси, так как именно здесь были заложены традиции и созданы узнаваемые по сей день каноны этого вида бизнеса.

Особенности национального такси США

В Америке традиция такси существует почти так же долго, как на Туманном Альбионе, и удивляться тому, что американцы тоже претендуют на роль «изобретателей» пассажирского извоза, нечего. Сейчас каждый американец не только имеет собственный автомобиль, но и постоянно пользуется такси. Самое первое, что бросается в глаза в Нью-Йорке – это огромное количество ярко-желтых такси, которых чуть ли не больше, чем обычных машин. Раньше это были таксомоторы Checker, которые стали чем-то вроде легенды американского такси. Без этих вездесущих желтых кэбов и не представить ни улицы этого города, ни один голливудский фильм. Они отличались высокой надежностью, выносливостью и исключительным удобством для пассажиров – пусть и в ущерб водителю. Классический седан A8 и практически «гражданский» Marathon – они определяли лицо американских городов и, в особенности, самого Нью-Йорка. Checker был последней автомобильной фирмой, не входившей в Большую Тройку и очень долго уходил со сцены. Но «чеккеров» сменили «каприсы», а теперь в роли желтых такси, в основном, выступают «форды». Помимо такси, которое можно поймать на улице, существует в Нью-Йорке и стандартная услуга вызова по телефону. Заказанное такси может быть любого цвета и приедет обязательно без таблички на крыше – чтобы не путать с обычными. Вообще, нью-йоркское такси считается безопасным, т.к. каждая машина оборудована тревожной кнопкой, но и достаточно дорогим – несмотря на то, что не надо платить за парковку, скорее всего придется заплатить за стояние в пробке. А пробок в Нью-Йорке всегда предостаточно. Т.к. сейчас в Америке водителями такси обычно выступают недавно прибывшие эмигранты, которые еще не нашли себе другой работы, в последние годы Городская комиссия по такси и лимузинам (Taxi and Limousine Commission) обеспокоилась уровнем сервиса. Сейчас они обязывают профсоюз следить за уровнем владения английским водителями, и прочими нарушениями – такими как грубость таксистов, ис-

пользование мобильных телефонов во время ведения машины, нарушение правил дорожного движения и отказ принимать кредитные карты. Даже не смотря на забастовку в сентябре 2007 года, в каждой машине теперь есть система спутниковой навигации, на экране которой пассажир может видеть маршрут. Так что Нью-Йоркское такси еще остается одним из лучших в мире.

Особенности национального такси Великобритании

Лондонские кэбы давно уже не просто такси, а фирменный стиль и неременный атрибут города.

Три компании – Asquith, Hooper и London Taxi International до сих пор производят типично английский транспорт. И все машины красят в черный цвет, чтобы выделить из сотен других, которые также можно встретить на улицах города, – покрытых рекламными логотипами и все чаще розового цвета. Внешность «настоящего лондонского такси» осталась без изменений, как и то, что водитель сидит за стеклянной перегородкой. Черное лондонское такси – это, можно сказать, дух Англии.

Особенности национального такси Франции

Франция – самая настоящая родина такси. Напомним, что именно в этой стране еще в 18 веке расположился постоялый двор, в котором содержались несколько конных экипажей – именно они стали первым общественным транспортом. А называли эти кареты «фикарами» – по имени святого покровителя часовни, которой находилась совсем недалеко от самого первого в мире таксопарка.

Самой распространенной моделью стал автомобиль от Renault ярко-зеленой окраски с салоном, отделявшим пассажирскую от водительской части и «багажником» сзади для личных вещей клиентов. Модель производилась специально для этих целей, и довольно быстро весь Париж заполнили именно зеленые «рено». Водители такси одевались в фирменные пальто, напомиавшие ливреи, и белые фуражки.

В настоящее время ни специальной окраски, ни особой модели, которой пользуются большинство французских таксистов не существует. Все парижские такси всегда узнаются по белому пластмассовому коробу на крыше, подсвечивающемуся лампами, если такси свободно. С заказом машины по телефону тоже вполне стандартно. Что отличает французское такси – так это хорошее состояние таксопарка и безукоризненный сервис.

Особенности национального такси Германии

Такси в Берлине и в любом другом городе Германии – дорогое удовольствие. И дело даже не в том, что почти каждый здесь имеет личный автотранспорт или, что это страна зажиточных и медлительных бургеров. Просто так сложилось, что фирменного такси в Германии как такового нет, а «частный извоз», который подвести под нормальный уровень контроля невозможно, узаконен и подлежит налогообложению.

Государство нашло выход именно в создании таксомоторных парков, принадлежащих или фирме, или самому городу, которые имеют право продавать лицензию на работу такси. А любой человек, кто хочет зарабатывать этим деньги, должен пройти массу тестов и экзаменов. В том числе, на идеальное знание дорог, на которых он собирается зарабатывать себе на жизнь. Но все равно, как и в Нью-Йорке, таксуют обычно эмигранты. Хотя отличие от этого же города – такси либо заказывают по телефону, либо идут к остановившемуся на обочине, «голосуют» здесь редко.

Немецкое такси может быть любым и, в принципе, любого цвета, хотя больше в ходу цвет слоновой кости (бежевый), иногда – традиционный желтый. А среди моделей все большее предпочтение отдают мерседесам Е-класса с дизельным мотором.

Еще в Берлине пытаются решить вопрос перегруженных магистралей с помощью катеров по реке Шпрее, которая проходит через центр столицы. К тому же, водное такси – это еще и популярный туристический аттракцион.

Особенности национального такси Японии

Японское такси – самое образцовое такси во всем мире. Все японские таксисты носят белоснежные перчатки, безукоризненно вежливы и пунктуальны, и это, пожалуй, самое главное отличие. Кроме этого, в машинах часто устанавливают минибары, телевизоры и прочие технологические новшества, которые в других странах и не увидишь – уровень сервиса, можно сказать, на высоте. Автомобили не выделяют ни окраской, ни моделью, но на крыше всегда установлена коробочка, сигнализирующая о том, что это действительно такси, а за ветровым стеклом обычно устанавливают сигнальную лампочку. Она горит зеленым, когда такси свободно, и красным – если уже кого-то везет.

Обычно считается, что такси – очень «молодой» вид городского транспорта, как в Токио, так и всей Японии. Связано это с тем, что не смотря на то, что первый таксопарк был основан в 1912 году, начало Второй мировой войны полностью уничтожило только зародившуюся индустрию пассажирских перевозок. Некоторое время и после войны, на которую были брошены все силы и средства страны, по городам пассажиров развозили рикши. Когда же экономика Японии начала возрождаться, появилось столько желающих заниматься таксомоторными перевозками на автомобилях, которых в городе появилось очень много, что властям даже пришлось вводить искусственные ограничения на эту деятельность, чтобы не допустить нового сокрушительного падения.

Расцвет ознаменовался «мыльным пузырем», менее знаменитым, чем Великая депрессия, но опять сильно ударившим по мелким фирмам, содержащим таксопарки. Опять потребовались годы, чтобы ситуация стабилизировалась и сформировалось сегодняшнее положение рынка пассажирских услуг. Конечно, главного своего конкурента – идеально отлаженной системы метро – японскому такси не одолеть, но все-таки оно заняло свою нишу в жизни и одного из самых больших городов мира, и всей страны восходящего солнца.

Несмотря на то, что английский язык достаточно сильно проник в культуру Японии, многие водители не знают английского языка. Японские таксисты – вообще, самые молчаливые таксисты в мире. И, кстати, по решению профсоюза, заботящегося о здоровье водителей и пассажиров, в японском такси запрещено курить.

Особенности национального такси Китая

Страны Востока – это особенный мир со своим собственным укладом жизни. Здесь абсолютно все отличается от нашего мировоззрения и взглядов на жизнь, в том числе и такси. Например, шанхайский таксопарк сочетает в себе качество обслуживания и небольшую цену. В первую очередь, существуют более дешевое и более дорогое такси – стоимостью 1,2 и 2,0 юаней соответственно. Наклейка с ценой за один километр обычно прикреплена к боковому стеклу автомобиля или располагается на каждом из задних окон такси. Таксист в такси Пекина отделён от пассажиров специальной решёткой или стеклянной перегородкой, в которой есть прорезь для передачи денег. В машине работает счетчик, и по окончании поездки водитель выдает чек. Поймать такси бывает достаточно трудно в час пик. Для этого нужно встать у дороги и ждать появления машины с красной отметкой на лобовом стекле.

Конечно, у китайского такси есть и свои особенности, и уникальный национальный колорит. Пекинские таксисты, как правило, не говорят ни по-русски, ни по-английски, поэтому удобнее всего им сориентироваться по англо-китайской карте города.

Что касается пробок на китайских магистралях, то на улицах Пекина и Шанхая они, разумеется, появляются, но не слишком часто.

При поездке на китайском такси необходимо обращать внимание и на то, какого уровня сам автомобиль, новый он или старый. В качестве такси используются самые разные марки и модели машин. В основном, это «Citroen AZ», «Sonata» и «Volkswagen Jetta», а также наиболее распространенные марки «Elantra» и «Fukang» («Citroen AZ»). Почти все такси в китайской столице – это новые авто. Цвета машин различаются в зависимости от принадлежности их к той или иной компании. На улицах Пекина можно встретить зеленые, пурпур-

ные, синие и красные такси, а по центру авто обычно проходит полоса желтого цвета. На крыше такси установлен особый светящийся знак, который обозначает «TAXI». Регистрационный номер машины начинается с "B". А знак красного цвета («ForHire») будет поднят за передним стеклом, если такси не занято и готово Вас подвезти. После того, как пассажир садится в салон, водитель опускает этот знак, и автоматически начинает работать таксометр.

В Шанхае цвет машины является визитной карточкой каждого таксомоторного бренда, и, кроме того, своего рода знаком качества перевозчика. К работе в такси в городах Шанхай и Пекин и в Китае вообще допускаются исключительно лицензированные таксомоторы. В левом углу лобового стекла такси на внешней стороне размещаются специальные звездочки. В идеале, «пятизвездочный» таксист лучше ориентируется в городе и должен разговаривать по-английски.

Особенности национального такси Израиля

Все такси в Израиле белого цвета. Службы такси, как таковой, не существует. Все машины частные. Но для того, чтобы получить лицензию на извоз, необходимо сдать экзамены, которые принимаются всегда очень строго. К тому же, для израильских таксистов, знание английского языка обязательно. Иначе лицензию получить нельзя.

Такси Израиля – единственный транспорт, который работает в этой стране даже в конце пятницы. За заказ по телефону начисляется дополнительная плата, также повышенные тарифы распространяются на выходные и праздничные дни. Можно договориться и об оплате без счетчика. Чаевые в Израиле давать не принято.

Особенности национального такси Мексики

В Мексике есть такси как со счетчиками, так и без них. Если вы увидели на автомобиле надпись «turismo», значит в автомобиле находится водитель со знанием английского языка и может выступить в роли экскурсовода. Ловить такси, где попало не стоит, так как в Мексике много мошенников. Они либо сами ограбят вас, либо привезут вас до того места, где, опять же, вас ограбят. Поэтому лучше заказывать такси по телефону.

Особенности национального такси Финляндии

В Финляндии не принято «ловить» такси на улице. Для безопасности водителей и пассажиров автомобили оснащены видеокамерами. Имеются GPS-навигаторы. Стоимость заказа зависит от многих факторов: дня недели, времени суток, количества пассажиров. Расплачиваться можно кредиткой и наличными. Чаевые оставлять можно, но это не обязательно.

Особенности национального такси Турции

В Турции такси очень много, причем мошенничество среди таксистов поставлено на должном уровне. Необходимо сразу посмотреть на тарифы, убедиться, что включен счетчик, причем включен вовремя. Водители часто прибегают к такой хитрости, как «нет сдачи». Стоит обратить внимание на то, чтобы днем вас не рассчитывали по ночному тарифу. Также нередко таксисты специально попадают в пробки и выбирают далеко не самые короткие маршруты.

Особенности национального такси ОАЭ

В Объединенных Арабских Эмиратах (ОАЭ) на автобусах передвигаются только самые бедные люди. Практически все ездят исключительно на такси.

В Эмиратах, таксисты всегда одеты в специальную форму. Их автомобили находятся в прекрасном состоянии. Абсолютно все машины снабжены кондиционерами или климат - контролем.

Таксопарк состоит из моделей престижных автомобильных брендов. Каждая поездка будет комфортной, а оплачивается по счетчику. Правда, за посадку в такси, нужно заплатить дополнительно.

Однако на улицах, можно встретить и частных извозчиков, которые предлагают более дешевый проезд. Но специфика таких таксистов заключается в том, что они могут, на

пол пути, остановиться и сообщить вам, что цена за проезд будет больше, чем вы договаривались (они работают без «таксометров»). Ехать дальше или нет, решать вам.

Недавно в ОАЭ появилось «женское такси». Все машины этой службы перевозок выкрашены в розовый цвет, а водителями здесь работают, только женщины. Учитывая, особенности местного менталитета и культуры, в арабских странах, воспользоваться услугами «женского такси», могут только представительницы слабого пола.

Ниже представлены некоторые статистические данные о работе таксомоторов в различных городах мира (рис 1).

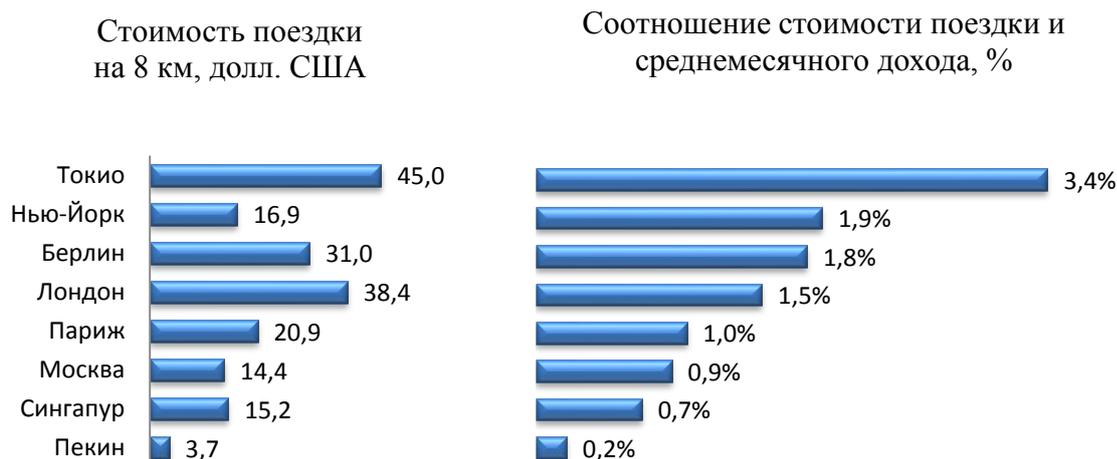


Рис. 1. Доступность услуг такси для населения

В разных городах мира политика властей в отношении тарифов на услуги таксомоторных перевозок довольно сильно отличается. Например, в

Токио – тарифы слабо регулируются

Нью-Йорк - тарифы жестко регулируются

Берлин – тарифы жестко регулируются

Лондон – тарифы жестко регулируются

Париж - тарифы жестко регулируются

Москва – тарифы не регулируются

Сингапур – тарифы не регулируются. Высоко консолидированный сектор, разделенный между крупными компаниями.

Пекин - тарифы жестко регулируются. Государство участвует в бизнесе – консолидированный сектор.

На рис. 2 представлено количество ТС сектора таксомоторных перевозок на 1000 жителей в разных городах мира

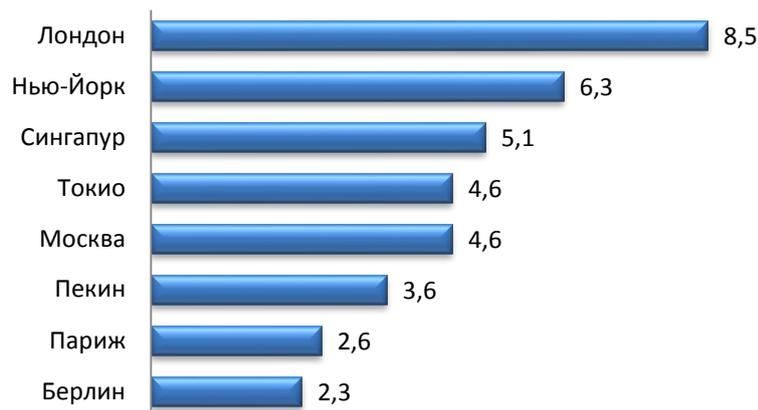


Рис. 2. Количество ТС сектора таксомоторных перевозок на 1000 жителей*, ед.

* - С учетом нелегального сегмента, всего в Москве около 49 тыс. автомобилей в секторе таксомоторных перевозок, который оценивается в 30 млрд.руб.

На рис 3 показана скорость подачи таксомотора в Сингапуре и Москве

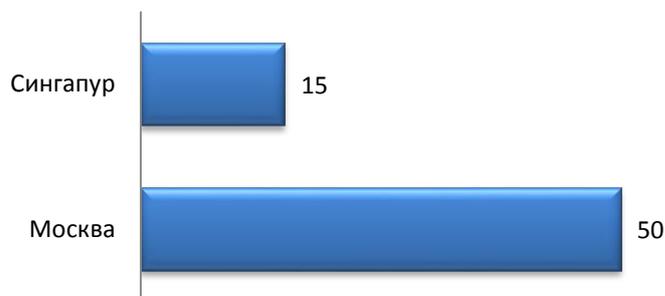


Рис. 3. - Скорость подачи ТС (для "такси на заказ"), мин. после заказа

Сравнить Москву с другими мегаполисами по качеству услуг и безопасности перевозок не представляется возможным ввиду отсутствия сопоставимых данных. По другим городам статистика не ведется.

Интересные факты из мира такси

Самое дорогое такси в мире вы найдете в Швейцарии. Команда «Price of Travel» тщательно проанализировала исследования о стоимости поездки в такси в 72 странах, и в итоге обнаружила, что трехкилометровая поездка в пределах Цюриха обойдется клиенту от 18 до 24 крон. Подобная цена намного превышает цены за подобные поездки в других городах мира. Следом за Цюрихом идет Осло (Норвегия), Монако, Амстердам (Нидерланды), Хельсинки (Финляндия).

Самое дешевое такси в мире – это такси Дели (Индия). Трехкилометровая поездка обойдется вам 1,3 доллара, а минимальный тариф составляет 90 центов.

Самую длинную поездку в такси совершили путешественники Д. Левайн, К. Аррезе, М.Эйдетт. Они проехали из Лондона в Кейптаун и обратно в Лондон. Всего поездка заняла 4 месяца, а сумма по счетчику составила 62 тысячи 908 долларов.

Самый масштабный таксопарк находится в Мексике, его обслуживает 60 000 автомобилей.

Самое престижное такси в мире вы найдете в Германии, в качестве автомобилей там предлагают «Мерседесы» Е – класса.

Самое старое такси в мире – это лондонские кэбы. Они получили свою лицензию в 1639 году, и после этого стали официальным такси Англии. На кэбе с легкостью можно

прокатиться и сейчас. Сегодня – это не просто такси, а достопримечательность столицы Великобритании.

Самый первый домен в сети Интернет появился по адресу taxicab.com в марте 1996 года.

Единственным местом, где заботятся об истории такси на уровне музея, стала Москва. Именно здесь находится единственный в мире музей такси, который хранит раритетную экспозицию редчайших автомобилей: «Волга», «Победа», ЗИС – 11-, ГАЗ-А. Все музейные экспонаты имеют атрибуты таксомоторов.

В заключение хотелось бы отметить, что, по оценкам экспертов в области автомобильного транспорта, объем перевозок легковыми такси составляет от 6 до 9% от общего объема перевозок всеми видами пассажирского транспорта и зависит от численности населенного пункта.

Список источников литературы:

1. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации. Федеральный закон от 6 октября 2003 г. №131-ФЗ.
2. Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта. Федеральный закон от 8 ноября 2007 г. №259 – ФЗ.

Координатное содержание железнодорожного пути в плане

Одним из важнейших вопросов повышения скоростей движения поездов является точная постановка и содержание пути в проектном положении.

Основная проблема постановки и содержания пути в проектном координатном положении заключается в неточности съемки плана пути и сложности привязки пути к местной системе координат.

В настоящее время существует множество способов съемки плана пути: с помощью путеизмерительных машин (КВЛ-П, ЦНИИ), традиционные способы съемки (способ стрел, способ Гофера и др.), с помощью геодезических инструментов (способ Гоникберга, стрело-угловой и др.), съемка точек пути угловой или полярной засечкой (с применением Глонасс/GPS оборудования).

При выполнении работ по съемке плана при ремонтах и текущем содержании наиболее рационально использовать максимально производительные и простые в реализации способы съемки, и среди вышперечисленных этому требованию отвечает метод стрел.

Однако практически все вышперечисленные способы (кроме съемки засечками и спутниковым оборудованием) при измерениях дают относительные, а не абсолютные значения координат точек пути, а именно координатная модель плана необходима для постановки кривых и прямых в свое проектное положение.

Кроме того, погрешность съемки плана линии методом стрел в относительных координатах составляет порядка 5м на 1 км съемки, что, конечно же, недопустимо.

Для применения этого метода необходима корректировка полученных относительных координат с одновременным их пересчетом в абсолютные значения, и одним из путей решения этой задачи является применение специальной реперной сети.

Специальная реперная сеть – это система геодезических пунктов с известными координатами и высотами, закрепленных вблизи железной дороги и на земляном полотне, состоящая из пунктов опорной геодезической сети (ОГС) и рабочей сети (РС).

Опорная геодезическая сеть (ОГС) – система геодезических пунктов, состоящая из каркасных, главных и промежуточных (рядовых пунктов) и являющаяся исходной высокоточной геодезической основой для определения планово-высотных координат пунктов РС.

Рабочая сеть (РС) – это система геодезических пунктов, расположенных в непосредственной близости от железнодорожного пути, состоящая из пунктов опорной геодезической сети (ОГС) и рабочей сети (РС).

При уравнивании относительных координат точек пути, полученных методом стрел, на пункты рабочей реперной сети с известными координатами, можно получить уточненные абсолютные координаты плана линии.

Порядок производства измерительных работ:

- I. Измерение пути методом стрел.
- II. Координирование определенных съемочных точек пути с помощью рабочей реперной сети.
- III. Обработка и уравнивание съемки.

Перед съемкой путь размечается с необходимым шагом (5 или 10 м в зависимости от выбранного стрелового метода), но в отличие от общепринятой технологии, съемка не останавливается на прямой за 40-60 м от последней точки в кривой, а продолжается непрерывно до следующей кривой, без перемены нити.

Данным приемом обеспечивается непрерывность координирования пути, в т.ч. прямых участков, так же производятся измерения ширины колеи и возвышения рельсовой нити в съемочных точках.

Для измерения стрел изгиба в прямых участках применяется специальный держатель, со смещенной, относительно рабочей грани, хордой (рис. 1)

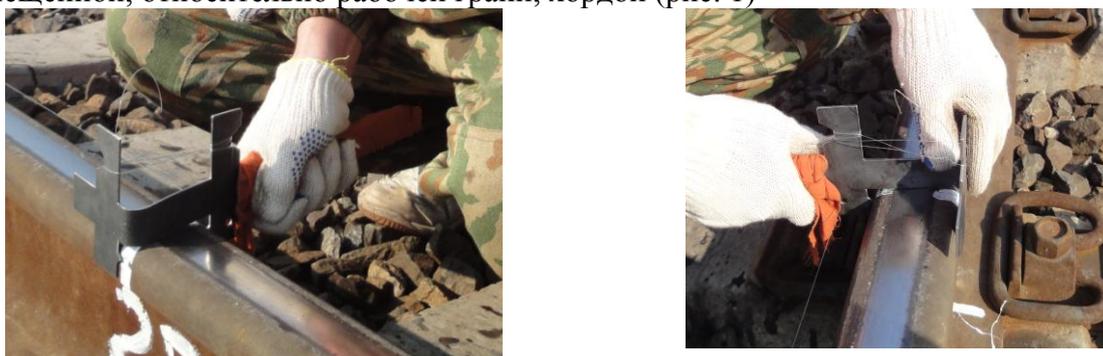


Рис. 1. Держатель хорды для измерений стрел изгиба

При расположении реперов в опорах контактной сети, единственным способом, позволяющим координировать любую точку пути, лежащую в пределах этих опор, является способ прямоугольной засечки от продольного створа.

При данном способе между рабочими реперами восстанавливается продольный створ и измеряется перпендикулярное ему расстояние от створной линии до координируемой точки, а так же расстояния от точки пересечения створа и перпендикуляра до обоих рабочих реперов, после чего, зная координаты рабочих реперов, получаем координаты точки на пути.

По измеренным стрелам изгиба координаты конечной точки разбивки кривой могут быть определены по формулам (1) и (2):

$$x_k = a + \sum_1^{i-1} a \cdot \cos\left(2 \sum_1^{i-1} \arcsin \frac{f_i}{a}\right), \quad (1)$$

$$y_k = \sum_1^{i-1} a \cdot \sin\left(2 \sum_1^{i-1} \arcsin \frac{f_i}{a}\right). \quad (2)$$

Исходя из теории погрешностей геодезических измерений, дифференцируем выражения (1) и (2) по a и f и получаем рабочие формулы для оценки точности вычисления координат

$$m_{xi} = m_a \sqrt{2i}, \quad (3)$$

$$m_{yi} = m_f \sqrt{2i(i-1)}, \quad (4)$$

где i - номер точки деления кривой

После преобразования (3) и (4) получим формулу для определения среднеквадратической погрешности координат точек деления кривой.

$$m = \sqrt{2i[m_a^2 + m_f^2(i-1)]}.$$

Примем линейные измерения 1:2000, тогда $m_a=5$ при 10 метровой разбивке. Погрешность измерения стрелы 2 мм. Подставляя в формулу для 100 м ($i=10$), получим погрешность 30 мм. При погрешности пунктов ± 30 мм уравнивание будет эффективным при уравнивании стрел через 100 м. Следовательно, координирование отдельных съемочных точек от рабочей реперной сети целесообразнее производить с частотой 100 м, что обеспечивает оптимальное значение точности получаемых абсолютных координат.

После съемки стрел и координирования съемочных точек от рабочей реперной сети, данные обрабатываются в программном комплексе RWPlan, с помощью которого производится уравнивание относительных съемочных координат и пересчет их в абсолютные, а так же осуществляется расчет сдвигов точек кривой для постановки плана на проектные координаты.

Предлагаемая технология координирования съемки пути требует меньшее количество рабочих реперных пунктов, что позволяет значительно снизить расходы на ее устройство и текущее содержание.

МОНИТОРИНГ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛЕТЕЙ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

Карпов И.Г., Лагерев Р.Ю., Лагерев С.Ю.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Аннотация: Безопасность каждого отдельного участка железнодорожного транспорта является наиважнейшим фактором, влияющим на бесперебойное функционирование всей сети железных дорог. В статье описывается способ позволяющий производить мониторинг напряжений в плетях бесстыкового пути.

Ключевые слова: Температурные напряжения, выброс пути, бесстыковой путь, акустопругость.

Карпов Иван Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмент и логистика на транспорте, тел.: (83952)40-56-94, e-mail: v01@istu.edu

Лагерев Роман Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмент и логистика на транспорте, тел.: (83952)-40-56-94, e-mail: v01@istu.edu

Лагерев Сергей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмент и логистика на транспорте, тел.: (83952)-40-56-94, e-mail: v01@istu.edu

MONITORING OF A TENSION OF LASHES OF A BESSTYKOVY WAY AND ITS INFLUENCE ON SAFETY OF FUNCTIONING OF RAILROAD TRACKS

I.G. Karpov, R.Y. Lagerev, S.Y. Lagerev

National Research Irkutsk State Technical University, 83, Lermontov St., Irkutsk, 664074.

Summary: Safety of each separate site of railway transport is the major factor influencing uninterrupted functioning of all network of the railways. In article the way allowing to make monitoring of tension in lashes of a besstykovy way is described.

Keywords: Temperature tension, emission of a way, besstykovy way, akustouprugost.

Бесстыковой путь является сложной инженерной конструкцией, которая находится под постоянным воздействием различных силовых факторов. В первую очередь это температурные силы - растягивающие или сжимающие в зависимости от времени года или суток. Наряду с температурными напряжениями, которые учитываются при расчётах пути, возникают «нерасчётные» напряжения, вызванные другими причинами – угоном, рабочими нагрузками от подвижного состава, разрыхлением балластной призмы при работах без последующего достаточного уплотнения, деформациями при ремонте и прочих воздействиях. Всё это наряду с наличием остаточных напряжений в сварных швах плетей и околошовных зонах может приводить к возникновению и развитию дефектов, которые при их несвоевременном выявлении неизбежно заканчиваются изломами рельсов. Кроме того, что более опасно, большие сжимающие напряжения приводят к потере устойчивости и возникновению выбросов. В настоящее время технические нормы устройства, укладки, содержания и ремонта бесстыкового пути основываются на методах, не отражающих физические процессы деформирования рельсовых плетей [1].

Очевидны преимущества бесстыкового пути по сравнению со звеньевым, основным из которых является снижение эксплуатационных затрат. К другим достоинствам можно отнести увеличение плавности хода подвижного состава, снижение энергозатрат локомотивов и т.д. Все вышеперечисленное обуславливает увеличение протяженности уложенных

бесстыковых плетей на главных путях ОАО РЖД. Например, на ВСЖД наблюдается стойкая тенденция увеличения протяженности уложенного бесстыкового пути.

Увеличение протяженности уложенного бесстыкового пути на ВСЖД связано с тем что бесстыковой путь хорошо себя зарекомендовал при работе в климатических условиях с годовой амплитудой температур до 110°C [1].

Несмотря на то что протяженность уложенного бесстыкового пути достаточно большая, до сих пор не создана достаточно точная и оперативная система контроля за напряжениями, действующими в плетях.

Наличие такой системы позволило бы с достаточной точностью определять значение напряжений действующих в плети бесстыкового пути и принимать необходимые меры для предотвращения аварийных ситуаций возникающих в случае превышения допустимых значений напряжений.

Существующая система контроля, за температурной работой бесстыкового пути по «маячным» шпалам не соответствует требованиям точности и оперативности измерений.

Исходя из вышесказанного, авторами предлагается использовать в качестве метода определения напряжений в плетях бесстыкового пути метод, основанный на явлении акустоупругости. Данный метод нашел широкое применение в сфере определения напряженного состояния трубопроводов и металлических конструкций, остаточных сварочных напряжений и др. [3]. Не смотря на широкое использование данного метода в других областях, до сих пор не проводилось детального исследования его применимости для измерения напряженного состояния рельсовых плетей. В основу метода акустоупругости положен упругоакустический эффект, который представляет собой линейную зависимость скоростей упругих волн от механических напряжений. Коэффициенты этой зависимости строго определяет нелинейная теория упругости твердого тела.

Основной задачей авторов является подтверждение работоспособности метода акустоупругости при измерении напряжений в рельсовых плетях, путем проведения натуральных испытаний и последующем их сравнении с данными полученными расчетным путем.

Главными для определения напряжений являются сдвиговые волны, в которых «частицы» твердой среды колеблются в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны. Для учета изменения акустического пути при изменении напряжений дополнительно используются продольные волны, аналогичные обычным звуковым волнам с увеличенной в тысячу раз частотой.

Система уравнений акустоупругости для определения одноосного напряжения, действующего вдоль оси симметрии материала, по результатам измерения времени распространения упругих волн, имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} k_1 \cdot \sigma_1 + k_2 \cdot \sigma_2 &= \frac{L}{t_1} \frac{t_{01}}{L_0} - 1 \\ k_2 \cdot \sigma_1 + k_1 \cdot \sigma_2 &= \frac{L}{t_2} \frac{t_{02}}{L_0} - 1 \end{aligned} \quad (1)$$

где L_0, L - путь распространения волн до и после возникновения напряжений, пропорциональный толщине материала; t_{0i}, t_i - время, за которое этот путь пройден.

Одноосные напряжения действующие вдоль оси рельса можно найти после математического преобразования системы уравнений. Формула для определения напряжений действующих в рельсе будет иметь вид:

$$\sigma_1 = \frac{1}{k_1 - k_2} \left(\frac{t_2}{t_1} \frac{t_{01}}{t_{02}} - 1 \right) \quad (2)$$

Пренебрегая членами второго порядка по отношению к величинам $\frac{t_2}{t_1} - 1$, получим соотношение, позволяющее непосредственно определить одноосное напряжение, действующее в направлении поляризации сдвиговой волны, на основе явления акустического двулучепреломления:

$$\sigma_1 = D(a - a_0) \quad (3)$$

где $D = \frac{1}{k_1 - k_2} = K_1 + K_2$, $a = 2 \frac{t_2 - t_1}{t_2 + t_1}$, $a_0 = 2 \frac{t_{02} - t_{01}}{t_{02} + t_{01}}$ – параметры акустической анизотропии материала до и после возникновения искомого напряжения.

K_1 и K_2 – коэффициенты упругоакустической связи (КУАС) материала.

Коэффициенты акустоупругой связи k_1, k_2 характеризуют изменение скорости упругих волн при изменении напряжения на 1 МПа. Чем больше эти коэффициенты и чем меньше коэффициенты акустоупругой связи K_1, K_2, D , тем больше чувствительность акустического метода к напряжениям, действующим в материале. Акустомеханические испытания по определению этих величин рекомендуется проводить при одноосном растяжении и сжатии образцов определенного материала (рельсовая сталь).

Для измерения напряжений методом акустоупругости применялся прибор ИН-5101 разработанный произведенный инженерной фирмой «ИНКОТЕС» г. Н. Новгород. Возможности данного прибора подтверждены сертификатом Госстандарта России. Программное обеспечение прибора позволяет проводить акустические измерения с высокой точностью и автоматизировать расчет величин напряжений в материалах. В приборе используются ультразвуковые импульсы, многократно отраженные от противоположных поверхностей изделия.

Непосредственное воздействие на объект контроля осуществляется с помощью совмещенных трехкомпонентных преобразователей (Рис.4), устанавливаемых на поверхности объекта. ИН-5101 дает усредненные по прозвучиваемому объему значения напряжений в точке измерения.

Прибор ИН-5101 работает в комплексе с персональным компьютером (Рис. 1). Совместная работа ПК и прибора осуществляется с помощью программы «АРМИД» – Автоматизированное рабочее место инженера-диагноста. Данная программа разработана инженерной фирмой «ИНКОТЕС» специально для работы с прибором ИН-5101. Назначение программы заключается в синхронизации работы измерительной системы, управлении измерительным модулем, проведении расчетов напряжений по результатам измерения задержек импульсов, создание и редактирование базы данных.

Создаваемая база данных имеет разветвленную структуру позволяющую систематизировать и хранить измерения длительное время. При необходимости данные хранящиеся в базе данных программы «АРМИД» могут быть импортированы для проведения обмена с другими персональными компьютерами.

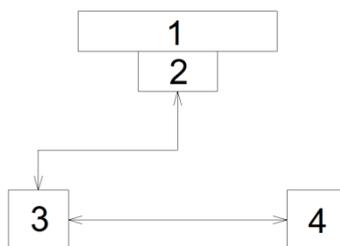


Рис. 1 Схема работы измерительной системы на основе прибора ИН-5101
1 - рельс; **2** - закрепленный на шейке рельса датчик; **3** - прибор ИН-510; **4** - ПК

В результате проведенных измерений задержек импульсов производится расчет напряжений в программе «АРМИД», который может быть сохранен в базе данных с указанием соответствующих ему обозначений (время, номер измерительной точки, температура рельсовой плети и т.д.) для последующего использования полученных значений напряжений. Выполненный расчет имеет численное значение действующих напряжений и отображается следующим образом (Рис. 2)

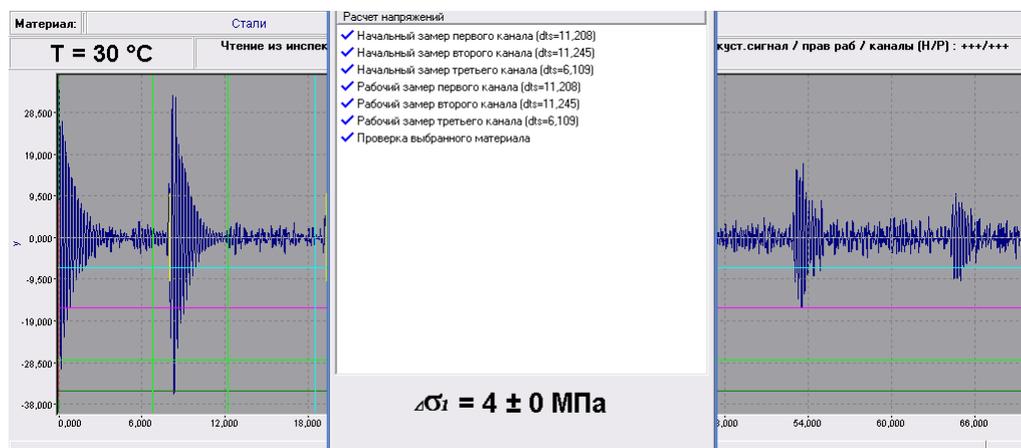


Рис. 2 Вывод результатов расчета напряжений произведенных программой «АРМИД»

При проведении эксперимента по определению напряжений в плетях бесстыкового пути проводились измерение температуры для увеличения точности метода акустоупругости.

Существенное влияние на скорость упругих волн оказывает температура исследуемого материала [3]. Температурные зависимости скоростей упругих волн, которые, уменьшаться при нагревании материала рельса, определяются в основном температурными зависимостями модулей упругости.

При проведении экспериментов на действующем пути необходимо знать температуру рельса а не температуру окружающей среды. Так как температура рельса может отличаться от температуры окружающей среды на величину достигающую 25°C. В основном это связано с прямым воздействием солнечных лучей.

Для измерения температуры рельса использовался контактный цифровой термометр S-Line TM-6801B.

Для подтверждения работоспособности метода акустоупругости для измерения напряженного состояния бесстыкового пути были проведены экспериментальные исследования на действующем пути. В качестве объекта исследования выбрана плеть бесстыкового пути уложенная по первому пути на перегоне Иркутск Пас – Академическая. Плеть длиной 800м, температура закрепления плети 25°C, плеть уложена 16 мая 2012г.

Измерение напряжений методом акустоупругости

Работы по измерению напряжений в плетях бесстыкового пути методом акустоупругости делятся на 2 этапа: первый этап включает подготовку места установки преобразователя, второй этап – проведение измерений.

Для установки преобразователя выбрана шейка рельса так как она наиболее подходит для измерения напряжений методом акустоупругости. Рельсы в пути за исключением рабочей поверхности головки имеют грубую и ржавую поверхность, поэтому для подготовки места установки датчика применялся специальный инструмент по очистке ржавых и загрязненных поверхностей.

После проведения подготовки места и перед установкой преобразователя необходимо нанести специальную контактную жидкость. Хороший акустический контакт для экспери-

ментов по определению напряжений обеспечила контактная жидкость SHEAR GEL. Данная контактная жидкость имеет очень высокую степень вязкости что обеспечивает достаточно хороший акустический контакт.

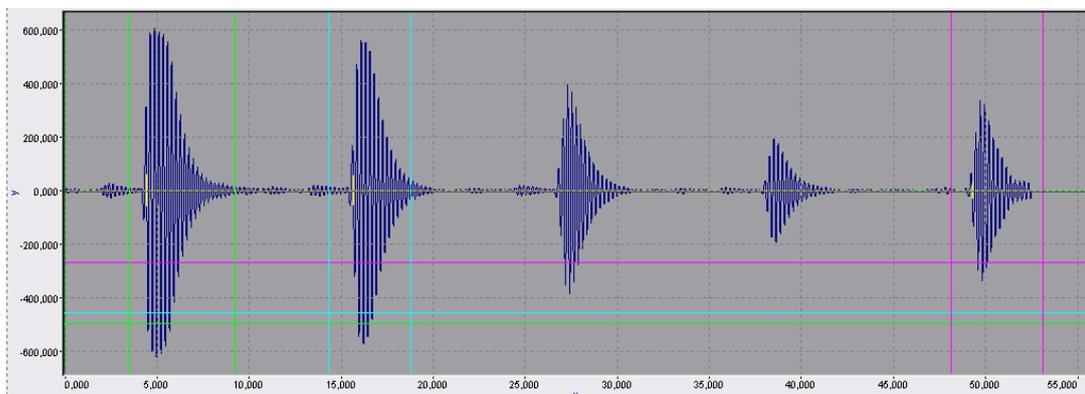


Рис. 4 Эталонное измерение со второго датчика

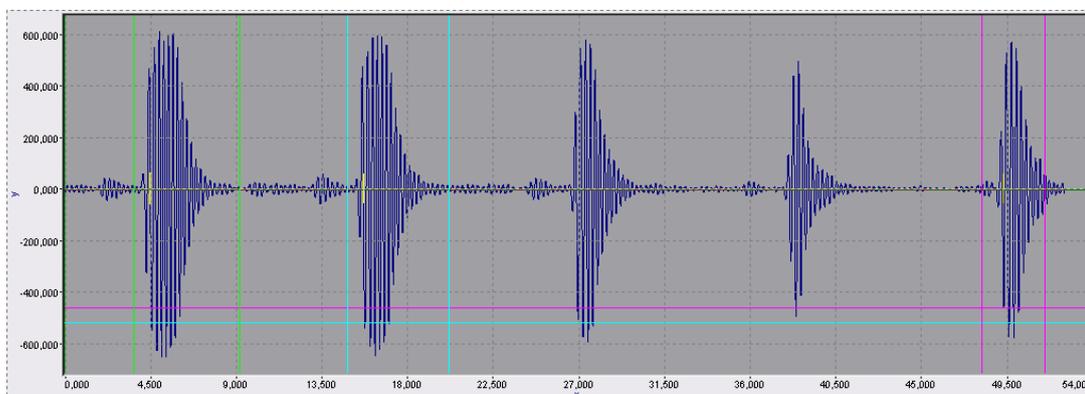


Рис. 3 Эталонное измерение с первого датчика

После того как было подготовлено место и установлен преобразователь, можно приступать к измерению напряжений:

- 1) Измерение температуры рельса контактным термометром с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$.
- 2) Производятся начальные измерения (Рис. 3, 4), которые в последующем будут являться эталонными. Задержки зондирующего импульса и как следствие расчет напряжений будет производиться от этих начальных измерений. Эталонные измерения производились при температуре рельса 25°C , что совпадает с температурой закрепления рельсовой плети.

Далее для контроля точности прибора проводятся рабочие измерения при той же температуре (Рис. 5, 6). Первое рабочее измерение проводилось сразу же после эталонных, при этом изменение температуры рельса не должно превышать 1°C , что соответствует изменению напряжения в плети бесстыкового пути на $2,5\text{ МПа}$. Впоследствии расчет подтвердил это предположение. Значение измеренных напряжений составило 0 МПа .

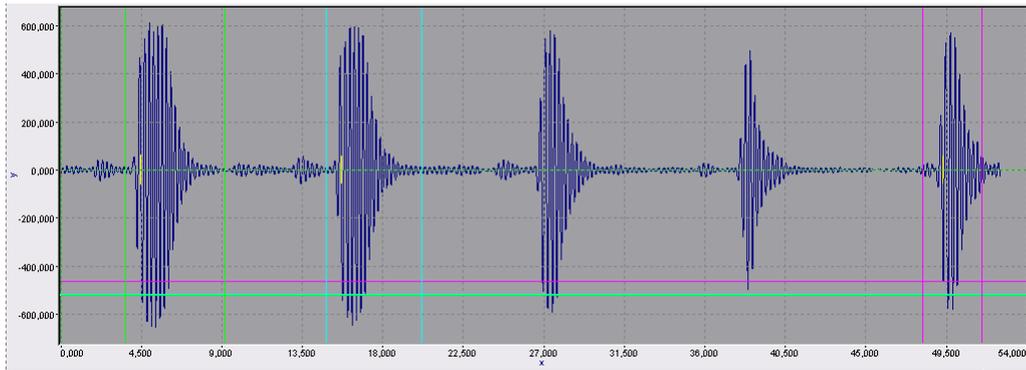


Рис. 5 Рабочее измерение с первого датчика

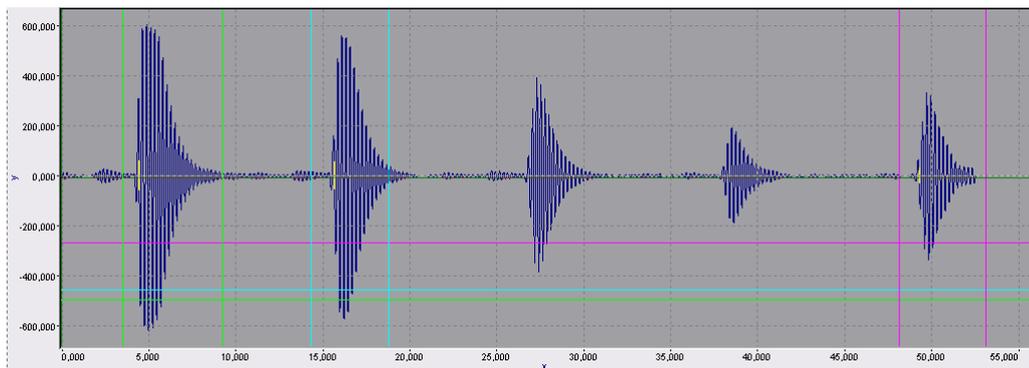


Рис. 6 Рабочее измерение со второго датчика

После проведения эталонного измерений и проверки правильности работы прибора производится сохранение эталонных измерений в базу данных, при этом указываются номер измерительной точки и температура рельса.

Рабочие измерения производятся при значительном изменении температуры рельса, при изменении температуры рельсовой плети более 5 °С. Данное изменение температуры соответствует изменению напряжений в рельсах на 12.5 МПа.

Рабочие измерения производились в два этапа: при повышении температуры рельса относительно температуры закрепления и при понижении температуры рельса. Измерения проводились при фиксации значений температуры рельса.

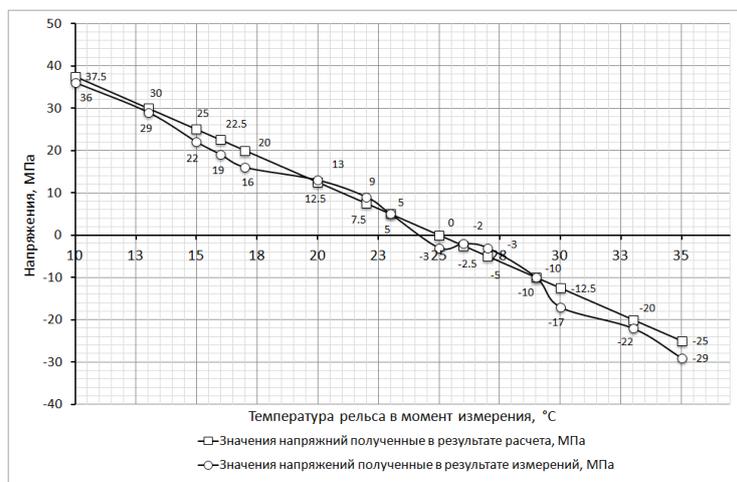


Рис. 7 Сравнительный график значений напряжений полученных в результате расчетов и в результате измерений

Для увеличения точности получаемых данных была использована функция программы «АРМИД» позволяющая производить 10 последовательных измерений задержек импульсов с последующим их усреднением. Значения средне-квадратических отклонений (СКО) измерений напряжений в рельсовых плетях, производимых при разных температурах, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значения средне-квадратических отклонений измерений напряжений в рельсовых плетях, производимых при разных температурах

Температура рельса, °С	Значение напряжений полученных в результате расчета, МПа	Значение напряжений полученных в результате измерений, МПа	СКО измерений напряжений
10	37,5	36	1,71
15	25	22	1,07
17	20	16	1,34
22	7,5	9	2,21
25	0	0	0,00
27	-5	-5	1,56
30	-12,5	-17	0,76
35	-25	-29	1,19

Для подтверждения достоверности получаемых данных был произведен теоретический расчет действующих в плети бесстыкового пути напряжений. Теоретический расчет напряжений в рельсе производится по методике, описанной в [2].

На рисунке 7 приведен сравнительный график значений напряжений в плети при изменении температуры полученных в результате измерения и теоретических расчетов.

Из приведенных графиков (Рис.7) видно, что каждое отдельное измерение отличается от расчетного значения по модулю не более чем на 4.5 МПа.

Выводы:

1. Анализ полученных данных подтверждает работоспособность метода акустоупругости и принципиальную возможность его применения для измерения напряжений, действующих в плетях бесстыкового пути.

2. Метод акустоупругости является современным методом диагностики напряженного состояния бесстыкового пути. Факт работоспособности этого метода доказан описанными выше экспериментами. При этом установлено, что разница между средним значением измеренных значений и рассчитанными не превышает 5 МПа, что соответствует изменению температуры рельса на 2°С. Средне-квадратическое отклонение проведенных измерений не превышает значения 2,21. Данный способ измерения напряжений может быть использован для измерения напряжений в плетях, что позволит построить реальную эпюру напряжений.

3. Внедрение предложенного авторами способа позволит своевременно нейтрализовать пики напряжений, что значительно повысит безопасность эксплуатации железнодорожного пути, на участках где уложен бесстыковой путь.

Библиографический список:

1. Технические указания по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути/ МПС России.-М.: Транспорт. -96 с.

2. В.Г. Альберехт, Н.П. Виногоров, Н.Б. Зверев// Бесстыковой путь; Под ред. В.Г. Альбрехта, А.Я. Когана. – М.: Транспорт, 2000.- 408с.

3. Н.Е. Никитина. Акустоупругость. Опыт практического применения. Н. Новгород: ТАЛАМ. 2005, 208 с.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ

В. Е.Муковкина, С.Л. Чикалина, Е.Н. Чикалин

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Муковкина Валентина Евгеньевна, студентка кафедры менеджмента и логистики на транспорте, e-mail: mukovkina_91@mail.ru

Чикалина Светлана Леонидовна, к.т.н., доцент кафедры менеджмента и логистики на транспорте. e-mail: Chikalinasveta@mail.ru

Чикалин Евгений Николаевич, аспирант кафедры менеджмента и логистики на транспорте, e-mail: 655218@mail.ru

Ежедневно жители городов и населенных пунктов являются участниками дорожного движения, выступая в качестве пешеходов, пассажиров или водителей. В совокупности безопасность на дороге зависит как от поведения водителей транспортных средств, так и от поведения пешеходов. Условия дорожного движения на городских территориях постоянно усложняются. Ежегодно прирост интенсивности движения составляет 10–20 %, а увеличение пропускной способности улично-дорожной сети за этот период не превышает 5 %. Улично-дорожная сеть многих крупных и средних городов уже исчерпала резервы пропускной способности и находится в условиях постоянного образования заторов, создания аварийных ситуаций при пропуске транспортных и пешеходных потоков [3].

Особое беспокойство вызывает проблема безопасности пешеходов на самих пешеходных переходах, которые изначально призваны быть «островками» безопасности для данной категории участников дорожного движения. По данным статистики, число дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с участием пешеходов по-прежнему остается высоким (рис.1). Каждый четвертый наезд на пешехода совершается на пешеходных переходах. При рассмотрении практически каждого третьего происшествия выявляются недостатки в состоянии улично-дорожной сети, а каждое восьмое из них связано с плохой видимостью или неправильным применением дорожных знаков.

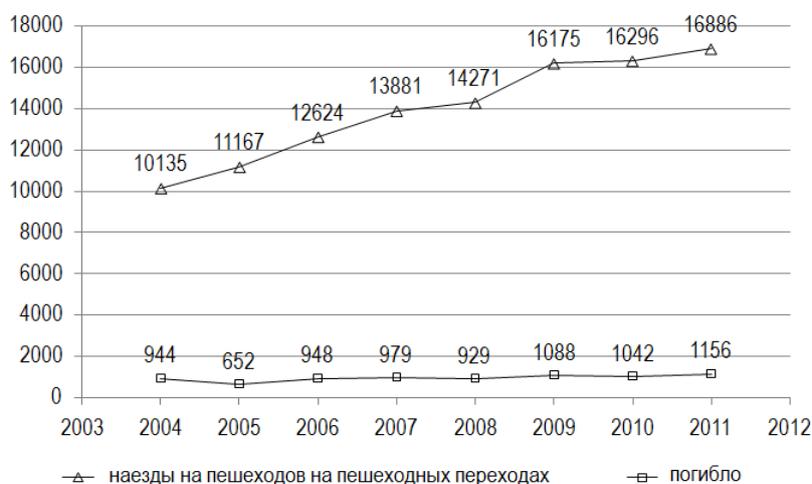


Рис. 1. Наезды на пешеходов на пешеходных переходах и число погибших в них людей [4]

Довольно часто виновными в дорожно–транспортном происшествии с участием пешеходов являются именно пешеходы, переходящие улицу на красный свет или в неположенном месте. Некоторые пешеходы даже забывают при переходе через проезжую часть смотреть по сторонам, а в это время из-за поворота может неожиданно появиться автомобиль и тогда дорожно–транспортного происшествия не избежать.

В Правилах дорожного движения [2] сказано: «Пешеход - лицо, находящееся вне транспортного средства на дороге и не производящее на ней работу. К пешеходам приравниваются лица, передвигающиеся в инвалидных колясках без двигателей, ведущие велосипед, мопед, мотоцикл, везущие санки, тележку, детскую или инвалидную коляску».

Значит, пешеходами являются все люди, идущие по дороге пешком, и даже если они везут рядом с собой велосипед, мопед или мотоцикл, они тоже пешеходы.

Основными причинами наездов на пешехода являются:

- ✓ действия пешеходов, противоречащие требованиям ПДД, в результате которых водители лишены технической возможности предотвратить наезд (например, переход дороги в неустановленном месте или перед близко идущим ТС; выход пешехода из-за передней части другого транспортного средства (ТС),

- ✓ действия водителя, противоречащие требованиям ПДД, когда пешеходы пользуются преимущественным правом на движение (например, движение ТС при запрещенном сигнале светофора или по нерегулируемому пешеходному переходу при наличии на нем пешеходов);

- ✓ неправильные приемы управления, применяемые водителем, приводящие к потере управления ТС и произвольному выезду на путь движения пешехода (резкое торможение, резкий поворот, слишком большая скорость движения);

- ✓ неблагоприятная дорожная обстановка, созданная другими участниками движения, при которой водитель вынужден применить приемы управления, вызывающие потерю контроля за движением ТС и произвольный выезд на путь следования пешехода (например, неожиданный выход пешехода на проезжую часть из-за объекта, расположенного вблизи дороги, или из-за остановившегося ТС);

- ✓ неисправности ТС, приводящие к его внезапному отклонению от направления движения или лишаящие водителя возможности своевременно снизить скорость, остановиться или совершить маневр для предотвращения наезда.

Большинство случаев наездов на пешеходов происходит из-за грубых нарушений ПДД самими пешеходами. Нарушения ПДД, допускаемые пешеходами, могут создать аварийную ситуацию, при которой водитель лишается возможности нормально управлять транспортным средством.

Причинами дорожно-транспортных происшествий происходящих по вине пешеходов являются:

- невнимательность;
- рассеянность;
- легкомысленный расчет, что нарушение ПДД, не повлечет никаких последствий;
- состояние алкогольного или наркотического опьянения.

Самыми незащищенными участниками ДТП являются дети в возрасте от 7 до 10 лет. В этом возрасте дети не могут объективно воспринимать и оценивать дорожную обстановку, степень ее опасности. Поведение детей на дороге, как правило, бывает непредсказуемым: они в любой момент могут выбежать на проезжую часть, неожиданно остановиться, или изменить направление движения.

Нахождение малолетних детей вблизи дороги требует от водителя особой осторожности и предусмотрительности.

Технической возможностью предотвратить наезд на пешехода считается возможность у водителя избежать наезда путем изменения режима движения ТС, в частности путем торможения.

Процесс движения ТС и пешехода перед наездом в значительной мере зависит от действий участников происшествия в сложившейся дорожной обстановке, поэтому установление его во всех деталях особенно важно для правильного решения вопроса о выполнении ПДД участниками ДТП. Этот процесс характеризуется взаимным расположением транспортного средства и пешехода до наезда в различные моменты времени.

Обстоятельствами, позволяющими установить взаимное расположение ТС и пешехода в моменты времени, являются:

- ✓ скорость движения ТС перед происшествием;
- ✓ перемещение заторможенного ТС до места наезда;
- ✓ эффективность действия тормозов в данных дорожных условиях, оцениваемая по замедлению при экстренном торможении;
- ✓ время движения пешехода с момента, когда водитель имел объективную возможность обнаружить опасность, до момента наезда или расстояние, которое преодолел пешеход за это время, и скорость его движения;
- ✓ направления движения пешехода по отношению к полосе движения ТС.

Обстоятельства, связанные с движением ТС, могут быть установлены как следственным путем, так и на основании результатов экспертного исследования места происшествия и ТС. Обстоятельства, связанные с действиями пешехода, выявляют только следственным путем.

В Правилах дорожного движения определены общие обязанности пешеходов.

Рассмотрим основные из них:

- Пешеходы должны двигаться по тротуарам или пешеходным дорожкам, а при их отсутствии - по обочинам. (При отсутствии тротуаров, пешеходных дорожек или обочин, а также в случае невозможности двигаться по ним пешеходы могут двигаться по велосипедной дорожке или идти друг за другом по краю проезжей части.)

- По загородной дороге пешеходы должны идти навстречу движению транспортных средств. Пешеходы, передвигающиеся в инвалидных колясках без двигателя, а также ведущие рядом с собой велосипед, мопед или мотоцикл, должны следовать по ходу движения транспортных средств.

- Проезжую часть дороги пешеходы могут пересекать по пешеходным переходам, а при их отсутствии - на перекрестках по линии тротуаров или обочин.

- При отсутствии пешеходного перехода или перекрестка пешеходу разрешается переходить дорогу под прямым углом к краю проезжей части на участке без разделительной полосы и ограждений. При этом дорога должна хорошо просматриваться в обе стороны.

- Когда на дороге стоит регулировщик, пешеходы должны руководствоваться его сигналами. Движение пешеходов может регулироваться также пешеходным светофором. При отсутствии регулировщика и пешеходного светофора необходимо руководствоваться сигналами транспортного светофора.

- На нерегулируемых пешеходных переходах пешеходы могут выходить на проезжую часть дороги только после того, как они оценят расстояние до приближающихся транспортных средств и убедятся, что переход будет безопасен.

- При пересечении проезжей части вне пешеходного перехода пешеходы должны быть особенно внимательны. Пешеход не должен выходить на проезжую часть из-за какого-нибудь препятствия (стоящий у тротуара автомобиль и др.), мешающего обзору проезжей части, пока он не убедится в отсутствии приближающихся транспортных средств.

- Выйдя на проезжую часть, пешеходы не должны задерживаться или останавливаться, если это не связано с обеспечением безопасности движения.

- Пешеходы, не успевшие закончить переход, должны остановиться на осевой линии, разделяющей транспортные потоки противоположных направлений, или на «островке безопасности». Продолжать переход будет можно, лишь убедившись в безопасности дальнейшего движения и если сигнал светофора (регулирующего) переход разрешает.

- При приближении автомобиля с включенным синим проблесковым маячком и специальным звуковым сигналом пешеходы обязаны воздержаться от перехода проезжей части, а находящиеся на проезжей части - незамедлительно освободить ее (отступить назад или быстро перейти на нужную сторону), уступив дорогу такому автомобилю.

Также существуют несколько широко известных правил поведения пешеходов диктуемых мерами безопасности, хорошим воспитанием и чувством уважения к другим участникам дорожного движения:

- ✓ переходить улицу только на зеленый сигнал светофора;
- ✓ переходить улицу в соответствующих местах, давая понять водителям о своем намерении, чтобы не принуждать их к резкому торможению;
- ✓ передвигаться только по тротуарам (не ходить по проезжей части вдоль тротуара);

- ✓ пользоваться подземным переходом, если он есть;
- ✓ не скапливаться на автобусных остановках, вынуждая остальных пешеходов сходить с тротуара;

- ✓ уступать дорогу пешеходам с детскими колясками;
- ✓ не идти по узкому тротуару под руку или обнявшись, занимая его целиком.
- ✓ выходя из подъезда дома обращать внимание, не приближается ли к нему автомобиль, мотоцикл, мопед, велосипед.

- ✓ если около дома стоит автомобиль или растут деревья, закрывающие обзор, прежде чем выйти на проезжую часть, внимательно посмотреть - нет ли за препятствием движущегося транспортного средства.

- ✓ двигаясь по тротуару всегда придерживаться правой стороны, чтобы не мешать встречному движению пешеходов и не создавать помехи для движения.

- ✓ проходя по тротуару мимо ворот или выезда из гаража, необходимо обратить внимание, не выезжает ли транспортное средство (в случае появления транспорта, пропустить его).

- ✓ готовясь перейти дорогу, необходимо внимательно осмотреть проезжую часть.

К сожалению, пешеходы, являясь самой уязвимой категорией участников дорожного движения, не соблюдают элементарные правила и меры безопасности при движении по улично-дорожной сети городов и населенных пунктов. По сравнению с водителями, они не защищены физически, и дорожно-транспортные происшествия с их участием зачастую становятся трагедией – как правило, пешеход получает тяжелые травмы, в том числе несовместимые с жизнью. Нередко из-за незнания Правил дорожного движения или пренебрежения ими виновником ДТП становится сам пешеход.

Соблюдение этих простых правил поможет уменьшить вероятность возникновения аварийных ситуаций на дорогах. Можно сделать вывод, что безопасность всех участников дорожного движения зависит от дисциплины на дороге.

ЛИТЕРАТУРА

1. Домке Э.Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий: Учебник для студентов высших учебных заведений – Издательский центр «Академия», 2009. – 288 с.
2. Правила дорожного движения. Утверждены Постановлением Совета Министров — Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. N 1090
3. Пугачев И. Н. П 88 Организация и безопасность движения: Учеб. пособие /И. Н. Пугачёв. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2004. –232 с.
4. <http://www.gibdd.ru> – официальный сайт ГИБДД РФ

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ MSC/NASTRAN

Карпов И.Г., Лагерев Р.Ю., Лагерев С.Ю.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Аннотация. В статье описан процесс построения пространственной модели железнодорожного пути с применением экспериментально полученных зависимостей и ее последующий анализ.

Ключевые слова: моделирование устойчивости, тоннаж, функция сопротивления.

Карпов Иван Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмент и логистика на транспорте, тел.: (83952)40-56-94, e-mail: v01@istu.edu

Лагерев Роман Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмент и логистика на транспорте, тел.: (83952)-40-56-94, e-mail: v01@istu.edu

Лагерев Сергей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмент и логистика на транспорте, тел.: (83952)-40-56-94, e-mail: v01@istu.edu

CONSTRUCTION AND THE ANALYSIS ON STABILITY OF SPATIAL MODEL OF A RAILWAY WAY IN THE PROGRAM MSC/NASTRAN COMPLEX

I.G. Karpov, R.Y. Lagerev, S.Y. Lagerev

National Research Irkutsk State Technical University, 83, Lermontov St., Irkutsk, 664074.

Abstract. *In article process of creation of spatial model of a railway way with use of experimentally received dependences and its subsequent analysis is described.*

Keywords: stability modeling, the tonnage, resistance function.

Бесстыковой путь температурно-напряженного типа является сложной и потенциально опасной инженерной конструкцией, входящей в комплекс инженерных сооружений железнодорожного транспорта. При температуре рельсовой плети выше температуры ее закрепления бесстыковой путь начинает работать на устойчивость, что при несоблюдении норм текущего содержания может привести к его выбросу. Особенно низкой устойчивостью к выбросу обладают участки железнодорожного пути с разрыхленным балластом. Разрыхление балласта происходит вследствие проведения на участке ремонта с поднятием рельсошпальной решетки, либо выправки со сплошной подбивкой шпал. В послеремонтный период эксплуатации путь обладает низкой устойчивостью к выбросу, но в период стабилизации устойчивость пути увеличивается. Выявления периода в течении которого происходит увеличение устойчивости до нормального уровня, является актуальной [3,4].

Увеличение устойчивости пути после ремонта объясняется тем, что происходит уплотнение балласта под динамическим воздействием поездов на путь.

Для определения характеристик устойчивости пути после ремонта, автором было предложено построить модель бесстыкового пути в программном комплексе MSC/Nastran [1] с использованием функциональных зависимостей перемещения железобетонных шпал поперечной нагрузке. Для выявления необходимых для моделирования устойчивости пути зависимостей были проведены эксперименты по их определению. Для этого были выбраны экс-

периментальные участки, располагающиеся на ВСЖД. Выбранные участки отличались друг от друга количеством наработанного ими тоннажа (0,5,50,120 млн. т. брутто), при этом шпалы, балласт, скрепления были одного вида. На данных участках в соответствии с утвержденной службой пути ВСЖД - филиал ОАО РЖД методикой были проведены экспериментальные исследования с целью определения функциональных зависимостей перемещения железобетонных шпал от действия поперечной нагрузки. В результате проведенных экспериментов и последующей статистической обработки данных были получены зависимости, представленные на рисунке 1. На данном рисунке представлена выборка средних значений сопротивления железобетонных шпал поперечной нагрузке.

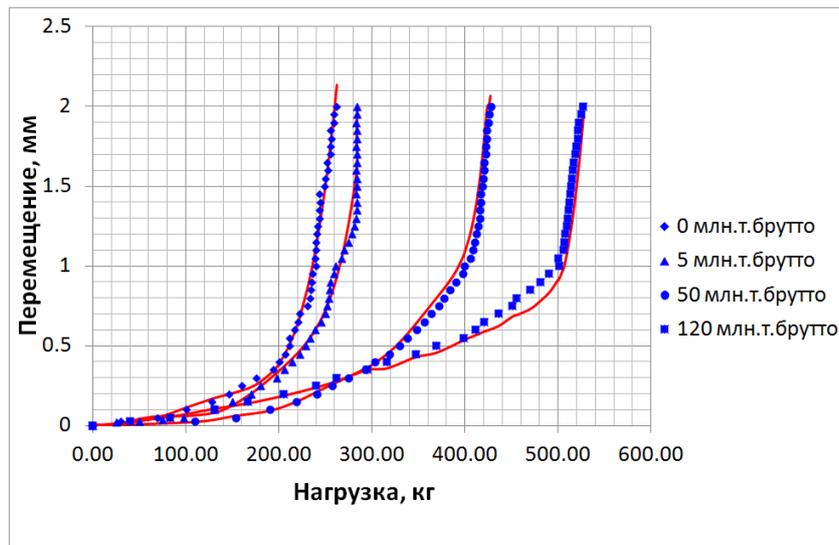


Рис. 1 Сравнительный график, характеризующий сопротивляемость шпал поперечному оси пути сдвиговому усилию на участках с различным пропущенным тоннажем

Аппроксимирующая функция зависимости соответствующая функции 0 млн.т.брутто представленной на рисунке 1 имеет следующий вид:

$$f(x) = p1 \cdot x^5 + p2 \cdot x^4 + p3 \cdot x^3 + p4 \cdot x^2 + p5 \cdot x^1 + p6 \cdot x \quad (1)$$

где x - значение нагрузки; $p1 = 1.587e-011$; $p2 = -6.904e-009$; $p3 = 9.939e-007$; $p4 = -4.459e-005$; $p5 = 0.000924$; $p6 = 0.005837$.

Аппроксимирующая функция зависимости представленной на рисунке 1 и соответствующая функции 5 млн.т.брутто, имеет следующий вид:

$$f(x) = p1 \cdot x^5 + p2 \cdot x^4 + p3 \cdot x^3 + p4 \cdot x^2 + p5 \cdot x^1 + p6 \cdot x + p7 \quad (2)$$

где x - значение нагрузки; $p1 = 1.32E-13$; $p2 = -1E-10$; $p3 = 2.95E-08$; $p4 = -3.9E-06$; $p5 = 0.00023$; $p6 = 0.00419$; $p7 = 0.00768$.

Аппроксимирующая функция зависимости представленной на рисунке 1 и соответствующая функции 50 млн.т.брутто имеет следующий вид:

$$f(x) = p1 \cdot x^9 + p2 \cdot x^8 + p3 \cdot x^7 + p4 \cdot x^6 + p5 \cdot x^5 + p6 \cdot x^4 + p7 \cdot x^3 + p8 \cdot x^2 + p9 \cdot x^1 + p10 \quad (3)$$

где x - значение нагрузки; $p1 = 8.6e-022$; $p2 = -1.834e-018$; $p3 = 1.625e-015$; $p4 = -7.746e-013$; $p5 = 2.151e-010$; $p6 = -3.522e-008$; $p7 = 3.271e-006$; $p8 = -0.0001524$; $p9 = 0.003296$; $p10 = -0.002377$.

Аппроксимирующая функция зависимости представленной на рисунке 1 и соответствующая функции 120 млн.т.брутто имеет следующий вид:

$$f(x) = p1 \cdot x^9 + p2 \cdot x^8 + p3 \cdot x^7 + p4 \cdot x^6 + p5 \cdot x^5 + p6 \cdot x^4 + p7 \cdot x^3 + p8 \cdot x^2 + p9 \cdot x^1 + p5 \quad (4)$$

где x - значение нагрузки; $p1 = 2.454E-20$; $p2 = -3.551E-17$; $p3 = 2.13E-14$; $p4 = -6.847E-12$; $p5 = 1.274E-09$; $p6 = -1.384E-07$; $p7 = 0.000008457$; $p8 = -0.0002611$; $p9 = 0.003756$; $p10 = -0.0007986$.

Для проведения моделирования устойчивости бесстыкового пути на участках пути с различным пропущенным тоннажем были построены соответствующие модели, имеющие различные функции сопротивления подрельсовых оснований.

Описание моделей бесстыкового пути

При построении моделей использовались аппроксимирующие зависимости, полученные по средним значениям сопротивления железобетонных шпал поперечной нагрузки. Модели бесстыкового пути, созданные для анализа устойчивости на участках пути с различным пропущенным тоннажем, были построены в соответствии с разработанным О.А. Суловым методикой [5].

Модели бесстыкового пути создавалась со следующим рядом допущений:

1. Рельс представлен в виде балки имеющей сечение с геометрическими размерами рельсов Р65 и соответствующему ГОСТу на рельсы (ГОСТ Р51685-2000);
2. Шпалы в кривых расположены радиально;
3. Зависимость угловым деформациям принята в виде линейной зависимости и представляет собой произведение угла поворота рельса в сечении над узлом скрепления (β , рад) на жесткость узла скрепления на кручение (r , Н · м/рад) $M = r \cdot \beta$;
4. Силы сопротивления поперечным перемещениям определяется экспериментально и имеют различные значения в зависимости от пропущенного по участку тоннажа;
5. Моделируемый участок жестко зажат заделками с двух сторон;
6. Длина модели принимается равной 100 м, что превышает длину наблюдаемых выбросов и предотвращает влияние концевых участков на результат расчета.

Согласно ТУ-2000 [2] появление на бесстыковом пути искривлений пути в плане обеих рельсовых нитей величиной 10 мм на длине 10 м необходимо расценивать как возможное начало выброса. Руководствуясь этим, при анализе данных получаемых при модели-

ровании участков бесстыкового пути потерей устойчивости считалась сдвигка обеих рельсовых нитей на величину более 10 мм.

Для оценки устойчивости бесстыкового пути было создано 2 модели бесстыкового пути имеющих следующие значения радиусов кривых: 250, 350, 500, 800.

Результат проведенного моделирования устойчивости бесстыкового пути на участках с различным пропущенным тоннажем.

В результате моделирования устойчивости бесстыкового пути были получены значения температуры при которой путь теряет устойчивость. Потерей устойчивости считалась сдвигка обеих рельсовых нитей на величину более 10мм.

В результате статистической обработки данных, полученных путем моделирования устойчивости бесстыкового пути, были построены графики зависимостей температуры выброса плети от наработанного участками тоннажа (рис. 2).

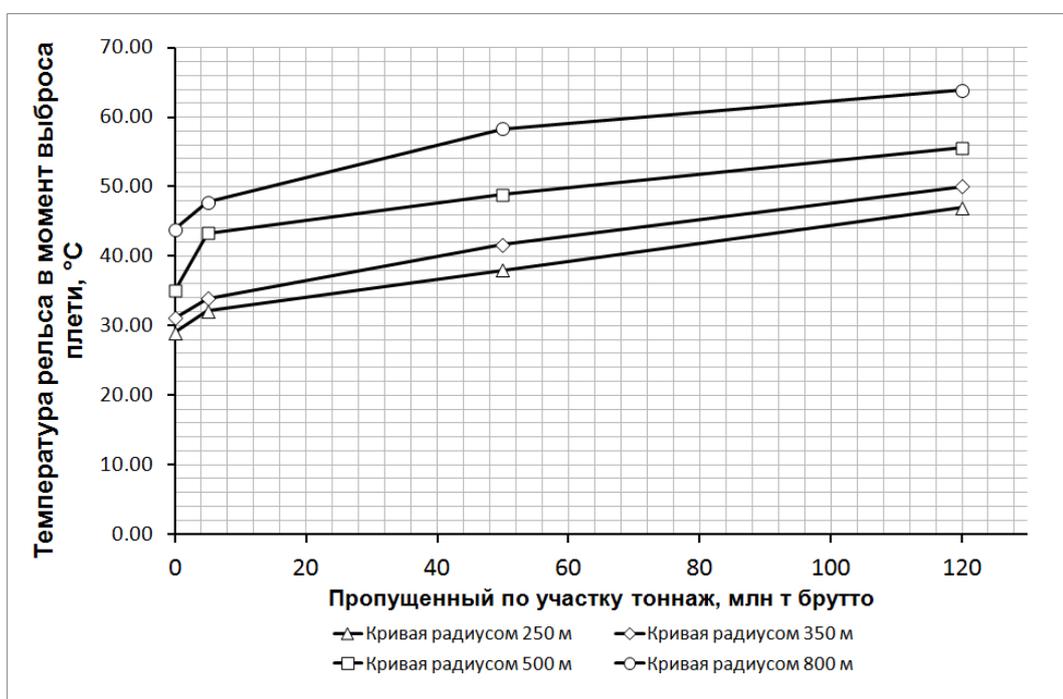


Рис. 2. График увеличения температуры выброса при увеличении наработанного тоннажа в кривой радиусом 250, 350, 500 и 800 м

Выводы:

1. Созданы модели участков бесстыкового пути с возможностью задания различных сопротивлений подрельсовых опор поперечной нагрузке.
2. Путем проведения экспериментальных исследований были получены данные о сопротивлении железобетонных шпал при действии поперечной нагрузки.
3. В результате статистической обработки данных были получены соответствующие зависимости и их аппроксимирующие функции, используемые в последующем при создании моделей участков бесстыкового пути.
4. В результате моделирования устойчивости бесстыкового пути на участках с различным значением пропущенного тоннажа было выявлено, что при увеличении пропу-

щенного тоннажа с 0 до 120 млн т брутто устойчивость бесстыкового пути увеличивается на 38 и 31% в кривых радиусом 250 и 800 м соответственно.

Библиографический список:

1. Шимкович Д. Г. Расчет конструкций в NSC/NASTRAN for Windows.– М.: ДМК Пресс, 2001. – 448 с.
2. Правила и технология выполнения основных работ при текущем содержании пути: ЦПТ-52:Утв.30 июня 1997г. - М.: Транспорт, 2000. - 136 с.
3. Управление надежностью бесстыкового пути./ В. С. Лысюк, В. Т. Семенов, В. М. Ермаков, Н. Б. Зверев, Л. В. Башкатова и др.; под ред. В. С.Лысюка. - М.: Транспорт, 1999. - 375 с.
4. Першин С. П., Методы расчета устойчивости температурно - напряженного пути и способы ее повышения./Дисс. к-та техн. наук, М., 1959.
5. Суслов О.А. Расширение сферы применения бесстыкового пути на горно-перевальных участке в условиях экстремальных температур // Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук. – Иркутск:, 2004г. – 187с.

СОЗДАНИЕ СКЛАДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ: РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА СКЛАДОВ, КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О СОБСТВЕННОСТИ СКЛАДА

Иркутский государственный технический университет (НИУ),
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Менеджеру по логистике часто приходится решать задачу о выборе собственного склада предприятия или использованием для размещения запаса склада общего пользования. В данной статье дано описание методики принятия решения о пользовании услугами наемного (собственного) склада, а также рассмотрен вопрос формирования складской сети, т.е. определение потребного количества складов в складской подсистеме логистической системы компании.

Рис. 2. Библиогрф. 3 назв.

Ключевые слова: собственный склад предприятия, склад общего пользования, потребное количество складов для компании, логистическая система.

Прокофьева Оксана Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмента и логистики на транспорте, тел.: 8-908-6-460-247, e-mail: sla1977@inbox.ru

Бутакова Наталья Георгиевна, студентка группы ОАП-08-1, тел.: 8-904-1-230-889, e-mail: Natali-2506@yandex.ru

Дурицына Екатерина Алексеевна, студентка группы ОАП-08-1, тел.: 8-908-6-446-910, e-mail: нет

Склад – это комплекс зданий, сооружений и вспомогательных устройств, предназначенных для приемки, размещения и хранения товаров, подготовки их к потреблению и отпуску потребителю.

Объективная необходимость в специально обустроенных местах для содержания запасов существует на всех стадиях движения материального потока – от первичного источника сырья до конечного потребителя. При этом склады промышленных предприятий (компаний, фирм) предназначены для комплексного обеспечения материальными ресурсами производственно-предпринимательской деятельности, для осуществления подготовительной и заключительной стадий производственно-коммерческого процесса. Основное назначение складов оптовых и торговых посредников состоит в аккумулировании товарно-материальных ценностей, их упорядоченном хранении и подготовке к использованию в процессе продвижения от производителя к потребителю, в концентрации и оптимизации запасов и резервов. Складское хозяйство в целом способствует сохранению качества продукции, повышению ритмичности ее производства и поставок, а также улучшению качества обслуживания потребителей, использования оборудования и транспортных средств.

Современный склад представляет собой крупное техническое сооружение, имеющее определённую структуру и выполняющее различные функции. Многообразие его параметров, технологических и объёмно-планировочных решений, конструкций оборудования и характеристик перерабатываемой номенклатуры грузов позволяет относить склад к сложным системам. Одновременно он является лишь элементом, т.е. составной частью системы более высокого уровня – логистической системы.

В коммерческой логистике склады играют роль звеньев логистической цепи, которая объединяет и связывает между собой всех участников производственно-коммерческой деятельности, формирует основные требования к складской системе, устанавливает цели и критерии ее оптимального функционирования, диктует условия при разработке систем скла-

дирования. Этим объясняется наличие большого количества разнообразных видов складов [1].

Одно из важных решений, которое должна принять компания в сфере складского хозяйства – это организационно-правовая форма управления складом. Компания должна определиться, пользоваться ли ей услугами складов общего пользования, или арендовать складские площади, объемы на складах совместного пользования, или построить собственный склад [3].

Существуют три основные альтернативы решения задачи выбора:

1. Приобретение складов в собственность.

2. Использование складов общего пользования.

3. Лизинг здания и оборудования. Этот вариант близок к приобретению склада и может рассматриваться как первая альтернатива.

Комбинация собственного склада и склада общего пользования экономически оправдана, если продукция реализуется в различных регионах и в случае сезонного спроса на нее. Решающим условием при выборе является минимум общих логистических затрат.

Рассмотрим некоторые факторы, указывающие в пользу выбора собственного склада или склада общего пользования:

а) собственный склад:

- стабильный и высокий оборот;

- постоянный спрос с насыщенной плотностью рынка сбыта на обслуживаемой территории;

- лучшая поддержка условий хранения и контроля продукции;

- легкая корректировка стратегии сбыта и повышение перечня предлагаемых потребителю услуг;

б) склады общего пользования:

- низкие объемы товарооборота предприятия;

- сезонность хранимой продукции;

- внедрение на новый рынок, где степень стабильности продаж неизвестна или непостоянна;

- не требуются инвестиции в развитие складского хозяйства, сокращаются финансовые риски от владения складами, увеличивается гибкость в маневрировании потребности складской площадью (можно изменять арендованные складские мощности и сроки их аренды).

Решается задача выбора между организацией собственного склада и использованием для размещения запаса склада общего пользования с использованием следующей методики. Методика принятия решения [2] представлена на рис. 1.

Склады общего пользования взимают плату за используемые площади и предоставляют ряд дополнительных услуг за отдельную плату. К таким услугам относится охрана продукции, ее упаковка, отгрузка и оформление документов. Хранение продукции на складах общего пользования предоставляет менеджеру по логистике предприятия возможность осуществлять выбор из большого количества возможных мест и типов складских помещений.

Основой для принятия решения является полученное значение так называемого « грузооборота безразличия », при котором затраты при хранении запаса на собственном складе равны расходам за пользование услугами наемного склада (абсцисса точки пересечения графиков функций F_3 и Z).

Функция F_1 принимается линейной и определяется на базе расценок за выполненные складских логистических операций.

График функции F параллелен оси абсцисс, так как постоянные затраты $C_{ном}$ не зависят от грузооборота. Сюда относятся расходы на аренду складского помещения $C_{аренд}$,

амортизация техники $C_{аморт}$, оплата электроэнергии $C_{элек}$, заработная плата управленческого персонала и иных специалистов $C_{зарпл}$:

$$C_{пост} = C_{аренд} + C_{аморт} + C_{элек} + C_{зарпл}. \quad (1)$$

График функции Z строится на основании тарифной ставки за хранение продукции на наемном складе.

Зависимость Z (зависимость затрат по хранению продукции на наемном складе от объема грузооборота) определяется по следующей формуле:

$$Z = \alpha \times S_n \times 365, \quad (2)$$

где α - суточная стоимость использования 1 м^2 грузовой площади наемного склада (тариф на услуги наемного склада);

365 – число дней хранения на наемном складе за год;

S_n - необходимая площадь наемного склада, м^2 , расчет которой производится по формуле:

$$S_n = \frac{3 \times T}{D \times q}, \quad (3)$$

где 3 – размер запаса в днях оборота, дней;

T – годовой грузооборот, т/год;

D – Число рабочих дней в году;

q – нагрузка на 1 м^2 площади при хранении на наемном складе, т/м².

График функции Z строится из предположения, что она носит линейный характер.

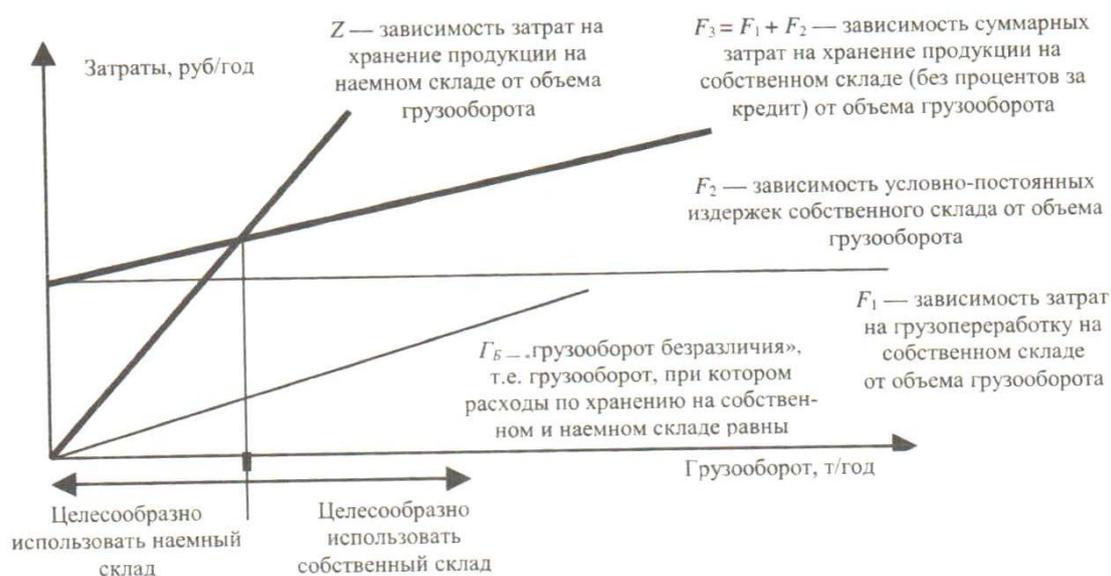


Рис. 1. Принятие решения о пользовании услугами наемного (собственного) склада

Как и при решении задачи создания собственного склада, здесь должен применяться метод поиска компромисса и анализ потребности в складских помещениях в районах обслуживания компании. Так малые и средние компании, обслуживающие один или несколько близлежащих регионов, имеют обычно один склад, а для больших компаний, занимающихся обслуживанием национальных и международных рынков, решение данной задачи представляется довольно трудоемким и связанным со значительными трудностями.

Вопрос формирования складской сети, т.е. определения необходимого количества складов для компании, решается на основании определения минимальных суммарных из-

держек на содержание и функционирование складской сети и логистической системы компании [2], как показано на рис. 2.

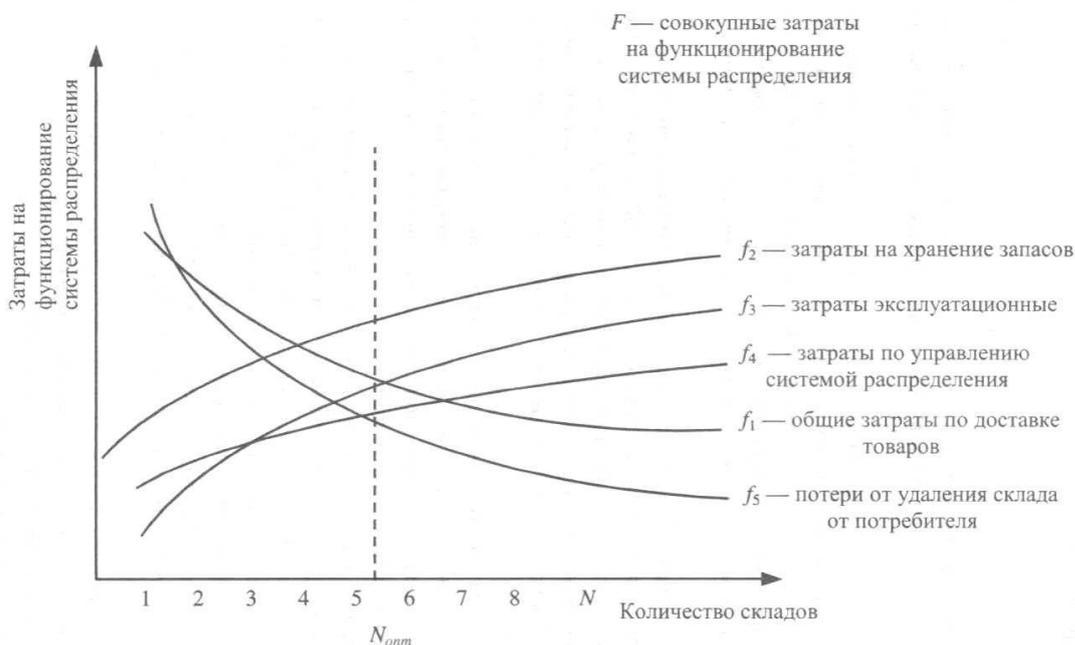


Рис. 2. Зависимость совокупных затрат на функционирование системы распределения входящих в нее складов

Как видно на графике, при увеличении количества складов в складской подсистеме логистической системы компании, транспортные затраты, связанные с доставкой продукции конечным потребителям уменьшаются, а транспортные затраты на завоз продукции на склады увеличиваются, но при этом транспортные затраты, связанные с доставкой продукции конечным потребителям, уменьшаются значительно быстрее, чем растут транспортные расходы, связанные с завозом продукции на склады. Одновременно с увеличением количества складов, увеличиваются расходы связанные с управлением и содержанием складской системы компании и увеличением затрат на хранение запасов продукции, так как увеличение количества складов и соответственно их территориальной разделенности при выборе их месторасположения, а также неравномерности спроса на продукцию компании в отдельных регионах приводит к необходимости увеличения запасов продукции на основании закона квадратного корня (см. формулу 4). Если этого не предпринять, то это приведет к дополнительным потерям, связанным с дополнительными затратами на межскладские перемещения, или потерям от снижения объемов продаж или неудовлетворённости спроса клиентов.

$$\Delta = \sqrt{\frac{n_2}{n_1}}, \quad (4)$$

где n_1 — начальное количество складов в складской системе компании;

n_2 — конечное количество складов в складской системе компании.

Максимальное приближение складов к конечным потребителям продукции дает возможность более быстро, четко и точно выполнять заказы потребителей, что приводит к снижению затрат от снижения объемов продаж, увеличению качества обслуживания и в конечном счете к увеличению потенциальных клиентов компании.

Делая конечный вывод, необходимо принимать во внимание, что решение о количестве складов в складской подсистеме логистической системы компании должно удовле-

творять основному критерию эффективности – это суммарные минимальные издержки в сфере обращения компании, среди которых необходимо учитывать, что:

- расходы на строительство и эксплуатацию складов включают также затраты на приобретение оборудования для складов и затраты на его эксплуатацию и поддержание его в работоспособном состоянии;

- затраты на транспорт включают первоначальные инвестиции на развитие транспортной инфраструктуры и эксплуатационные расходы, связанные с завозом продукции на склады и доставкой ее конечным потребителям.

Также необходимо учитывать и ряд других факторов, зависящих от количества складов в складской системе компании и влияющих на качественные показатели обслуживания клиентов компании, - это:

- возможность предоставления логистических услуг;
- транспортное обслуживание клиентов;
- частота и ритмичность поставок;
- размер партии поставки;
- сроки поставки;
- другие показатели.

Следует иметь в виду, что задачи выбора формы принадлежности складов, их количества и месторасположения являются оптимизационными задачами, так как, с одной стороны, выступают капитальные и эксплуатационные затраты, а с другой - повышение качества обслуживания клиентов компании и снижение издержек обращения.

Библиографический список:

1. Бураков В.И., Колодин В.С. Основы коммерческой логистики: Учеб. пособие. – Иркутск: БГУЭП, 2002г.
2. Миротин Л.Б. Логистика, технология, проектирование складов, транспортных узлов и терминалов / Л.Б. Миротин, А.В. Бульба, В.А. Демин. – Ростов н/Д: Феникс, 2009г.
3. Прокофьева О.С. Транспортные терминалы и логистические центры как элементы товаропроводящей сети. Вестник ИрГТУ, № 11. Изд-во ИрГТУ, 2011г.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ГРУЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ТЕРМИНАЛОВ И СКЛАДСКИХ КОМПЛЕКСОВ В РОССИИ

Иркутский государственный технический университет (НИУ),
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

В данной статье рассматриваются основные недостатки рынка транспортно-экспедиционных и таможенно-складских услуг, проблемы развития грузоперерабатывающих терминалов и складских комплексов в России. Речь идет о государственной программе развития транспортно-экспедиционной деятельности и логистики – программе «Терминал», практическая реализация которой встретила с рядом серьезных трудностей.

Библиогрф. 2 назв.

Ключевые слова: перевозка грузов, грузоперерабатывающие терминалы, складские комплексы, транспортно-экспедиционное обслуживание, терминальная технология грузодвижения.

Прокофьева Оксана Сергеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмента и логистики на транспорте, тел.: 8-908-6-460-247, e-mail: sla1977@inbox.ru

Бутакова Наталья Георгиевна, студентка группы ОАП-08-1, тел.: 8-904-1-230-889, e-mail: Natali-2506@yandex.ru

В условиях постоянно растущих потребностей в перевозках грузов, расширения производственно-хозяйственных связей, структурных изменений в экономике регионов неизменно будет возрастать роль и значение транспортного комплекса, актуализироваться проблема повышения эффективности и качества его работы.

На сегодняшний день транспортный комплекс многих регионов сильно отстает от развивающейся экономики, не полностью удовлетворяет потребительский спрос в высококачественном транспортном обслуживании, нуждается в организационном, структурном, технологическом, научно-техническом и коммерческо-правовом совершенствовании.

Структурная перестройка производственного комплекса регионов, ориентация на ускорение развития наукоемких производств, меры по ресурсосберегающей политике будут действовать стабилизирующим образом на рост грузовых перевозок. Одновременно развитие торгово-коммерческой деятельности будет способствовать расширению транспортно-экономических связей с другими регионами страны и во внешнеэкономических сообщениях.

Совершенствование грузовых перевозок связано с необходимостью улучшению узловой, сортировочной, станционной работы, реконструкцией базово-складского, портового хозяйства, внедрением новых типов подвижного состава, более широким охватом клиентуры транспортно-экспедиционным обслуживанием, созданием сети современных, высокомеханизированных терминальных комплексов, развитием интермодальных перевозок грузов, совершенствованием организации и внедрением экономических методов управления перевозочным процессом.

Отсутствие современных высокомеханизированных терминальных комплексов, гарантированно обеспечивающих клиентуру транспортно-экспедиционным обслуживанием, грузопереработкой и грузонакоплением, а также необходимым комплексом сервисных услуг, снижает эффективность перевозок грузов в междугородном и международном сообщении, ухудшает использование подвижного состава транспорта, приводит к неорганизованному отстоям автотранспорта, в том числе большегрузного, на улицах и проезжей части дорог, увеличению потерь и порчи грузов, усилению криминогенной обстановки, резкому ухудшению экологии, снижению безопасности движения и ухудшению дорожной сети.

Отсутствие отлаженной системы транспортно-экспедиционного обслуживания, основанной на принятой в мировой практике терминальной технологии грузодвижения, затрудняет процесс товарообмена, снижает эффективность использования подвижного состава транспорта, в целом - отрицательно сказывается на развитии всего хозяйственного комплекса.

Длительные отстои большого количества большегрузных автомобилей на неорганизованных стоянках приводят к росту правонарушений, загрязнению окружающей среды и сокращению пропускной способности автодорог.

При наличии большого количества складских площадей имеется дефицит высокомеханизированных складов и терминалов с соответствующим комплексом услуг, которые удовлетворяли бы зарубежных импортеров и были способны работать в режиме таможенных складов и многофункциональных складских комплексов.

В последнее время происходит интенсивное формирование рынка транспортно-экспедиционных и таможенно-складских услуг. Зарегистрирована и функционирует сеть таможенных складов, посреднических и коммерческих структур по оказанию складских, перевозочных и транспортно-экспедиционных услуг.

Особенно интенсивное развитие получил рынок транспортно-экспедиторских услуг за последние годы.

Терминалы стали строить отечественные и иностранные компании, которым было просто необходимо организовать беспрепятственное продвижение товара, его надежное хранение и обработку, компании, которые имеют поддержку или западных партнеров, или крупных банков России.

Известно, что в региональной экономике первый и необходимый этап структурной перестройки каналов товародвижения – создание оптовых рынков. Несмотря на то, что некоторые крупные города России находятся в начале эволюционного процесса, здесь уже накоплен богатый опыт масштабной организации оптовой торговли, развития сетей рыночного и мелкооптового распределения товаров. Формируется и современная инфраструктура, которая пока, конечно, не в полной мере отвечает цивилизованным рыночным требованиям, но опыт уже может и должен быть использован.

Анализ рынка транспортно-экспедиционного и складского обслуживания показал, что имеет место постоянное увлечение объемов переработки грузов и в первую очередь внешнеторговых.

Нелицензируемая деятельность товарных складов привела к бесконтрольности в организации их работы. При этом, осуществлять координацию грузопотоков оказывается практически невозможным, так как, например, таможенное оформление осуществляется в одном месте, а хранение, переработка и последующая отправка грузов производится на других складах.

Столь быстрый рост транспортно-экспедиционного и таможенно-складского предпринимательства объясняется его высокой коммерческой эффективностью. По уровню доходности таможенно-складской бизнес опережают только рекламное дело и туризм.

Таможенные склады обладают большой привлекательностью для импортеров. Режим таможенного склада позволяет хранить на нем товары до трех лет без уплаты пошлин и налогов. Хранение товаров на таких складах дает импортерам возможность отсрочить таможенные платежи, связанные с пересечением государственной границы. Это особенно важно для российских фирм, часто не имеющих средств на «таможенную очистку», а также для покупателей на всю партию товаров. Режим таможенного склада дает возможность владельцу товара, с разрешения таможенников и соблюдая требования таможенного контроля, непосредственно на территории таможенного склада разбить партию на более мелкие части, провести сортировку и упаковку товара. Причем владелец товара может забрать со склада как

всю партию, так и по частям по мере реализации. Соответственно, по частям платятся и таможенные налоги, что дает большое преимущество грузовладельцу.

Несмотря на изменения, переживаемые складским бизнесом, по оценкам ГТК РФ, существующая система таможенных складов не устраивает импортеров ни по качественным показателям, ни по набору и уровню предоставляемых сервисных услуг. Всего несколько таможенных складов соответствуют международным стандартам, остальные не дотягивают до уровня, рекомендованного ГТК.

Особая нехватка ощущается в специализированных складах, за исключением хранения компьютеров, автомобилей и бытовой техники.

Имеются серьезные проблемы с хранением подакцизных товаров, созданием специализированных нефтеналивных терминалов. Отсутствуют, несмотря на потребность в них, склады по хранению драгоценных металлов и камней.

Серьезным недостатком рынка транспортно-экспедиционных и таможенно-складских услуг является то, что он формируется практически стихийно, причем идет интенсивный процесс дезинтеграции, когда чуть ли не каждое предприятие, каждый автокомбинат изъявляют намерение создать свой таможенный терминал на ограниченных площадях, и не имея возможности не только обеспечить комплексное обслуживание клиентуры, но даже создать необходимый минимум услуг.

Между тем, во всем цивилизованном мире идет процесс интеграции складского бизнеса в крупные логистические компании и транспортно-распределительные центры. Это позволяет рационализировать процесс грузодвижения, обеспечивает экономию на общесистемных затратах и получение максимального экономического эффекта в сфере производства, распределения и потребления товаров и услуг.

Маркетинговые конъюнктурные оценки спроса потребительского рынка на комплексное транспортно-экспедиционное и складское обслуживание с учетом динамики интенсивности грузодвижения позволяют сделать прогноз о необходимости сооружения, наряду с имеющимися небольшими по мощности объектами терминальной инфраструктуры, сети крупных современных многофункциональных терминальных комплексов, объединенных единой системой информационного, экспедиторского, производственно-технического, финансового, кадрового и нормативно-правового обеспечения.

Проблема развития грузоперерабатывающих терминалов, в частности автомобильных, и мультимодальных терминальных комплексов, была поставлена в России на государственном уровне сравнительно недавно. В период дорыночного развития экономики страны планирование транспортной деятельности строилось на принципах доминирования в грузопотоках помашинных (повагонных) партий груза, которые должны были отправляться непосредственно получателям без разукрупнения и, по возможности, без перевалок между видами транспорта. Работа с мелкими отправлениями считалась для транспорта нехарактерной, а использование терминальных технологий доставки – экономически нецелесообразным. Кроме того, относительно малым был и объем грузопотока в экспортно-импортном сообщении.

Естественно, что транспортные и экспедиционные предприятия, располагающие терминалами, оказались в весьма выгодном положении. Приватизация и разгосударствление практически исключило государство из сферы управления использованием терминалов, поэтому владельцы используют имеющиеся мощности по своему усмотрению. Характерной тенденцией является сдача складских площадей терминалов в аренду торговым и посредническим компаниям для краткосрочного и среднесрочного хранения их товаров. При сложившейся на сегодняшней день конъюнктуре простая сдача склада в аренду нередко оказывается более выгодной для владельца терминала, чем использование его в транспортном бизнесе.

Одной из первых программ, разработанных Министерством транспорта России, стала Государственная программа развития транспортно-экспедиционной деятельности и логистики – программа «Терминал».

В основе программы лежал комплекс мер по ускоренному созданию, расширению и реконструкции терминалов, перевалочных и складских комплексов, элементов контейнерной системы, других сооружений транспортно-распределительной инфраструктуры. Программой предусматривалось параллельное решение следующих задач:

- терминализация магистральных перевозок по основным направлениям грузопотоков всех видов транспорта;
- техническое переоснащение главных транспортных узлов экономических регионов;
- создание внутрирегиональных (местных) терминальных систем;
- создание системы обеспечения терминалов и складов различного назначения современными высокоэффективными средствами грузопереработки и информатики.

Для реализации программы планировалось привлечение финансовых ресурсов из наиболее заинтересованных в ее реализации отраслей экономики, а также зарубежных инвестиций. Первоначальные государственные капиталовложения должны составить не более одного процента всех финансовых средств, привлечённых к осуществлению программы. Для инвесторов других участников программы предусматривался ряд финансовых льгот – частичное освобождение от налогов, предоставление кредитов на льготных условиях и т.д.

Реализация программы «Терминал» должна была осуществляться в несколько этапов.

На первом этапе предусматривалось проведение комплекса преинвестиционных и предпроектных исследований и разработок и формирование инновационной системы (фонды, корпорации, другие коммерческие структуры), а также создание необходимой правовой базы для стимулирования реализации программы.

На втором этапе за счет первичных целевых инвестиций должна была быть реализована серия пилот-проектов терминальной системы, а также начаться строительство новых и реконструкция существующих терминалов и других объектов транспортно-экспедиционной инфраструктуры, финансируемое вновь созданными в рамках программы инвестиционными структурами с участием иностранных инвесторов. Одновременно должны были развернуться работы по развитию специализированных систем связи и информационных систем.

На третьем этапе планировалось: развернутое сооружение терминалов различного назначения, в основном за счет средств коммерческих структур, и постепенное объединение объектов терминальной системы в единый транспортно-логистический комплекс.

Предусматривалось, что в результате осуществления программы «Терминал» будет сооружено и реконструировано порядка 3 тыс. терминальных объектов различного назначения, в том числе 73 новых крупных автомобильных терминала, 58 мультимодальных терминальных комплексов, обеспечивающих взаимодействие автомобильного транспорта с другими видами транспорта.

Однако практическая реализация программы встретила с рядом серьезных трудностей.

В результате проведения Правительством России жесткой бюджетной политики стартовое государственное финансирование осуществлено не было. Не удалось закрепить законодательно большинство льгот, предусмотренных авторами программы для инвесторов и других ее участников. Не оправдалась и надежда на заинтересованность нетранспортных инвесторов. Высокие темпы инфляции и быстрое развитие товарных рынков делают финансирование торговых операций более привлекательными, чем капиталовложения в строительство терминалов.

Таким образом, реализация программы «сверху», т.е. в рамках единого плана при государственной поддержке, по сути, так и не началась. Вместе с тем, постепенно начал набирать силу процесс создания терминальной системы «снизу». Так, в последнее время

наблюдается повышенная активность в сооружении терминалов различного назначения крупными государственными и негосударственными предприятиями, заинтересованными в создании собственных эффективных систем производственной логистики. Особенно быстрыми темпами строят собственные терминалы компании, ориентирующиеся на международное сотрудничество, а также фирмы, созданные с иностранными участниками. Постоянно наращивают мощность своих терминалов наиболее крупные российские международные перевозчики и экспедиторы. При этом очевидна тенденция не к строительству терминалов с «нуля», а к дооборудованию и использованию на условиях аренды или совместной эксплуатации высвобождающихся (в основном – в секторе промышленного производства) складских сооружений. Несомненно, строительство терминалов силами предпринимателей, транспортников и местных властей будет продолжаться во все более широких масштабах – к этому ведет логика развития товарных и транспортных рынков.

В заключение хотелось бы отметить, что наиболее принятым мировой практикой является создание терминальных комплексов вокруг крупных городских агломераций в пригородных зонах.

Строительство терминалов, «закрывающих» крупные города, позволяет:

- разгрузить городскую уличную сеть за счет сокращения или полного запрета в город большегрузных автомобилей;
- повысить эффективность использования подвижного состава и производительность работы автомобильного транспорта за счет подгруппировки на терминалах мелких отправок по направлениям и последующего вывоза их большегрузными автомобилями;
- улучшить экологическую обстановку в городе за счет уменьшения общего количества вредных выбросов в атмосферу автомобильными двигателями и повысить безопасность движения на основе рационализации перевозок грузов в пределах территории города;
- рационализировать использование земельного фонда города на основе высвобождения земельных участков под складскими площадями промышленных предприятий за счет передачи (полностью или частично) складских функций на близлежащие терминальные комплексы;
- улучшить условия труда водителей и работу подвижного состава за счет оснащения терминалов гостиницами, пунктами питания, площадками для стоянки автотранспорта, зонами технического обслуживания и ремонта подвижного состава и контейнеров;
- снизить грузонапряженность железнодорожных станций, морских портов, находящихся в черте города, за счет организации перевозок в смешанном сообщении с пунктами перевалки грузов на автомобильно-железнодорожных терминалах, сооружаемых в пригороде;
- улучшить организацию и значительно увеличить объем перевозок грузов в международном сообщении на основе расширения рынка транспортно-экспедиционных услуг за счет подключения к нему развитых стран, в которых применение терминальной технологии грузодвижения нашло повсеместное распространение.

Библиографический список:

1. Миротин Л.Б. Логистика, технология, проектирование складов, транспортных узлов и терминалов / Л.Б. Миротин, А.В. Бульба, В.А. Демин. – Ростов н/Д: Феникс, 2009г.
2. Прокофьева О.С. Транспортные терминалы и логистические центры как элементы товаропроводящей сети. Вестник ИрГТУ, № 11. Изд-во ИрГТУ, 2011г.

Тенденция развития искусственных дорожных неровностей

Д.Г. Бурков, В.В. Скутельник

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В статье предоставлен обзор по искусственным дорожным неровностям включающий историю ИДН, эксплуатацию ИДН и опыт Европейских стран.

Ил. 3. Библиогр. 3 назв.

***Ключевые слова:** Искусственная дорожная неровность, уровень автомобилизации, транспортный поток, пропускная способность.*

Бурков Дмитрий Германович, студент кафедры менеджмента на автомобильном транспорте, тел.: 89041100583, e-mail: dimichherman@mail.ru

Скутельник Виталий Викторович, доцент кафедры менеджмента и логистики транспорте, тел./факс: 89148886044

Искусственная дорожная неровность (ИДН) – специально устроенное возвышение на проезжей части для принудительного снижения скорости движения, расположенное перпендикулярно оси дороги.

Впервые искусственные дорожные неровности (ИДН) для принудительного ограничения скорости движения автомобилей на опасных участках дорог стали применять в США в начале XX века, где и были разработаны первые стандарты и правила их применения. После первой мировой войны «лежачие полицейские» появились в Европе, был утвержден знак обозначающий присутствие ИДН на проезжей части, а также появились прописанные требования к формам, размерам, местам установки и правилам применения ИДН. Вначале 90-х искусственные дорожные неровности стали применяться в РФ, они были монолитные и изготавливались из бетона или асфальта. Долгое время в России не было необходимости «узаконивать» стандарты и правила применения ИДН, поскольку уровень автомобилизации в то время был очень низкий 60-70 автомобилей на 1000 человек, однако, уже к 2005 г уровень автомобилизации достиг 160-170 автомобилей. С ростом уровня автомобилизации росли и аварии, одной из причин на которую приходилась большая доля аварий была неправильная установки и применение ИДН. «Лежачие полицейские» устанавливались на таких участках дороги как: остановочные площадки общественного транспорта или соседние с ними полосы движения, на мостах, путепроводах и в транспортных тоннелях. Не редкими были ИДН установленные на подъездах к больницам, пожарным станциям и другим объектам сосредоточения специальных транспортных средств. Огромное количество искусственных неровностей было установлено на магистральных улицах общегородского значения непрерывного движения и многих других местах, где о пользе ИДН не было и речи, а неприятностей она приносила много. Возникла острая необходимость в стандартах на размер и правила применения «лежачего полицейского» и в 2006 году вышел ГОСТ 52605-2006 «Искусственные неровности». Государственный стандарт четко устанавливает размер и форму ИДН, методы контроля, а также оборудование техническими средствами организации дорожного движения участков дорог с использованием искусственных неровностей. Кроме того ГОСТ определил конкретные места применения ИДН и что немало важно места где их установка не допускается:

— на автодорогах с федеральным значением;

- на дорогах регионального значения с числом полос движения 4 и более (кроме участков, проходящих по территории городов и населенных пунктов с числом жителей более 1000 человек);
- на остановочных площадках общественного транспорта или соседних с ними полосах движения и отгонах уширений проезжей части;
- на мостах, путепроводах, эстакадах, в транспортных тоннелях и проездах под мостами;
- на расстоянии менее 100 м от железнодорожных переездов;
- на магистральных дорогах скоростного движения в городах и магистральных улицах общегородского значения непрерывного движения;
- на подъездах к больницам, станциям скорой медицинской помощи, пожарным станциям, автобусным и троллейбусным паркам, гаражам и площадкам для стоянки автомобилей аварийных служб и другим объектам сосредоточения специальных транспортных средств;
- над смотровыми колодцами подземных коммуникаций.

Искусственные дорожные неровности устраивают на участках дорог с интенсивным движением, вблизи школ, детских садов, больниц, поликлиник, проходных промышленных предприятий, на въездах и выездах у торговых и автозаправочных комплексов, в зонах строительства, жилых зонах и других аварийно-опасных участках. В зависимости от назначения и технологии изготовления ИДН подразделяются на сборно-разборные (Рисунок 1) и монолитные конструкции (Рисунок 2).



Рисунок 1 – Сборно-разборная искусственная дорожная неровность



Рисунок 2 – Монолитная искусственная дорожная неровность

Сборно-разборные конструкции ИДН состоят из ряда однотипных геометрически совместимых средних и краевых элементов, которые в зависимости от ширины проезжей части дороги обеспечивают устройство полосы практически любой длины. Монолитные конструкции ИДН применяются только на улицах, ведущих на территорию, обозначенную дорожным знаком 5.38-5.39 «Жилая зона», «Конец жилой зоны», а также на парковых дорогах, проездах и внутри дворовых территориях. Недопустимо устраивать ИДН на участках дорог при наличии на них движения троллейбусов, на мостах, путепроводах, в транспортных тоннелях и проездах под путепроводами.

Подавляющее число нерегулируемых переходов установлены в совокупности с искусственной дорожной неровностью (ИДН), что негативно влияет на транспортный поток, в частности на пропускную способность данного сечения дороги. В зимнее время с проездом заледенелого лежачего полицейского связан риск потери управления, вплоть до съезда на полосу встречного движения, кроме того, ИДН является помехой для работы снегоуборочной технике. В летнее время, из-за низкой освещенности участка дороги либо отсутствия дорожного знака водитель проезжает неровность, не сбавляя скорости, что ведет к выходу из строя различных узлов подвески транспортного средства. Многие лежачие полицейские установлены не по нормативам, а их габаритные размеры далеки от стандартных. Кроме того после их монтажа за их состоянием никто не следит, а выходят они из строя очень быстро. Наиболее характерные повреждения для сборно-разборных искусственных неровностей показаны на рисунках 3(а,б).

Вышедшие из строя искусственные неровности приносят больше аварийности, чем безопасности. Разрушение ИДН начинается у края проезжей части с нарушения крепления сегментов, вследствие чего обнажаются крепежные болты, а сами сегменты частично отделяются от дороги. Решением проблемы на подобных участках дорог, где контроль и своевременный ремонт затруднен, заключается в демонтаже искусственной неровности.



а



б

Рисунок 3 – Повреждения ИДН(а,б)

В Странах Европы лежащих полицейских давно убрали с магистральных улиц, оставив только в жилых зонах и на парковках больших торговых центров. В жилых зонах европейских городов «Лежачие полицейские» выполняются из того же материала, что и дорожное покрытие (брусчатка, асфальт), со стороны это похоже на небольшую «волну» на дороге длиной от 2 до 5 метров (Рисунок 4). Благодаря такой конструкции «лежачего полицейского» проезжающий по нему автомобиль не встряхивается, а аккуратно приподнимается и опускается без риска для подвески, при условии соблюдения ограничения скорости: под 30 или под 50 км/ч.

Если европейский «лежачий полицейский» установлен с расчетом на ограничение в 30 км/ч, то на скорости 40 км/ч проезд по нему некомфортен, а на 50 км/ч можно сильно разбить низ машины. Аналогичен и принцип действия с ограничением до 50 км/ч.



Рисунок 4 – Европейский «лежачий полицейский»

По мнению многих специалистов занимающихся организацией дорожного движения использование ИДН влечет за собой столько минусов, что не дает считать их использование эффективным. «Лежачим полицейским» приходят на смену средства снижения скорости, использование которых не сопровождается неоправданно частым ремонтом автомобиля, такие как фиксирующие камеры на опасных участках магистральных улиц и проектирование с подсветки знаков и «зебры» на нерегулируемых пешеходных переходах.

Литература:

1. ГОСТ 52605-2006. Искусственные неровности.
2. Постановление Правительства Москвы от 11 октября 2005 г. N 803-ПП "Об утверждении Технического регламента применения и устройства искусственных дорожных неровностей в городе Москве"
3. РОСТ 23457-86. Технические средства организации дорожного движения.

К ВОПРОСУ О НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Шаров М.И., Дученкова А.В., Гусевская И.А.

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В статье рассматриваются современные подходы к оценке качества обслуживания на городском пассажирском транспорте. Впервые в Российской Федерации приводятся данные оценки надежности функционирования городского пассажирского транспорта на основе данных GPS/ГЛОНАСС навигации. Полученные данные позволяют оценивать качество работы пассажирского транспорта в г. Иркутске с использованием современных спутниковых средств.

Ключевые слова: *Качество обслуживания, надежность, пассажирский транспорт.*

Шаров Максим Игоревич, доцент кафедры менеджмента и логистики транспорте, тел./факс: (3952)-40-54-08, e-mail: sharov.maksim@gmail.com

Дученкова Алена Владимировна, студентка кафедры менеджмента и логистики транспорте

Гусевская Ирина Анатольевна, студентка кафедры менеджмента и логистики транспорте

Практически любой город Российской Федерации сталкивается с транспортными проблемами, такими как, транспортные заторы, ДТП и другими. Все это неуклонно ведёт к снижению уровня качества жизни населения, загрязнению окружающей среды и многому другому. Учеными и Властями предлагаются решения направленные на реконструкцию улично-дорожной сети, управление транспортным спросом, то есть созданию условий, при которых пассажиры пересаживаются с индивидуального на общественный транспорт.

Транспортные заторы это общая проблема для большинства крупных городов. В таких городах водители и пассажиры уже привыкли к ним и планируют свои поездки с определённой задержкой, особенно в часы пик. Поэтому водители и пассажиры регулируют свое расписание с учетом транспортных задержек. Но что происходит, когда транспортные задержки становятся больше чем они ожидали. Большинство участников движения относятся к этому весьма отрицательно, потому что возникает достаточно серьезные риски опоздания на работу, важную встречу. Грузоотправители рискуют потерями скоропортящихся грузов, денежных средств и другими.

В прошлом, о транспортных задержках и заторах сообщалась как о средних величинах в единицу времени (рис. 1а). Хотя большинство опытных пользователей транспортной сети, как водители, так и пассажиры имеют и понимание того, что их задержки могут значительно варьироваться от дня ко дню (рис.1б).

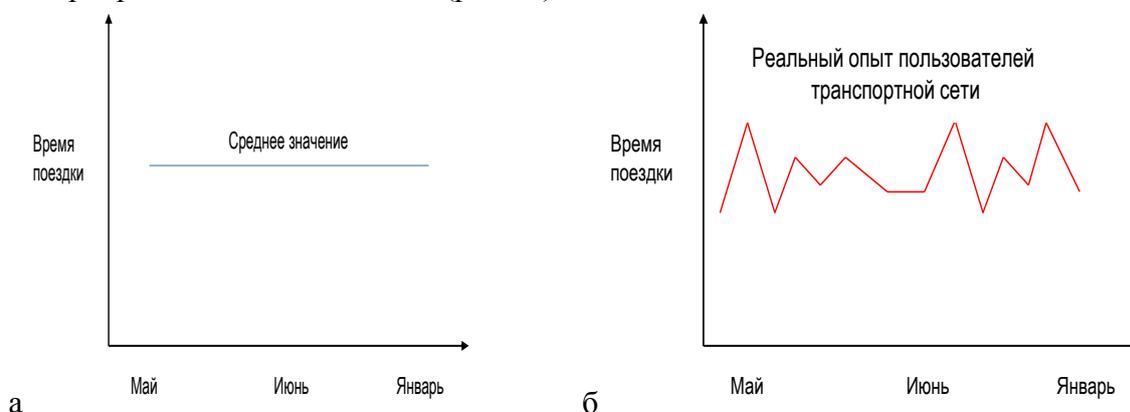


Рис. 1. Средние величины и реальные величины транспортных задержек в единицу времени

Для повышения качества работы транспортной сети в целом в европейских странах и США регулярно проводят анализ времени затраченного на поездку, как на индивидуальном транспорте, так и на общественном транспорте. Одним из основных, но трудоемким и дорогостоящим способом анализа времени является анкетирование населения, например в Германии анкеты рассылаются по почте на домашние адреса пользователей транспортной сети. В наше время современные технологии, основанные на спутниковых навигационных системах, позволили сделать анализ времени поездок пользователей более доступным и постоянным.

Одним из важнейших показателей качества обслуживания городским пассажирским транспортом является показатель степени надежности маршрута. В Российской практике надежность оценивается исходя из соблюдения расписания движения и обеспечения регулярности перевозок, причем основными причинами снижения величины данного показателя являются такие факторы как, техническое состояние автомобилей, тип дорожного покрытия, погодные условия и т.д. Для обеспечения надежности автотранспортными предприятиями проводятся нормирования скоростей движения при открытии автобусного маршрута. Как показывает практика, такой подход является недостаточным и при увеличении уровня автомобилизации не обеспечивает должного уровня надежности работы городских маршрутов.

Зарубежный подход основывается на регулярной оценке степени надежности городских маршрутов движения как общественного, так и индивидуального транспорта. Степень надежности базируется на различных показателях, основным из которых является временной индекс (Time Index). Он рассчитывается как,

$$T_{\text{индекс}} = \frac{t_{\text{загр}}}{t_{\text{св}}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{загр}}$ – время движения в «час-пик»,

$t_{\text{св}}$ – время движения в свободных условиях.

Данный критерий может решать две крупные задачи:

- автотранспортным предприятиям и городским властям анализировать и оперативно выявлять степень функциональной надежности городских маршрутов в случае снижения надежности того или иного маршрута, в результате возникновения устойчивых транспортных заторов на пути следования маршрута городскими властями может быть пересмотрена схема движения автобусов по маршруту или реконструкция УДС в местах возникновения заторов. Данные мероприятия позволят оперативно регулировать качество обслуживания городским транспортом;

- знание временного индекса надежности городского маршрута позволит пассажирам планировать их передвижение с учетом возможных задержек при поездке на общественном транспорте. Данный факт позволит избежать возможных опозданий, возникающих в результате транспортных заторов.

В связи с этим в рамках работы «Транспортной лаборатории ИрГТУ» и Студенческого бюро «Транспортный менеджер» сделана оценка временного индекса надежности городских муниципальных маршрутов на основе данных СНС ГЛОНАСС/ GPS.

Для оценки надежности работы городских маршрутов в рамках работы была разработана специальная методика анализа GPS-треков, получаемых в результате работы муниципальных автобусов.

Для реализации данной методики использовались данные из базы данных предприятия «Иркутскавтотранс», представленных на сайте автоника.рф. Общий вид базы данных треков представлены на рисунке 2.

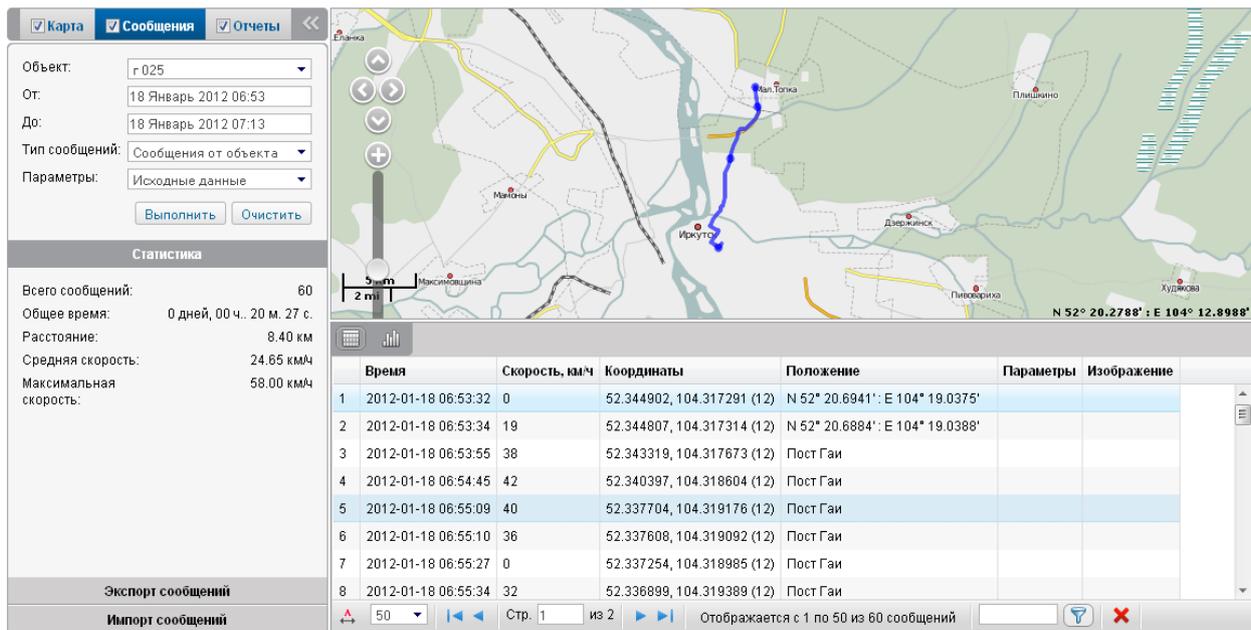


Рис. 2. База данных трекв предприятия «Иркутскавтотранс»

Пример получаемых результатов в данной статье будет сделан на основе оценки надежности маршрута №67 «Первомайский микрорайон – Топкинский микрорайон», который обслуживается МУП «Иркутскавтотранс». В момент обследования на маршруте работал автобус ЛИАЗ – 5256л. Протяженность маршрута – 37 км. Тип маршрута - диаметральный. На рисунках 3. представлен спутниковый снимок маршрута.

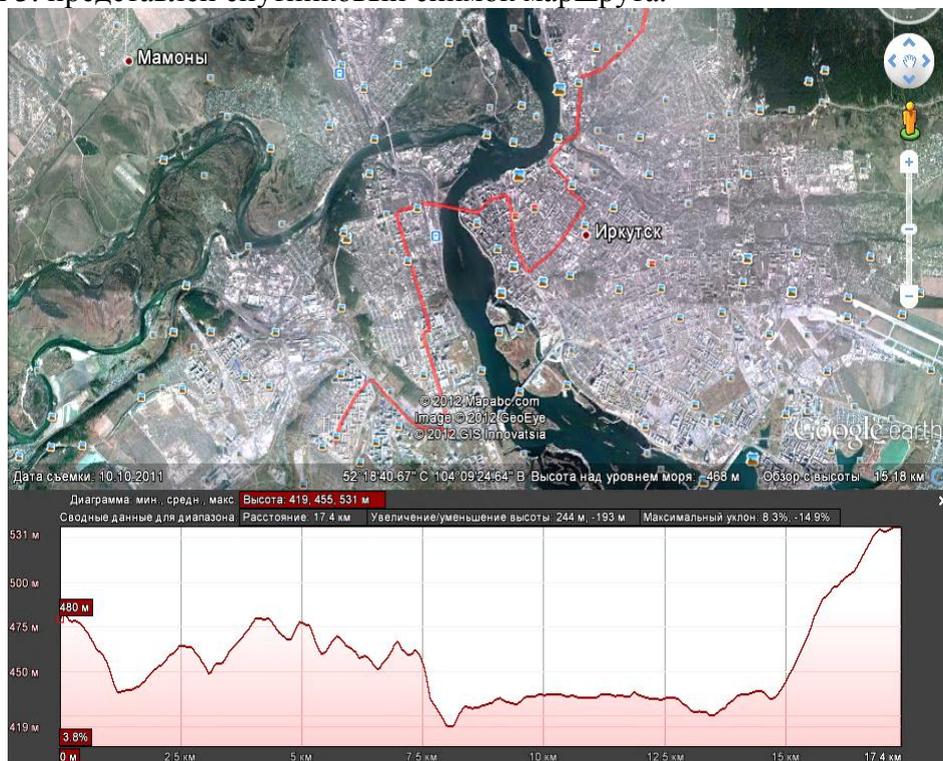


Рис. 3. Маршрут №67 «Первомайский м.н. – Топкинский м.н.»

Приведенные на рисунке 4 графики изменения скорости треков позволяют оценить места падения скорости в результате возникновения ДТП и транспортных заторов.

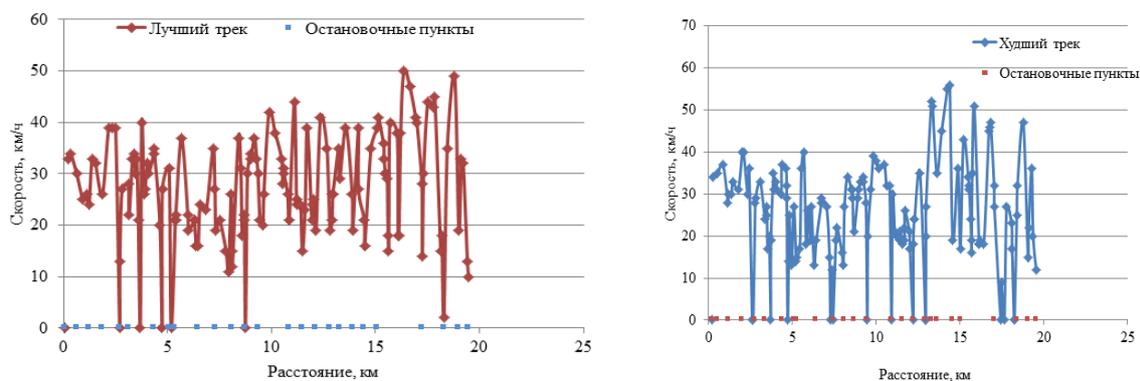


Рис. 4. Скорость движения автобусов на маршруте №67

По графику зависимости времени от расстояния можно увидеть места, в которых треки отличаются друг от друга (рис. 5).

Результаты расчетов временного индекса для каждого часа и направления представлены в таблице 1 и на рисунках 6.

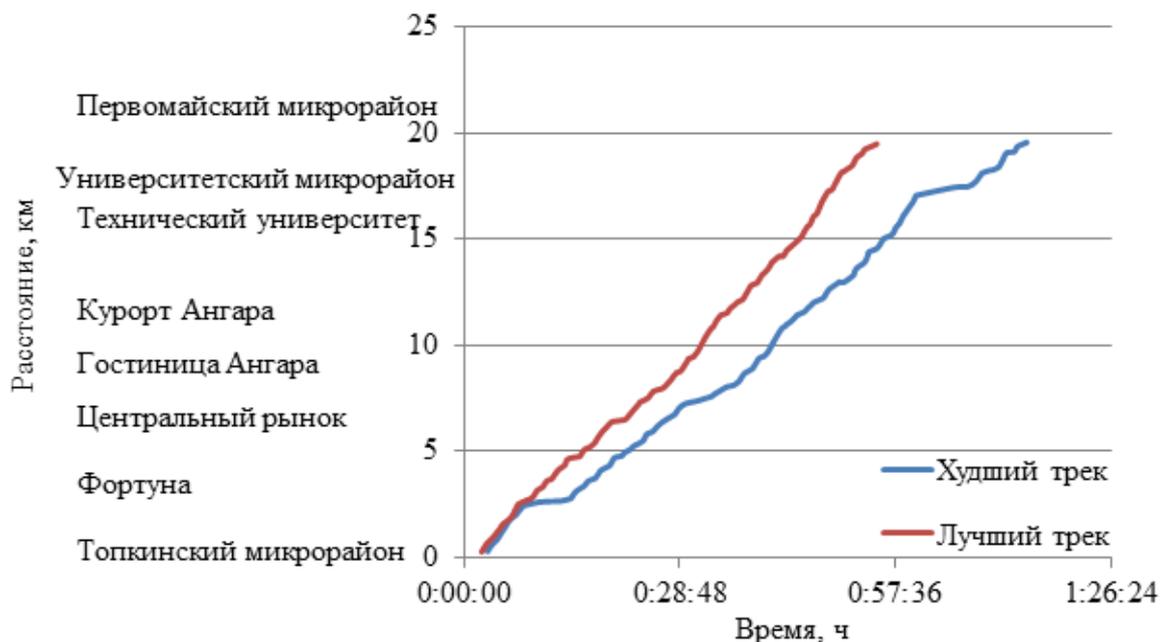


Рис.5. Сравнение времени и расстояния по лучшему и худшему треку (будний день – обратное направление)

Таблица 1

Значение временного индекса

№	Часы суток	Будний день		Выходной день	
		Прямое направление	Обратное направление	Прямое направление	Обратное направление
1	6 -7	1,02	1,02	1,02	1,02
2	7 - 8	1,11	1,26	1,06	1,07
3	8 -9	1,17	1,22	1,13	1,11
4	9-10	1,00	1,00	1,00	1,04
5	10-11	1,02	1,04	1,04	1,02
6	11-12	1,07	1,02	1,09	1,00
7	12-13	1,09	1,06	1,06	1,16
8	13-14	1,11	1,02	1,32	1,13
9	14-15	1,22	1,07	1,36	1,11
10	15-16	1,20	1,11	1,19	1,09
11	16-17	1,24	1,28	1,45	1,02
12	17-18	1,22	1,31	1,06	1,04
13	18-19	1,20	1,37	1,02	1,02

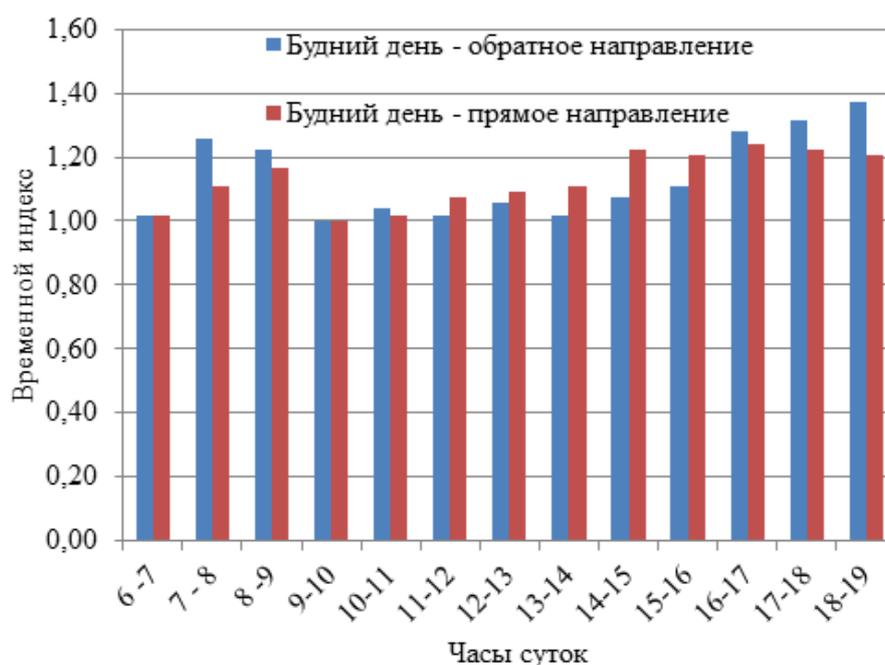


Рис. 6. Сравнение временного индекса по часам суток и по направлениям

В ходе оценки качества работы муниципального транспорта на основе оценки надежности работы муниципальных автобусов были выявлены основные показатели, характеризующие надежность маршрута. На основе этих данных можно сделать следующие выводы:

- проведенный анализ подходов к оценке качества обслуживания городским пассажирским транспортом, как в России, так и за рубежом выявил, что существуют общие показатели оценки качества. Такими показателями являются:

- а) надежность работы пассажирского транспорта;
- б) доступность транспортных услуг для населения;
- в) безопасность перевозки пассажиров;
- г) время передвижения пассажиров к месту назначения.

К сожалению, основные подходы, к оценке качества, применяемые в Российской Федерации, были разработаны еще в советское время и не отражают реальной картины перевозки пассажиров в городах. Основные отличия заключаются в самих подходах к оценке этих показателей. Так за рубежом данные показатели оцениваются на основе СНС, что позволяет оперативно выявлять уровень обслуживания для того или иного показателя. Европейская и американская практика в оценке качества обслуживания заключается в выявлении степени конкурентоспособности общественного пассажирского транспорта перед индивидуальным. Советский же подход основывается лишь на достижении требования ГОСТом времени передвижения, причем установленное время уже не отражает реальных потребностей пользователей транспортной сети;

- в результате оценки возможности применения спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/ GPS для выявления надежности работы муниципальных городских маршрутов можно сделать вывод:

- а) использование СНС позволяет решать большой спектр задач гражданского назначения;
- б) использование СНС позволит более точно и оперативно оценивать качество работы пассажирского транспорта;
- в) использование СНС позволит выявить степень надежности городских общественных маршрутов.

- в результате проведенного анализа зарубежных подходов к оценке надежности городских маршрутов было выявлено основное отличие, которое базируется на том, что среднее время передвижения не может быть одинаково от дня ко дню. За рубежом на основании данных СНС технологий регулярно оценивается степень надежности маршрута на базе временного индекса.

В российской практике планирование работы городского пассажирского транспорта данный критерий оценки надежности работы городских маршрутов никогда не применялся. Поэтому отсутствует какая-либо информация о нормировании данного показателя. В связи с этим существует теоретическая необходимость оценки надежности городских маршрутов подобным путем;

- разработанная методика позволяет оценивать надежность городских маршрутов с использованием баз данных записи треков предприятий;

- выявленные временные индексы позволяют сделать их классификацию согласно уровню надежности обслуживания:

- а) от 1 до 1,15 – высокий уровень надежности;
- б) от 1,16 до 1,3 – средний уровень надежности;
- в) от 1,31 до 1,5 – низкий уровень надежности;
- г) выше 1,5 – плохой уровень надежности.

На основании сделанных выводов предлагаются следующие рекомендации по повышению качества работы пассажирского транспорта:

- в местах устойчивого снижения скоростей на маршруте производить - оптимизацию организации дорожного движения путем:

а) создания выделенных полос движения;

б) предоставление активного приоритета на перекрестках с применением GPS-технологий;

в) создание отдельных карманов на остановочных пунктах и т.д.

- создание единого диспетчерского центра, регулирующего работу пассажирского транспорта в городе Иркутске на базе GPS/ ГЛОНАСС.

Библиографический список

1. Гудков В.А. Пассажирские автомобильные перевозки. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004.- 448 с.

2. Карлащук В.И. Спутниковая навигации. Методы и средства. – М.: Солон-Пресс, 2005.-279 с.

3. www.avtonika.ru

4. Md. Kamrul Islam, Upali Vandebona «Reliability Analysis of Public Systems»: Australasian Transport Research Forum 2010 Proceedings.

5. Alan Nicholson, Andre Dantas «Travel Time Reliability»: 2nd International Symposium on Transport Network Reliability.

6. Kate Lyman «Using Travel Time Reliability Measures to Regional Transportation Planning and Operations»: 87th Annual Meeting of the Transportation Research Board.

Оценка числа генерируемых корреспонденций на индивидуальном транспорте микрорайона «Байкальский» г. Иркутска

А.Н. Зедгенизова, Д.В. Корчева А.В. Зедгенизов

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В практике транспортного планирования для учета и прогнозирования пассажиропотоков, развития УДС используются матрицы межрайонных корреспонденций на основе емкости расчетных транспортных районов. Емкость транспортных расчетных районов делится на емкость по «прибытию» и емкость по «отправлению». В зависимости от специфики решаемых задач матрица межрайонных корреспонденций может быть рассчитана для «пикового» или в целом для суточного периода для буднего дня и для выходного, для трудовых и культурно-бытовых передвижений. Наиболее важными являются передвижения, осуществляемые в «пиковые периоды» будних дней по трудовым целям, поскольку они являются наиболее массовыми и устойчивыми.

Микрзоны, по которым и проводилось обследование, сводилось в таблицы. Ниже представлены изображения микрзон с графическими обозначениями сечений и остановочных пунктов, которые сопровождаются небольшими выводами.

На рисунке 1 видно, что в зоне находится 10 сечений, которые обозначены пунктирной линией и 20 направлений движения. Причем те, которые убывают, обозначены нечетными цифрами (1,3,5), а прибывающие – четными (2,4,6). По результатам обследования было выявлено, что физическая интенсивность движения прибывающих составило 5160 ед/ч, а убывающих 5308 ед/ч. Так как данная зона больше жилая, поэтому и прибывающих единиц больше.



Рис. 1 Сечения зоны № 26

На рисунке 2 изображена зона №23 в которой находится 7 сечений, которые обозначены пунктирной линией и 14 направлений движения. Причем те, которые убывают обозначены нечетными цифрами (1,3,5,7,9,11), а прибывающие – четными (2,4,6,8,10,12). По результатам обследования было выявлено, что физическая интенсивность движения прибывающих составило 1364 ед/ч, а убывающих 1372 ед/ч.



Рис. 2 Сечения зоны № 23

По рисунку 3 на котором изображена зона №19 и на которой находится 11 сечений, которые обозначены пунктирной линией - 22 направления движения. Причем те, которые убывают, обозначены нечетными цифрами (1,3,5,7,9), а прибывающие – четными (2,4,6,8,10). По результатам обследования было выявлено, что физическая интенсивность движения прибывающих составило 3196 ед/ч, а убывающих 2829 ед/ч. Так как данная зона больше жилая, поэтому и прибывающих единиц больше.



Рис. 3 Сечения зоны № 19

По рисунку 4 видно, что в зоне находится 11 сечений, которые обозначены пунктирной линией и 22 направления движения. Причем те, которые убывают обозначены нечетными цифрами (1,3,5), а прибывающие – четными (2,4,6). По результатам обследования было

выявлено, что физическая интенсивность движения прибывающих составило 3664 ед/ч, а убывающих 3364 ед/ч. Так как данная зона больше жилая, поэтому и прибывающих единиц больше.



Рис. 4 Сечения зоны №17

На рисунке 5 видно, что в данной зоне находится 8 сечений, которые обозначены пунктирной линией и 16 направлений движения. Причем те, которые убывают обозначены нечетными цифрами (1,3,5), а прибывающие – четными (2,4,6). По результатам обследования было выявлено, что физическая интенсивность движения прибывающих составило 2796 ед/ч, а убывающих 3060 ед/ч.



Рис. 5 Сечения зоны №14

На рисунке 6 видно, что в рассматриваемой зоне находится 17 сечений, которые обозначены пунктирной линией и 34 направлений движения. Причем те, которые убывают обозначены нечетными цифрами (1,3,5), а прибывающие – четными (2,4,6). По результатам обследования было выявлено, что физическая интенсивность движения прибывающих составило 9560 ед/ч, а убывающих 6145 ед/ч. В данной зоне сосредоточены жилые сектора, поэтому и прибывающих единиц больше.



Рис. 6 Сечения зоны №17

По рисунку 7 можно сказать, что в зоне №18 находится 8 сечений, которые обозначены пунктирной линией и 16 направлений движения. Причем те, которые убывают обозначены нечетными цифрами (1,3,5), а прибывающие – четными (2,4,6). По результатам обследования было выявлено, что физическая интенсивность движения прибывающих составила 1468 ед/ч, а убывающих 1496 ед/ч.



Рис. 7 Сечения зоны №18

На рисунке 8 видно, что в зоне находится 7 сечений, которые обозначены пунктирной линией и 14 направлений движения. Причем те, которые убывают обозначены нечетными цифрами (1,3,5), а прибывающие – четными (2,4,6). По результатам обследования было выявлено, что физическая интенсивность движения прибывающих составило 610 ед/ч, а убывающих 622 ед/ч .



Рис. 8 Сечения зоны №22

Полученные результаты замеров сводятся в таблицу 1.

Таблица 1

Суммарное число въехавших и выехавших транспортных средств в микрорайон Байкальский г. Иркутска

Зона №	Суммарное число ТС, авт/час	
	Въезжающих	Выезжающих
26	5160	5308
23	1364	1372
19	3196	2829
17	3664	3364
14	2796	3060
16	9560	6145
18	1468	1496
22	610	622
Итого	27818	24196

На основании таблицы 1 строится график (рис. 9).

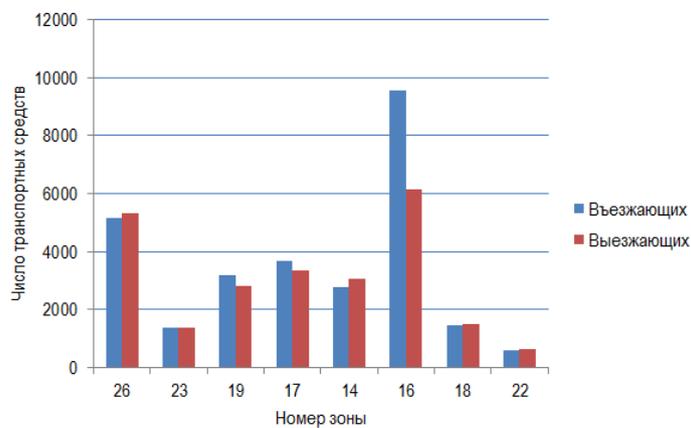


Рис. 9 Распределение числа въезжающего и выезжающего индивидуального транспорта

В случае с интенсивностью транспортных средств в сечениях разница между въезжаемыми и выезжающими транспортными средствами в чистом виде не может показывать емкость территории по «прибытию» или «отправлению», поскольку сумма всех въезжающих транспортных средств в рассматриваемый транспортный район складывается из тех, кто тяготеет к этому району и тех, кто проезжает через него транзитом, одновременно с этим, сумма всех выезжающих складывается из тех, кто выезжает из этой территории емкость по «отправлению» и тех, кто движется транзитом. Таким образом, задача сводится к выявлению транзитного потока через рассматриваемый транспортный район. Выявление транзитного потока может быть рассмотрено в следующих темах научных исследований.

Список использованной литературы:

1. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов: Учеб. пособие для вузов. 1993.
2. Сигаев А. В. Проектирование улично-дорожной сети: Учеб. пособие для вузов. — М.: Стройиздат, 1998. 263 с.
3. Котельникова А.Г., Швецов В.И. «Оценка межрайонных дальностей в транспортных моделях»— 2010. — Т. 59. — С. 64--78.
4. Швецов В.И. Алгоритмы распределения транспортных потоков. — 2009. — № 10. — С. 148--157.
5. Зедгенизова А.Н., Зедгенизов А.В., Левашев А.Г. Оценка объема генерации поездок к детским дошкольным учреждениям // Материалы VIII Международной научно - практической конференции «Дни науки - 2012». - Часть 90 - Технические науки: Прага. Издательский дом «Образование и наука» , 2012. – С. 22 – 27.

Оценка числа генерируемых корреспонденций на общественном транспорте микрорайона «Байкальский» г. Иркутска

А.Н. Зедгенизова, Л.В. Широколобова, А.В. Зедгенизов

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В современных условиях распределение пассажиропотоков городской черте между индивидуальным и общественным транспортом основывается на ряде факторов, основными из которых является:

Доступность объекта тяготения

Удаленность линий общественного пассажирского транспорта

Уровня автомобилизации

Качества транспортного обслуживания на общественном пассажирском транспорте.

По рисунку 1 можно сказать, что в рассматриваемой зоне расположено 9 остановочных пунктов. Если делать вывод по всей зоне в целом, то можно сказать, что количество вошедших пассажиров составляет 955 человека, а количество вышедших - 1245 человек. То есть люди большей степенью прибывают на место жительства, так как рассматриваемая зона – жилая.



Рис. 1 Остановочные пункты зоны №26

На рисунке 2 видно, что в рассматриваемой зоне расположено 9 остановочных пунктов. Если делать вывод по всей зоне в целом, то можно сказать, что количество вошедших пассажиров составляет 642 человека, а количество вышедших - 963 человек. То есть люди большей степенью прибывают на место жительства, так как рассматриваемая зона – жилая.



Рис. 2 Остановочные пункты зоны №23

В зоне №19 изображенной на рисунке 3 расположено 11 остановочных пунктов. Если делать вывод по всей зоне в целом, то можно сказать, что количество вошедших пассажиров составляет 437 человек, а количество вышедших - 842 человек. То есть люди большей степенью прибывают на место жительства, так как рассматриваемая зона – жилая.



Рис. 3. Остановочные пункты зоны №19

На рисунке 4 видно, что в зоне № 17 расположено 12 остановочных пунктов. Если делать вывод по всей зоне в целом, то можно сказать, что количество вошедших пассажиров составляет 876 человека, а количество вышедших - 1092 человек. То есть люди большей степенью прибывают на место жительства, так как рассматриваемая зона – жилая.



Рис. 4 Остановочные пункты зоны №17

По рисунку 5 можно сказать, что в рассматриваемой зоне расположено 11 остановочных пунктов. Если делать вывод по всей зоне в целом, то можно сказать, что количество вошедших пассажиров составляет 278 человека, а количество вышедших - 529 человек. То есть люди большей степенью прибывают на место жительства, так как рассматриваемая зона – жилая.

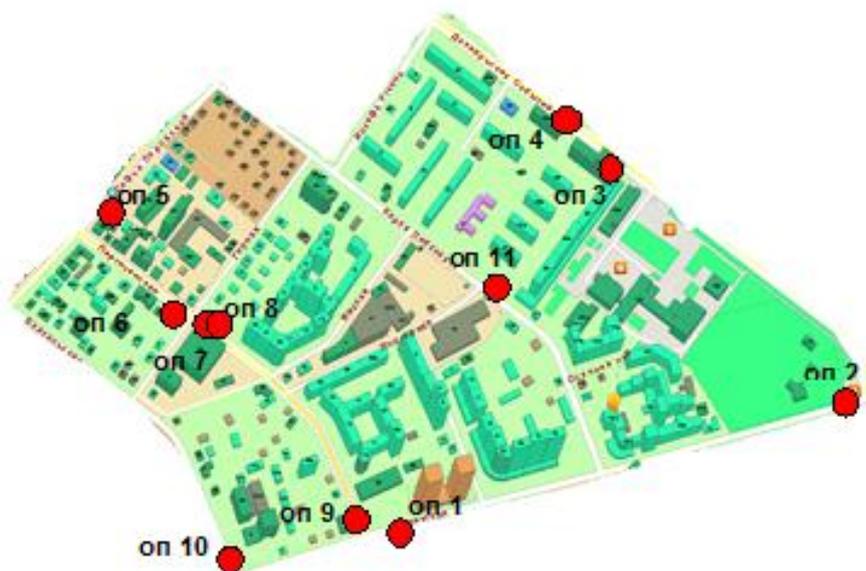


Рис. 5 Остановочные пункты зоны №14

На рисунке 6 изображена зона №16 на которой расположено 5 остановочных пунктов. Если делать вывод по всей зоне в целом, то можно сказать, что количество вошедших пассажиров составляет 285 человек, а количество вышедших - 299 человек. То есть люди большей степенью прибывают на место жительства, так как рассматриваемая зона – жилая.



Рис. 6 Остановочные пункты зоны №16

На рисунке 7 видно, что рассматриваемой зоне расположено 6 остановочных пунктов. Если делать вывод по всей зоне в целом, то можно сказать, что количество вошедших пассажиров составляет 1194 человека, а количество вышедших - 1100 человек.



Рис. 7 Остановочные пункты зоны №18

По рисунку 8 наглядно видно, что в зоне №22 расположено 2 остановочных пунктов. Если делать вывод по всей зоне в целом, то можно сказать, что количество вошедших пассажиров составляет 152 человека, а количество вышедших - 143 человек .

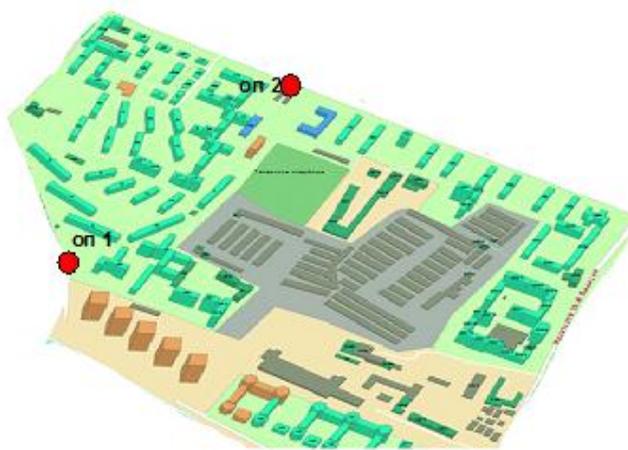


Рис. 8 Остановочные пункты зоны №22

В рассматриваемой зоне расположено 2 остановочных пунктов. Если делать вывод по всей зоне в целом, то можно сказать, что количество вошедших пассажиров составляет 152 человека, а количество вышедших - 143 человек .

Для удобства использования информации из скомпонованных баз данных о пассажирообмене ОП информацию целесообразно разместить в следующем виде (табл. 1).

Таблица 1

Суммарное число вошедших и вышедших пассажиров общественного транспорта в микрорайон Байкальский г. Иркутска

Зона №	Суммарный пассажирооборот, пасс/час	
	Выходящих	Входящих
26	1245	955
23	963	642
19	842	437
17	954	717
14	529	278
16	299	285
18	1100	1194
22	143	152
Итого	6075	4660

На основании таблицы 1 строится график (рис. 9).

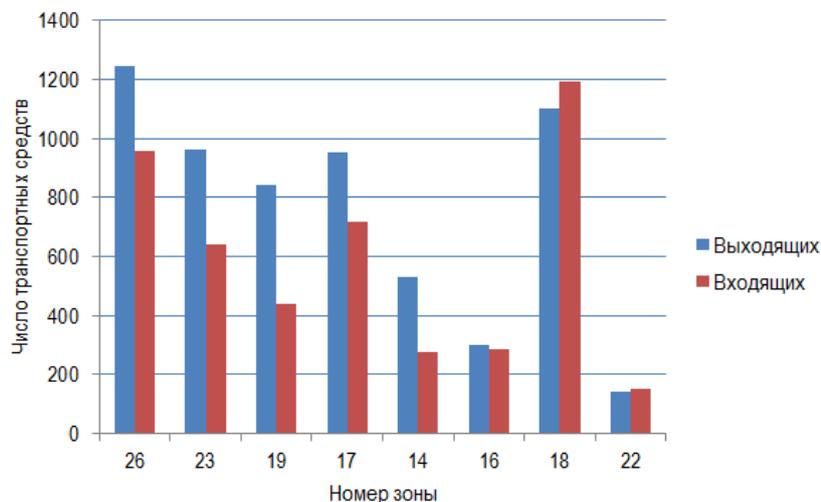


Рис. 9 Распределение числа входящих и выходящих пассажиров общественного транспорта индивидуального транспорта

В случае с пассажирообменом ОП емкость транспортного расчетного района определяется простой разницей между числом выходящих и входящих человек для пикового периода.

Список использованной литературы:

6. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов: Учеб.пособие для вузов. 1993.
7. Сигаев А. В. Проектирование улично-дорожной сети: Учеб.пособие для вузов. — М.: Стройиздат, 1998. 263 с.
8. Котельникова А.Г., Швецов В.И. «Оценка межрайонных дальностей в транспортных моделях»— 2010. — Т. 59. — С. 64--78.
9. Швецов В.И. Алгоритмы распределения транспортных потоков. — 2009. — № 10. — С. 148--157.
10. Зедгенизова А.Н., Зедгенизов А.В., Левашев А.Г. Оценка объема генерации поездок к детским дошкольным учреждениям // Материалы VIII Международной научно - практической конференции «Дни науки - 2012». - Часть 90 - Технические науки: Прага. Издательский дом «Образование и наука» , 2012. – С. 22 – 27.

Направления развития интеллектуальных транспортных систем в России

А.В. Зедгенизов, А.Н. Зедгенизова

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Развитие общества и экономики выдвигают повышенные требования к транспортному обеспечению, что сопровождается увеличением количества транспортных средств. На этом фоне на первый план выходят вопросы своевременной доставки грузов и пассажиров при соответствующем качестве перевозок. Увеличение потока пассажиров и грузов обуславливает повышение загруженности транспортных путей, снижение скорости перевозок, возникновению "пробок", неприемлемый уровень людских потерь на транспорте, рост потребления не возобновляемых источников энергии и негативного влияния на окружающую среду. Растущие задержки людей и грузов на всех видах транспорта, связанные как с объективным недостатком мощностей транспортной инфраструктуры, так и с низким уровнем управления можно решать двумя основными путями. Первый путь - повышение пропускной способности за счет строительства новых магистралей, путепроводов, тоннелей, мостов, развязок, терминалов, вокзалов, аэропортов (расширения имеющихся) и т. д, а второй - оптимизация и управление транспортными потоками за счет применения новых технологий [2].



Развитие науки и техники в последние десятилетия позволяют ориентироваться на создание не просто систем управления транспортом, а систем, в которых средства управления, контроля и связи встроены в транспортные средства и объекты транспортной инфраструктуры, а принятие решений основывается на полученной информации в реальном режиме времени от различных источников (в том числе прогнозной информации). Именно такие системы называют интеллектуальными транспортными системами (ИТС) [2].

Идея ИТС, в своей основе, уже практически реализована в глобальном масштабе в гражданской авиации. Все воздушные суда имеют средства связи, автономной спутниковой навигации, системы автоматического пилотирования, предотвращения столкновений в воздухе, управления посадкой и др. Наземные службы располагают технологиями постоянного контроля и управления в условиях плотного и эшелонированного воздушного движения [1].

Глобальными задачами, которые должны решать ИТС, являются:

- повышение качества транспортного процесса;

- повышение качества функционирования транспортной системы (города, региона);
- повышение мобильности населения;
- повышение уровня безопасности движения;
- снижение материальных и финансовых издержек при движении в транспортной сети.

В 2003 году обществом «ИТС Япония» был подготовлен еще один этапный документ — «Стратегия развития ИТС в Японии», в котором декларируется система трех «нулевых» целей: 1. Япония — зона нулевых потерь на дорогах; 2. Япония — зона нулевых задержек на дорогах; 3. Япония — зона комфортабельных транспортных условий (зона нулевых неудобств).

Следуя, мировой практике можно выделить две основные сферы, где могут быть использованы ИТС – это объекты инфраструктуры транспорта:

- управление движением на городских магистралях и дорогах регулируемого движения;
- управление движением на загородных шоссе;
- управление пассажирскими перевозками;
- управление ликвидацией ДТП и ЧП;
- оплата услуг транспортной инфраструктуры;
- обеспечение информацией участников движения;
- предотвращение ДТП и безопасность движения;
- управление дорожными условиями;
- управление грузовыми и интермодальными перевозками,

и сами транспортные средства:

- системы предотвращения столкновений;
- системы помощи водителю.

Представленный перечень охватывает достаточно широкий диапазон хозяйственной деятельности, но при этом не является конечным и при необходимости может быть дополнен. Однако, на сегодняшний день большой практический интерес вызывает процесс разработки и внедрения ИТС на территории РФ. Среди первоочередных проблем можно выделить следующие:

- отсутствие концептуальности развития ИТС в РФ;
- развитие законодательной составляющей;
- стандартизация технических процессов;
- методика обоснования необходимости внедрения ИТС для различных объектов инфраструктуры транспорта;
- источники финансирования;
- обоснование выбора технических средств ИТС (производитель, технические характеристики);
- кадровый персонал, обслуживание ИТС и др.

Используемая литература:

1. «Транспорт Российской Федерации» №3-4 (22-23) 2009г.
2. Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система».
3. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах».
4. <http://www.rita.dot.gov/>

Оценка интервалов времени между транспортными средствами в плотном транспортном потоке

К.Е. Карпенко, К.А. Ануфриенкова, А.Н. Зедгенизова, А.В. Зедгенизов

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Для решения поставленной задачи необходимо было провести натурное обследование (фиксирование моментов времени) непосредственно на выбранном участке УДС. Для этого было закуплено необходимое оборудование, с помощью которого проводилась видеосъемка и регистрация необходимого материала:

- Видеокамера Panasonic SDR-S50;
- жесткий диск SATA 320Gb Seagate ST3320413AS;
- флэш-карта SD 8Gb
- кабель для соединения оборудования.

Технические характеристики использованного оборудования:

1) Видеокамера Panasonic SDR-S50:

- разрешение матрицы 0.8 МП (1/8")
- запись видео на карты памяти
- карты памяти SD, SDHC
- оптический стабилизатор изображения
- вес: 212 г

2) Жесткий диск SATA 320Gb Seagate ST3320413AS:

- производитель – Seagate;
- модель – 320 Гб Barracuda 7200.12 ST3320413AS;
- среднее время ожидания – 4.17 мс;
- формат HDD – 3.5";
- скорость вращения шпинделя – 7200 оборотов/мин;
- буфер HDD – 16 Мб;
- интерфейс HDD – SATA 6Gb/s;

Так же в ходе эксперимента были использованы необходимые вспомогательные средства:

- рулетка;
- штатив



Рисунок 3.1 – Вид с камеры видеонаблюдения

Штатив с видеокамерой был установлен на расстоянии около 12 метров от проезжей части. На рисунке 1 и 2 представлен обзор камеры видеонаблюдения.

При помощи рулетки был замерен отрезок исследуемого участка, длиной 16 метров, границами которого являлись опоры линий электропередач, показывающие начало и конец этого отрезка.

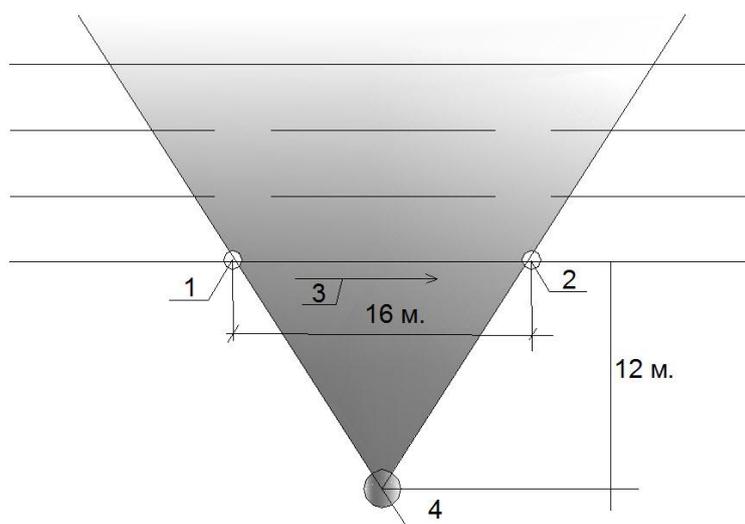


Рис. 2. Расположение камеры видеонаблюдения на исследуемом участке

где 1, 2 – опоры линий электропередач, показывающие соответственно начало и конец исследуемого отрезка; 3 – направление движения транспортного потока; 4 – камера видеонаблюдения.

Штатив с видеокамерой был установлен на расстоянии около 12 метров от проезжей части. На рисунке 1 представлен обзор камеры видеонаблюдения. Данная схема постановки оборудования была выбрана для удобства обработки отснятого видеоматериала. Таким образом, камера видеонаблюдения фиксировала прохождение автотранспортом границ исследуемого отрезка, что при обработке позволит выявить время прохождения отрезка.

Необходимо отметить, что очень важным элементом при анализе экспериментальных данных является точность их обработки, а точнее – оцифровки. Для оцифровки данных было необходимо извлечь нужную информацию из полученного видеоматериала. Для решения этой задачи были проведены следующие работы:

- с помощью USB-выхода отснятый видеоматериал перенесен на персональный компьютер;
- с помощью компьютерной программы «Movavi Видео Конвертер 11» изменен формат видео на более удобный для обработки.

Далее файл видеозаписи был подгружен в стандартное приложение «Windows Live Movie Maker» (рис. 3), при помощи которой велась фиксация времени прохождения автотранспортом начальной и конечной точек исследуемого отрезка с занесением полученных данных в электронную таблицу «Excel».

Однако, формат времени искомым моментов, типа «чч:мм:сс, доли сс» не соответствовали ни одному формату времени в электронной таблице Excel. Для перевода данного формата времени в секунды была использована программа «time-convert».

После того, как все видеоданные обработаны, следующим этапом является их трансформация с целью группировки в таблицу, которую без изменений можно будет использовать в регрессионном анализе, а так же выявить необходимые параметры по отдельным классам транспортных средств.

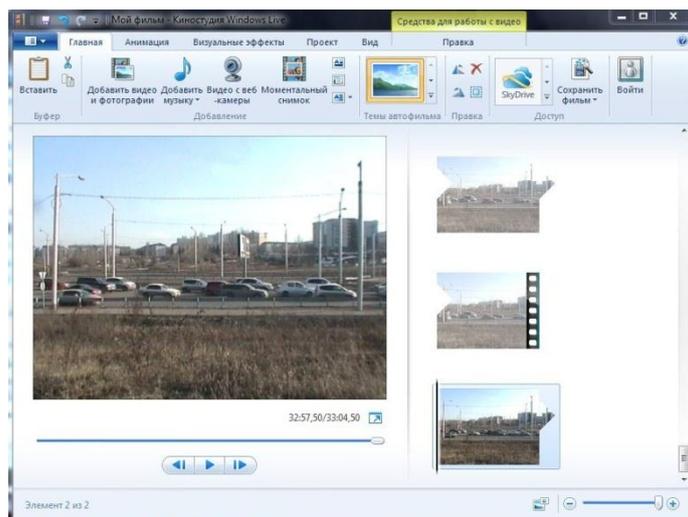


Рис. 3 Пример использования Windows Live Movie Maker

Проведение регрессионного анализа осуществлялось с помощью пакета прикладных программ «Statistica», «Microsoft Office Excel». Данные пакеты позволяют быстро и эффективно проводить различные виды статистического анализа. При проведении регрессионного анализа “Statistica” предлагает все распространенные виды критериев оценки регрессионных зависимостей, что позволяет исследователю качественно выбирать регрессионные зависимости, которые наиболее точно соответствуют исходным статистическим выборкам.

На рисунке 4 изображена зависимость интенсивности транспортных средств от плотности. Полученная зависимость отражает квадратичную связь между рассматриваемыми параметрами и лежит в области плотности, при которой транспортный поток приближается к точке своего насыщения, и пересекает ее при значении интенсивности в 1650 ед/ч. Коэффициент детерминации удовлетворяет представленному на диаграмме уравнению.

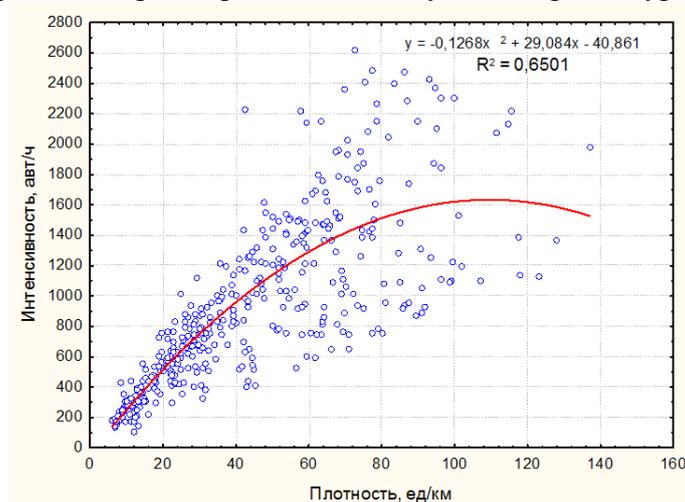


Рис. 4 Зависимость интенсивности транспортного потока от его плотности

Из графиков, представленных на рисунке 5, видно, что большая часть всех транспортных средств движется с интервалом до 5 секунд, а большая часть легковых, микроавтобусов и грузовых до 6 тонн двигаются с интервалом менее 40 м, что и объясняется лучшими динамическими характеристиками по сравнению с грузовыми автомобилями свыше 6 тонн.

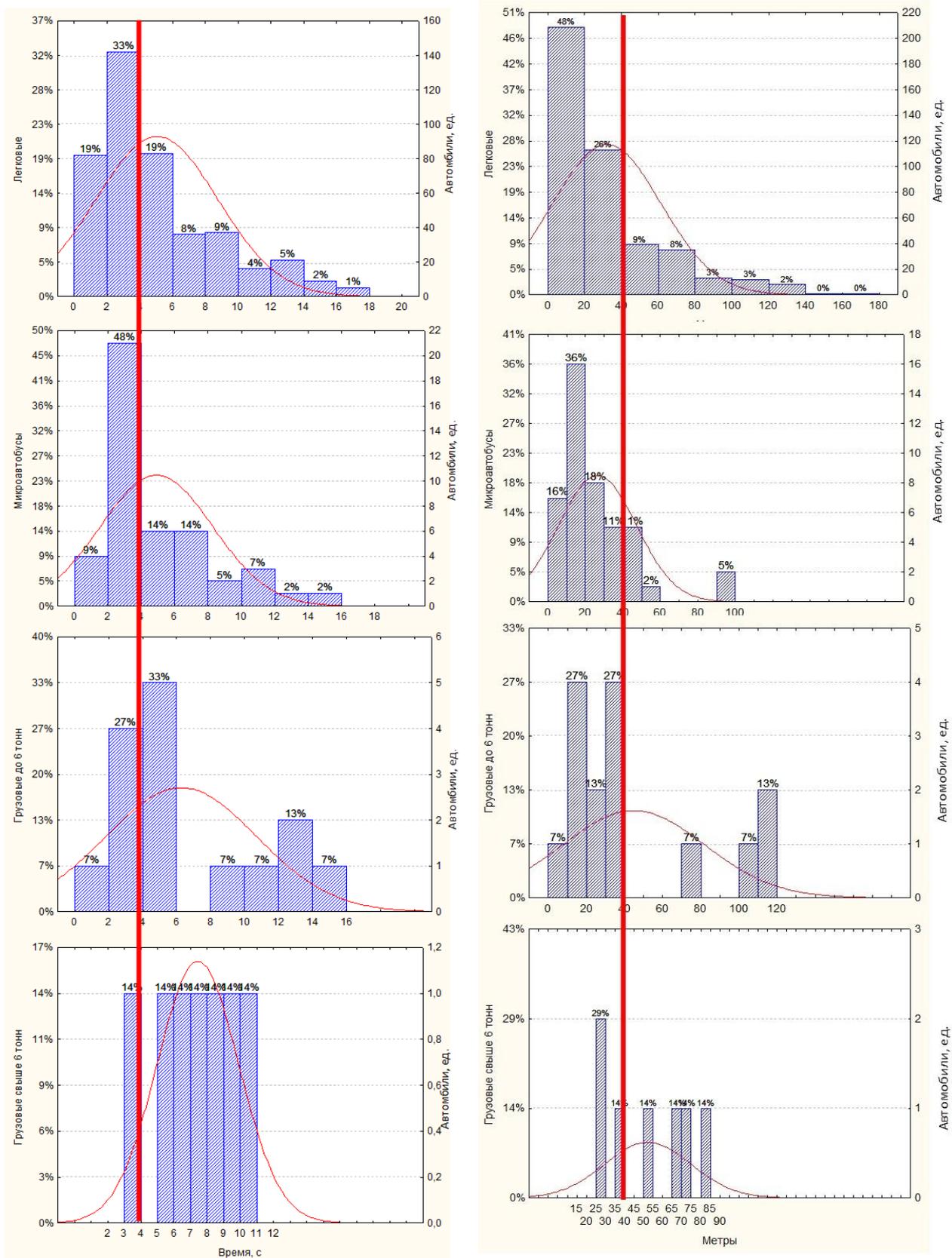


Рис. 5 Распределение интервалов между транспортными средствами в потоке

Список использованной литературы:

1. Васильев А.П. Особенности проектирования автомобильных дорог для совмещенного движения. М.: Транспорт, 1964.- 51 с.
2. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. М.: Транспорт, 1977. - 303 с.
3. Завадский Ю.В. Решение задач автомобильного транспорта и дорожно-строительных машин с помощью регрессионно-корреляционного анализа: учеб. пособ. / Ю.В. Завадский. - М. – 1981.
4. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б., Организация дорожного движения: Учеб. для вузов. М.: Транспорт, 2001.
5. Семенов В.В., Математическое моделирование транспортных потоков мегаполиса, препринт № 34 Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, 2004.

ОЦЕНКА ЕМКОСТИ ПОС. РАБОЧЕЕ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ПРИБЫТИЯ НА ИНДИВИДУАЛЬНОМ И ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ

Ю.А. Ильиных, Д.В. Корчева, П.В. Хурухаев, Л.П. Догоюсова, А.С. Антипин, А.В. Зедгенизов

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Для оценки эффективности функционирования УДС пос. Рабочее и определения транспортной емкости необходимо проведение натурных обследований интенсивности транспортных потоков (ТП) и пассажирообмена остановочных пунктов.

Пос. Рабочее разделен на 3 зоны : №40, №41, №42. В каждой зоне проводилось обследование транспортных потоков, которые въезжают в зону и выезжают из обследуемой зоны. Обследование проводилось в часы «пик» для данной территории с 16:30 до 17:30. Всем обследуемым транспортным потокам присвоен номер направления движения. Прибывающие транспортные потоки обозначены четными номерами, убывающие – нечетными. Обследование проводилось следующим образом: выезжаем на местность, считаем интенсивность движения в одном направлении в течение 15 минут. Полученное значение интенсивности движения приводим к часовому значению, умножив на 4. В ходе обследования был учтен состав транспортного потока (9 типов). Полученные данные сводятся в базу данных (БД) интенсивности движения ТС (Приложение Б).

В пос. Рабочее структуру общественного транспорта составляют маршрутные такси (маршруты №4к, №4с, №64), трамваи (маршруты №4, №4а). Через зону №40 проходят пригородные маршруты общественного транспорта (маршруты № 123, №124, №131). Обследование пассажирообмена остановочных пунктов проводилось в часы «пик» с 16:30 до 17:30 в каждой из зон, начиная с зоны №40. Обследование пассажирообмена остановочных пунктов трамваев, направление движения которых осуществляется от конца пос.Рабочее к центру г. Иркутска, проводилось в утренний час «пик» с 7:15 до 7:45. Каждому остановочному пункту присвоен порядковый номер. Обследование пассажирообмена проводилось в течении 30 минут на каждом остановочном пункте. Затем полученные данные были приведены к часовым значениям.

В практике транспортного планирования для учета и прогнозирования пассажиропотоков, развития УДС используются матрицы межрайонных корреспонденций на основе емкости расчетных транспортных районов. Емкость транспортных расчетных районов делиться на емкость по «прибытию» и емкость по «отправлению». В зависимости от специфики решаемых задач матрица межрайонных корреспонденций может быть рассчитана для «пикового» или в целом для суточного периода для буднего дня и для выходного, для трудовых и культурно-бытовых передвижений. Наиболее важными являются передвижения, осуществляемые в «пиковые периоды» будних дней по трудовым целям, поскольку они являются наиболее массовыми и устойчивыми.

Для выявления зависимости между структурой застройки, типом расположенных объектов в рассматриваемом транспортном районе и его емкостью (количество корреспонденций по «прибытию» и «отправлению») необходимо выявить в натурных исследованиях реальную емкость транспортного расчетного района. Методологическая цепочка, ведущая на вершину схемы (рис. 1) подсказывает исследователю о том, что выявление суточной емкости основывается на принципе «от частного к общему», следовательно, первое с чем сталкивается исследователь это определение рамок и продолжительности пикового периода в рамках рассматриваемой территории. Как известно, зарождение «пиков» начинается в местах «отправления» (жилые районы в утренние часы «пик» и пром. площадки, торговля в вечерние часы «пик»). В зависимости от градостроительных особенностей рассматриваемого города и

расположения его функциональных территорий «пиковые периоды» наступают с некоторым опозданием от его зарождения. В Иркутске классически и отнюдь не правильно центром зарождения «пиковых» периодов является историческая часть города (зона №1 рис. 2).

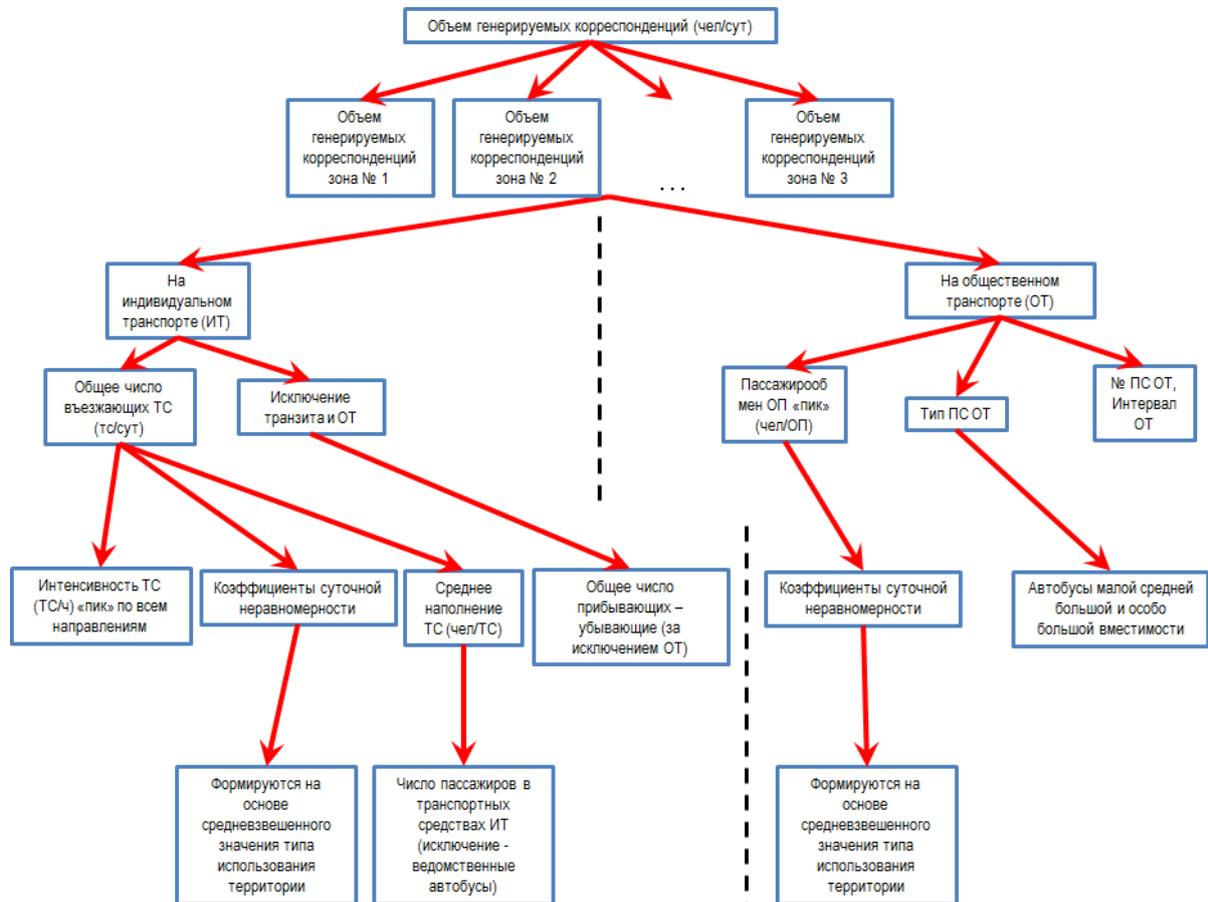


Рис. 1 Схема определения емкости расчетного транспортного района

В соответствии с загруженностью транспортных коридоров и провозных способностях сетей городского пассажирского транспорта ГПТ пиковый период распространяется к периферийным территориям города в места расположения мест проживания людей (табл. 1).

Таблица 1

Предполагаемый период часа «пик» для укрупненной зоны г. Иркутска

Укрупненная зона №	Предполагаемый период часа «пик»
1	15:30-17:00
2	16:00-17:00
3	17:30-18:30
4	16:30-17:30
5	16:30-17:30
6	16:30-17:30
7	17:00-18:00
8	17:30-18:30
9	17:30-18:30
10	17:30-18:30
11	18:00-19:00
12	18:00-19:00

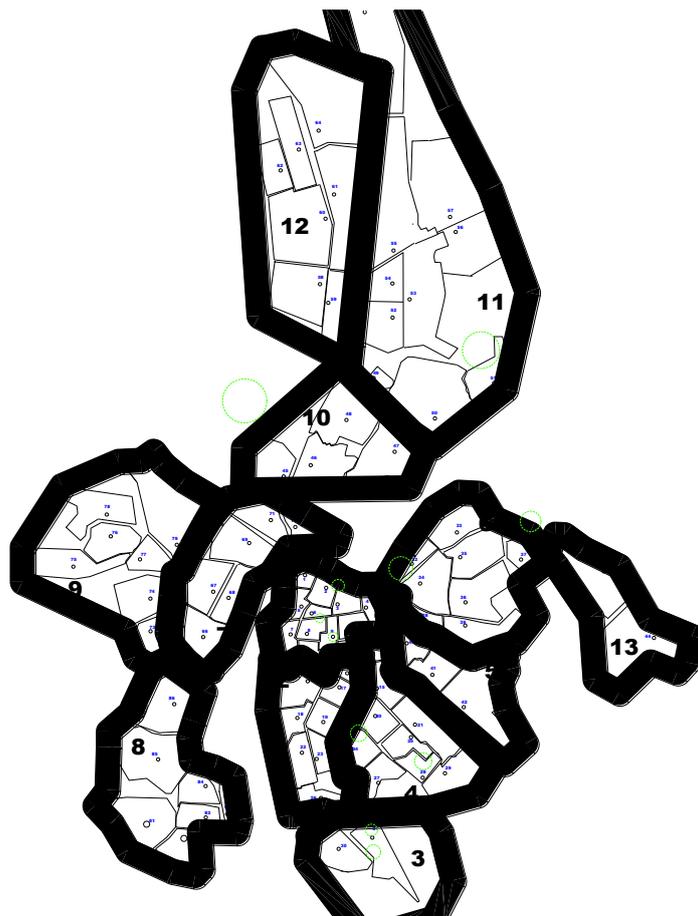
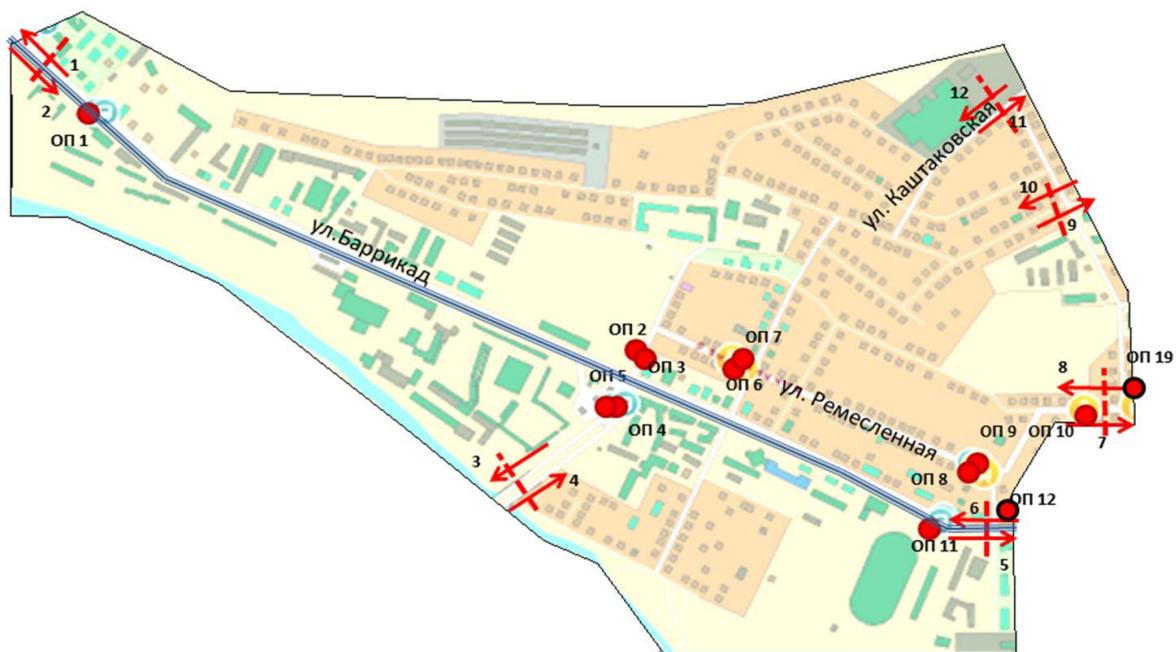


Рис. 2 Укрупненные транспортные районы г. Иркутск

Объем генерируемых корреспонденций зоны №40, являющейся составной частью укрупненной зоны №5. Схема проведения обследования зоны №40 представлена на рисунке 3.



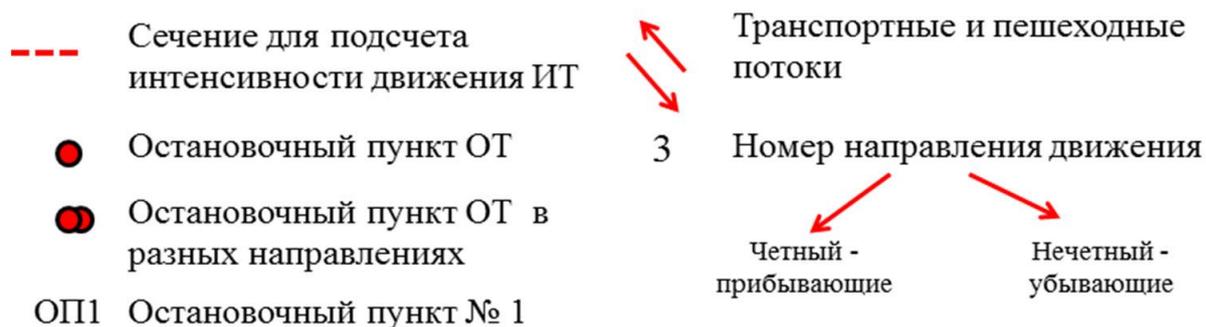


Рис. 3 Схема проведения обследования зоны №40 пос. Рабочее на предмет выявления ее емкости

Значения физических интенсивностей зоны №40 представлены в таблице 2 и таблице 3.

Таблица 3.2

Интенсивности транспортных потоков по «прибытию» зоны №40

Направление движения №	Физическая интенсивность движения (ед/ч)
2	1688
4	1470
6	1052
8	48
10	16
12	36
итого	4310

Таблица 3

Интенсивности транспортных потоков по «отправлению» зоны №40

Направление движения №	Физическая интенсивность движения (ед/ч)
1	1572
3	1326
5	1412
7	40
9	12
11	28
итого	4390

Суммарное значение интенсивности въезжающего в зону ТП составляет 4310 ед./ч, а выезжающего из зоны ТП – 4390 ед./ч. Это объясняется тем, что в данной зоне находятся рынки автомобильных запчастей, продуктовый рынок и службы сервиса, которые притягивают к себе людей в течение дня и, соответственно, в вечерний час «пик» люди покидают данные объекты.

Пассажиروбмен остановочных пунктов зоны №40. Обследование остановочного пункта №1 проходило в период времени 7:30-8:30, т. к. через данный ОП проходят автобусы

пригородных маршрутов (№123, №124). Количество выходящих пассажиров – 8 чел./ч, входящих – 0.

Остановочные пункты № 2, №3, №6, №7, №8, №9, №10 – являются трамвайными ОП. Обследование ОП №2, №7, №9, №19 проводилось с 7:15 до 7:45. Пассажиروобмен на данных ОП: количество входящих пассажиров – 203 чел./ч, выходящих – 147 чел./ч.

Обследование ОП №3, №6, №8, №10 проводилось в период времени 16:30 – 17:30. Пассажируобмен на данных ОП: количество входящих пассажиров – 186 чел./ч, выходящих – 184 чел./ч.

Пассажируобмен на ОП №4, №5, №11: количество входящих пассажиров – 84 чел./ч, выходящих – 41 чел./ч. Через данные ОП проходят маршруты №4к, 4с, 64.

Объем генерируемых корреспонденций зоны №41. Схема проведения обследования зоны №41 представлена на рисунке 4, где указаны все обследуемые сечения и остановочные пункты зоны №41.

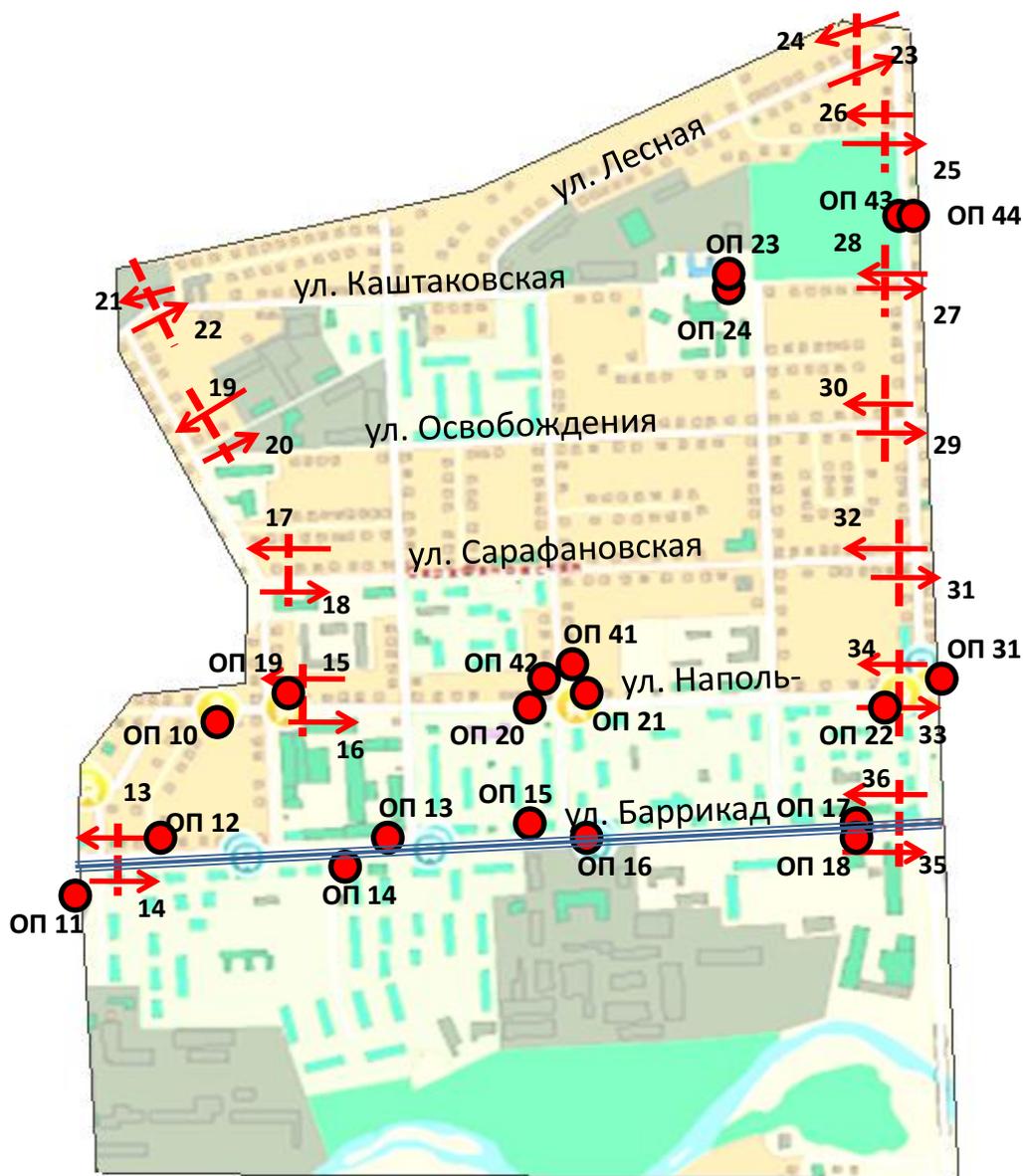


Рис. 4 Схема проведения обследования зоны №41 пос. Рабочее на предмет выявления ее емкости

Значения физических интенсивностей зоны №41 представлены в таблице 4, 5.

Таблица 4

Интенсивности транспортных потоков по «прибытию» зоны №41

Направление движения №	Физическая интенсивность движения (ед/ч)
14	1396
16	92
18	24
20	8
22	24
24	32
26	16
28	16
30	12
32	24
34	120
36	1076
итого	2840

Таблица 5

Интенсивности транспортных потоков по «отправлению» зоны №41

Направление движения №	Физическая интенсивность движения (ед/ч)
13	1092
15	48
17	20
19	4
21	32
23	24
25	12
27	8
29	8
31	20
33	164
35	1464
итого	2896

Суммарное значение интенсивности въезжающего в зону ТП составляет 2840ед./ч, а выезжающего из зоны ТП – 2896 ед./ч. Вероятно это происходит потому, что в данной зоне значительна доля таких объектов, как офисы и промышленные объекты (заводы и склады), соответственно, в вечерний час «пик» люди покидают данные места работы.

Пассажиروбмен остановочных пунктов зоны №41. Через ОП №12, №13, №14, №15, №16, №17, №18 проходят маршруты №4к и №64. Пассажируобмен на данных ОП: количество входящих пассажиров – 136 чел./ч, выходящих – 132чел./ч.

ОП №19, №20, №21, №22, №31 являются трамвайными. Пассажируобмен на ОП №19 , №21, №31 (данные ОП обследовались в утренний час «пик»): количество входящих пассажиров – 167 чел./ч, выходящих – 31чел./ч. Пассажируобмен на ОП №20 и №22 : количество входящих пассажиров – 22 чел./ч, выходящих – 119 чел./ч.

Через ОП №23, №24, №41, №42, №43, №44 проходит маршрут №4с. Пассажируобмен на данных ОП: количество входящих пассажиров – 46 чел./ч, выходящих – 45чел./ч.

Объем генерируемых корреспонденций зоны №42. На рисунке 5 указаны все обследуемые сечения и остановочные пункты зоны №42.

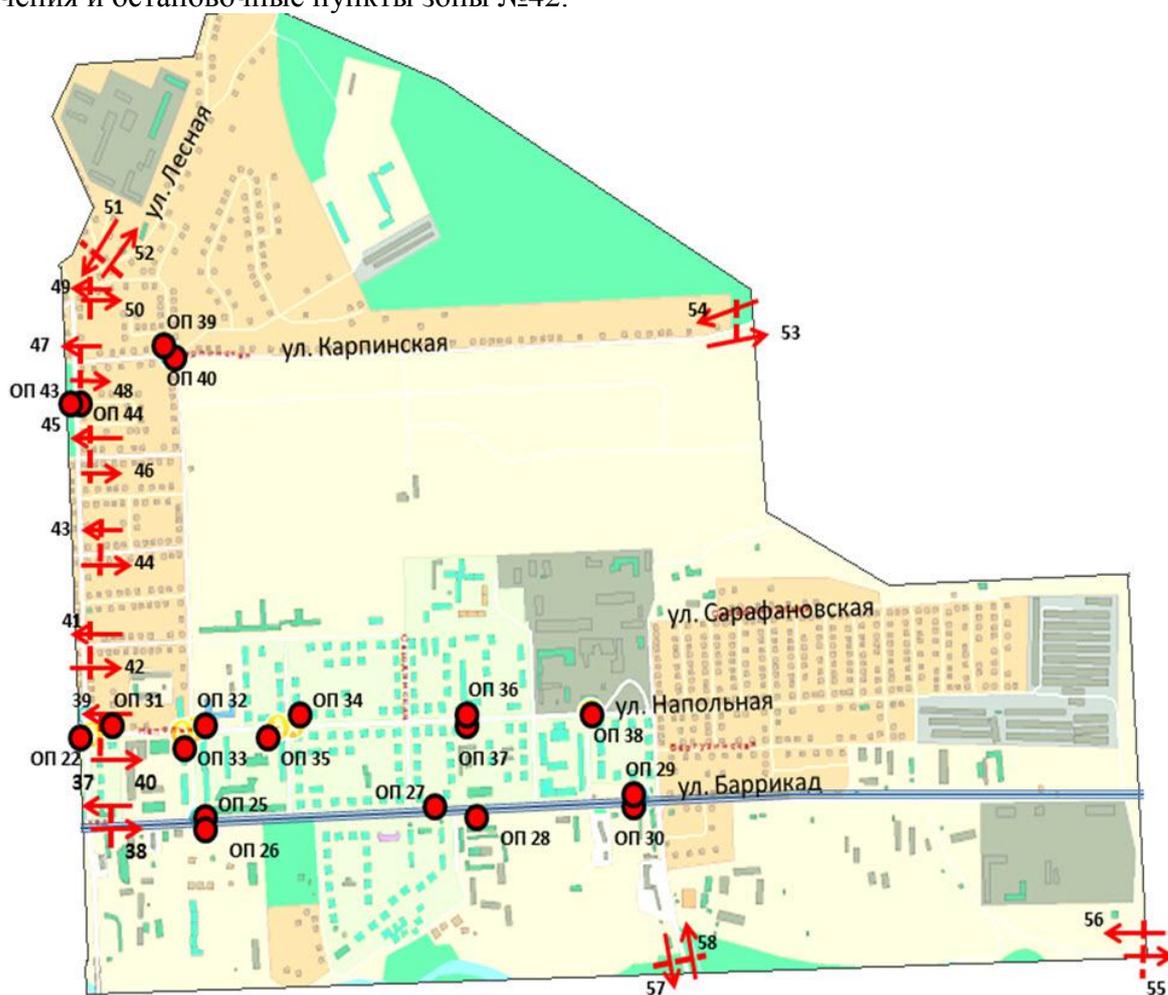


Рис. 5 Объем генерируемых корреспонденций зоны №42

7. Значения физических интенсивностей зоны №42 представлены в таблице 6 и таблице

Таблица 6

Интенсивности транспортных потоков по «прибытию» зоны №42

Направление движения №	Физическая интенсивность движения (ед/ч)
38	1180
40	192
42	24
44	12
46	16
48	168
50	4
52	4
54	108
56	48
58	960
ИТОГО	2716

Таблица 7

Интенсивности транспортных потоков по «отправлению» зоны №42

Направление движения №	Физическая интенсивность движения (ед/ч)
37	1044
39	184
41	16
43	8
45	8
47	96
49	4
51	4
53	148
55	28
57	920
итого	2460

Суммарное значение интенсивности въезжающего в зону транспортного потока составляет 2716ед./ч, а выезжающего из зоны транспортного потока – 2460ед./ч. Такая ситуация наблюдается по той причине, что в данной зоне расположена преимущественно жилая застройка.

Пассажиروобмен остановочных пунктов зоны №42 ОП №22, №31, №32, №33, №34, №35, №36, №37, №38 являются трамвайными. Пассажируообмен на ОП №31, №32, №34, №36 (данные ОП обследовались в утренний час «пик»): количество входящих пассажиров – 260 чел/ч, выходящих – 22чел./ч. Пассажируообмен ОП №22, №33, №35, №37, №38 (обследовались в вечерний час «пик»): количество входящих пассажиров – 90 чел./ч, выходящих – 403чел./ч.

Через ОП №25, №26, №27, №28, №29, №30 проходят маршруты №4к и №64. Через ОП №39, №40, №43, №44 проходит маршрут №4с. Пассажируообмен на данных ОП : количество входящих пассажиров – 154 чел./ч, выходящих – 217чел./ч.

Структура парка индивидуального транспорта и общественного транспорта по типам транспортных средств представлена на рисунках 6 и 7.

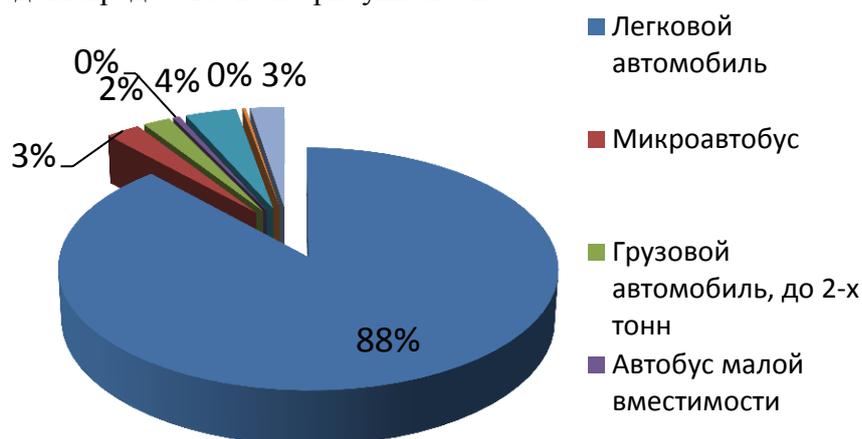


Рис. 6 Структура парка индивидуального транспорта по типам ТС

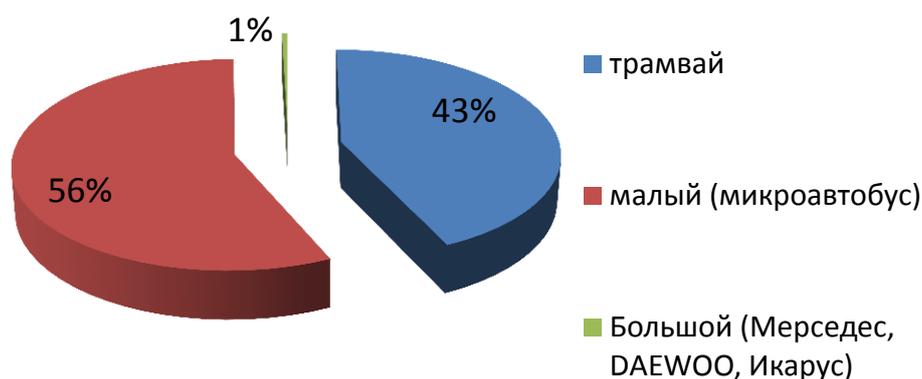


Рис. 7 Структура парка общественного транспорта по типам ТС

Рассмотренный подход к оценки емкости «пос. Рабочее» позволит, выявит удельный вес перевозок на индивидуальном и общественном транспорте, а также оценить качество перевозок пассажиров на общественном транспорте.

Список используемой литературы:

1. Гудков В. А., Миротин Л. Б., Вельможин А. В., Ширяев А. С. Пассажирские автомобильные перевозки : учебник для вузов / Под ред. Гудкова В. А. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 448 с.: ил.
2. Ефремов И. С., Кобозев В.М., Юдин В.А. – Теория городских пассажирских перевозок: Учеб.пособие для вузов. – М.:Высш. Школа, 1980. – 535 с. ил.
3. Завадский Ю.В. Решение задач автомобильного транспорта и дорожно-строительных машин с помощью регрессионно-корреляционного анализа. Учеб.пособ. М. – 1981.
4. Зедгенизова А.Н., Зедгенизов А.В., Левашев А.Г. Оценка объема генерации поездок к детским дошкольным учреждениям // Материалы VIII Международной научно - практической конференции «Дни науки - 2012». - Часть 90 - Технические науки: Прага. Издательский дом «Образование и наука» , 2012. – С. 22 – 27.
5. Зедгенизов А.В., Бурков Д.Г. Зедгенизова А.Н. Оценка объема генерации поездок к гаражным кооперативам индивидуального пользования // Материалы VIII Международной научно - практической конференции «Научное пространство Европы - 2012». - Часть 38 - Технические науки: Пшемьсль. Польша. Издательский дом «Образование и наука» 96 стр., 2012. – С. 3 – 7.
6. Зедгенизов А.В., Зедгенизова А.Н. Особенности сбора исходных данных при оценке числа припаркованных автомобилей возле жилых объектов. Вестник ИрГТУ, 2011.- № 12 (48). – С. 105-108. г. Иркутск.
7. Зедгенизов А.В., Зедгенизова А.Н. Оценка генерации поездок к жилым районам средней этажности. Известия КГАСУ, 2012. - №1(19). – С. 32-38. г. Казань.
8. Ильиных Ю.А., Макарова Е.С., Зедгенизов А.В. Анализ использования селитебной территории микрорайона «Рабочее» г. Иркутска. АВИАМАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ СИБИРИ : сб. статей ПВсероссийской научно-практической конференции, приуро-

ченной ко дню космонавтики (Иркутск, 11-13 апреля, 2012 г.). – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2012. – 312 с.

9. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов: Учебник для студентов вузов.— М.: Транспорт, 1990.—240 с.

10. Методические рекомендации по разработке схем зонирования территории городов МДС 30-1.99 Москва 1999.

УДК 518.5: 681.3

Творческая составляющая в самостоятельной работе учащихся при изучении инженерной графики

Студент гр. СОБ-12-5 Кочелаевский П.Д.

к.т.н., доцент Иванова М.А., к.т.н., доцент Клименкова С.Б.

Аннотация: на кафедре начертательной геометрии и технического черчения НИ Иркутского государственного технического университета проводится разработка методики и организация ряда имитационных методов обучения. Моделируя реальные производственные проблемы и ситуации, такие методы позволяют приблизить обучение к производству, формируя профессиональные компетенции, повышают активность студентов, воспитывают у них самостоятельность, коллективизм, ответственность за результат работы. *Ключевые слова: инженерная графика, пространственное мышление, графические работы, элемент творчества.* Библиогр. 2 назв.

Развитие пространственного мышления обучающихся необходимо для формирования и становления инженерной интуиции и конструкторских способностей будущих бакалавров и специалистов. Системное усвоение знаний студентами, стимуляция интереса при изучении дисциплины «Инженерная графика», их сознательная активность во время практических, а также при выполнении самостоятельных работ способствуют развитию у обучающихся геометрического мышления, творческого элемента, выработки необходимых графических навыков.

Смещение акцентов в обучении в соответствии с требованиями стандартов на самостоятельное изучение студентами целых разделов курсов графических дисциплин, обуславливает актуальность поиска новых форм и методов преподавания с целью сохранения эффективности учебного процесса. К таким инновационным методам следует отнести методы активного обучения и прежде всего имитационные.

Под самостоятельной работой студентов в практике преподавания понимается планируемая учебная, учебно-исследовательская, а также научно-исследовательская работа студентов, которая выполняется во внеаудиторное время по инициативе студента или по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов по дисциплине «Инженерная графика» является формирование профессиональной компетентности будущего бакалавра или специалиста. В процессе изучения дисциплины студент должен приобрести знания и умения, необходимые для дальнейшего профессионального становления. Благодаря этому обучающийся сможет использовать полученные фундаментальные общеинженерные знания, сочетая теорию и практику для решения инженерных задач; использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности; выполнять требования национальных и международных стандартов в области профессиональной деятельности; осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды; выполнять элементы проектов; использовать стандартные программные средства при проектировании.

Задачи самостоятельной работы студентов при изучении графических дисциплин, также способствуют развитию конструктивно-геометрического мышления, например:

- овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю специальности;
- формирование опыта собственной поисковой, творческой, научно-исследовательской деятельности.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

1. Подготовительный: включает определение целей, задач, составление программы (плана) с указанием видов работы, её сроков, результатов и форм контроля, подготовку методического обеспечения, согласование самостоятельной работы с преподавателем.

2. Основной этап состоит в реализации программы (плана) самостоятельной работы, использовании приемов поиска информации, усвоении, переработке, применении и передаче знаний, фиксации результатов работы. На основном этапе студент может получить консультации и рекомендации у преподавателя, руководящего его самостоятельной работой.

3. Заключительный этап - это анализ результатов и их систематизация, оценка продуктивности и эффективности проделанной работы, формулирование выводов о дальнейших направлениях обучения.

Первичную информацию, полученную на лекциях, студенты должны самостоятельно и подробно прорабатывать. Им следует найти рассмотренные темы в учебной литературе, прочитать, ответить на предлагаемые лектором вопросы; дополнить конспекты лекций; повторить решение рассмотренных примеров по изучаемой теме; решить типовые задачи – упражнения и выполнить тесты, предусмотренные курсом для самостоятельной работы.

Для закрепления вопросов теории по инженерной графике и приобретения навыков черчения, студентами выполняются графические контрольные работы. Некоторые из них выполняются только самостоятельно и требуют от учащихся творческих усилий. Другие могут выполняться в два этапа: решение задачи в тонких линиях, проводится ее проверка преподавателем, а затем дома студентом выполняются правки и работа окончательно оформляется. Такая необходимость возникает из-за нехватки времени при выполнении чертежей в аудитории. Для лучшего усвоения материала, заранее требуется вычерчивать заготовки изображений дома, а на занятиях выполнять задание вслед за преподавателем, поясняющим на доске приемы решения типовых задач. Такой способ приводит к улучшению усвоения материала, определению отличительных особенностей задач данного раздела курса. Такие графические контрольные работы имеют две оценки: за аудиторную и домашнюю части работы. При этом независимо от вида самостоятельной работы, критериями оценки конструктивно-геометрического мышления творческой самостоятельной работы могут считаться:

- 1) умение проводить анализ;
- 2) умение выделить главное (в том числе, умение ранжировать проблемы);
- 3) самостоятельность в поиске, т.е. способность обобщать материал не только из лекций, но и из разных прочитанных и изученных источников и из жизни;
- 4) умение использовать свои собственные примеры и наблюдения;
- 5) заинтересованность в предмете;
- 6) умение применять свои знания для ответа на вопросы.

Опыт преподавания инженерной графики показывает, что обеспечить интерес к дисциплине можно за счет следующих принципов: разнообразия применяемых методов, наглядности обучения, доступности материала путем перехода от простого к более сложному, от известного к неизвестному при установлении связи нового со старым, известным, путем расчленения сложного на более простые элементы.

Примером расчленения учебного материала в изучении дисциплины инженерная графика служат структурно и методически согласованные разделы «Начертательная геометрия», «Инженерная графика» и «Компьютерная графика». Прием изучения вопроса о нанесении размеров: в начале курса изучают, *как* наносить размеры, далее – *какие* наносить раз-

меры, и в заключении рассматривается возможность разделения размеров по слоям и технологическим схемам.

При изучении темы «Поверхности» следует учитывать специализацию студентов и изучать различные виды поверхностей сложного образования, такие как поверхности одинакового ската. Для строительных специальностей, например, нужны косые плоскости, цилиндриды (образование откосов набережных, сводов и др.).

Существенным недостатком в области применения методов преподавания является *недооценка теории* в разделах курса «Инженерная и компьютерная графика». Многолетний опыт преподавания показывает, что считать данный курс исключительно практическим предметом неверно, необходимо системно излагать теоретический материал курса, сообщать учащимся методику решения разнообразных задач данного раздела, обосновывать принятые условия при изображении тех или иных деталей машин.

В настоящее время среди специалистов существует мнение, что не следует вычерчивать на доске геометрическое построение, комплексный чертеж или аксонометрию детали, сопровождая это краткими пояснениями, с тем, чтобы студенты зарисовывали то же самое в тетрадях и использовали в качестве материала для выполнения чертежа. Данный метод исключает творческую деятельность учащихся, не способствует развитию геометрического мышления, и в лучшем случае служит для совершенствования техники черчения, не развивая пространственного представления.

Важно учитывать конструктивно-геометрический элемент при выполнении обучающимися самостоятельных индивидуальных заданий. Самым главным требованием к составляемым сотрудниками кафедры заданиям является придание им такого вида и характера, которые потребуют при выполнении творческих усилий учащихся, а именно: исключают возможность копирования размещения изображений на чертеже или простановку размеров, а также выбор главного вида и количества достаточных изображений. Возможно применение смешанных вариантов заданий. Например, в курсе «Начертательная геометрия» построение поверхностей вращения со сквозным окном заключается не только в изображении конуса или цилиндра, а применяется составное геометрическое тело со сквозным отверстием и (или) секущей плоскостью, или поверхность с двумя отверстиями – горизонтальным и вертикальным. В курсе «Инженерная графика», например, диаметры резьбы болта или шпильки при конструктивном расчете заданы так, чтобы студент самостоятельно смог использовать масштаб или условный разрыв стержня и поупражняться в применении стандартов и соблюдении требований компоновки изображений, выбора формата.

При организации самостоятельной работы студентов по курсу инженерной графики преподаватели создают условия, при которых учебный материал воспринимался бы легко, способствуя последовательному развитию пространственного мышления. Не следует, например, заставлять учащихся, только что приступивших к изучению курса, осваивать все типы линий, имеющиеся в стандарте. Так как линии разрезов, сечений, линии контуров наложенных проекций, линии очертания габаритов и др. будут ими усвоены более легко, сознательно и с меньшей затратой времени в соответствующем разделе курса (при изучении разрезов, сборочных чертежей и т.д.).

По нашему мнению, хорошее качество учебных графических работ не может быть достигнуто при установлении жестких требований к учащимся, начиная с их первой самостоятельной работы. Особое внимание уделяется модели, т.е. анализу условий задачи и выбору алгоритма ее решения. Обучение ведется на основе теории поэтапного формирования умственной деятельности, учащимся предлагаются задачи по возрастающей степени сложности. При приеме первых работ проявляется достаточная строгость, но в пределах разумной требовательности. Более высокий уровень пространственной мыслительной деятельности достигается при решении творческих задач, с вариативным решением или с неполны-

ми исходными данными. Учебная игра позволяет воспитать у студентов самостоятельность и ответственность за результаты своей работы.

При изучении дисциплины имеются большие возможности для воспитания у студентов точности, аккуратности, терпения, привычки доводить дело до конца. Четкости и аккуратности требует неукоснительное соблюдение правил и норм, установленных стандартом на чертежи. Учащиеся привыкают к тому, что в изучении курса нет мелочей: за каждой линией, за каждым знаком скрываются существенные положения, без учета которых не могут быть изготовлены те или иные изделия.

Процесс обучения выполнению чертежей достаточно сложный и длительный. Он заключается в усвоении учащимися знаний путем запоминания, в приобретении и закреплении ими умений и навыков. Особенно длительным процессом является закрепление навыков. Для того чтобы освоить, например, приемы написания букв и цифр стандартного шрифта, требуется несколько часов, а для того, чтобы научиться быстро и без особых усилий (автоматически) выполнять надписи таким шрифтом, требуется длительная тренировка.

Система проверки качества знаний обучающихся является одной из составляющих, при изучении разделов начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики, поэтому в составе каждого раздела курса обязательно наличие электронного теста. Тестовый контроль, осуществляемый преподавателем в сочетании с другими формами контроля и самоконтролем, дает возможность каждому студенту адекватно воспринимать результаты обучения и принимать меры к устранению обнаруженных недостатков. Кроме того, много времени при беседе преподавателя со студентом занимает выяснение понимания теоретических основ дисциплины. Таким образом, проверка знания основ предмета позволяет сосредоточиться на конкретных вопросах при проведении консультации со студентом [1].

Один и тот же вариант теста можно использовать для самоконтроля студентов, промежуточного контроля и для простановки итоговой отметки.

Так как самостоятельное тестирование знаний студентами подразумевает наличие комментариев к вопросам, ссылки на чертежи, стандарты и дополнительную литературу, программой предусмотрен ввод дополнительной информации к вопросам. При таком варианте тестирования в настройках не выставляется время прохождения теста и исключается необходимость результирующей отметки.

При организации самостоятельной работы учащихся над контрольной графической работой большое внимание на кафедре уделяется вопросу творчества в планировании этапов выполнения чертежа. Практика показывает, что во многих случаях учащиеся не укладываются в сроки сдачи работ, потому что на оформление – нанесение размеров и выполнение надписей – ими планируется и отводится недостаточно времени. Именно эта часть работы очень трудоемка и во многих случаях требует больше времени, чем построение самих изображений.

Уделяя достаточно времени на самостоятельное изучение дополнительных разделов курса, проработку пропущенных тем, правил оформления чертежей и доработку графических работ, студент улучшает усвоение материала, закрепляет навыки, повышает активность, воспитывает самостоятельность и ответственность за результат работы.

В результате творческой домашней работы, на практических занятиях с преподавателем обучающиеся узнают новые способы и методы построения чертежей, с пониманием принимают разнообразие предлагаемых задач, легче строят графические модели, развивают конструктивно-геометрическое мышление.

На своевременную сдачу чертежей, по наблюдениям преподавателей кафедры, также влияет организация выдачи заданий преподавателем, учет сдачи чертежей в установленные сроки. Немаловажным фактором в усвоении дисциплины являются системные, еженедельные занятия. Защита графических работ может быть заменена выполнением тестов по каждой теме.

Разработанные на кафедре «Начертательной геометрии и технического черчения» НИ ИрГТУ методические и учебные карты позволяют контролировать усвоение теоретических вопросов курса, решая задачи I-ой и II-ой степени сложности, а также творческие усилия, проявляемые студентом при решении задач III-ей степени сложности.

При желании обучающиеся имеют возможность улучшить промежуточную или итоговую оценку, выполнив требования более высокой степени сложности – II (оценка хорошо) или III (оценка отлично), а так же посещая занятия в группах по подготовке к олимпиаде. Данное нововведение и возможность самостоятельного выбора способствует не только осознанию собственных сил и возможностей, но и ответственности при выборе сложного этапа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Иванова М.А., Клименкова С.Б. Применение программного обеспечения для тестирования знаний студентов в процессе изучения «Инженерной графики» // Новые образовательные и информационные технологии в подготовке специалистов: сб. тр. участников XV Всерос. научно-практической конф. с международным участием «Актуальные проблемы современной науки и образования» (Уфа, февраль 2010 г.). – Уфа: РИЦ БашГУ. – 2010. – т. IX: С.253-256.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЁХМЕРНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Белокрылова О. В., Климова Л.Г.,
Фоменко К.С. студент группы ЭТб-11-2

Аннотация. Приводится описание применения трехмерного компьютерного моделирования при изучении инженерной графики. Примеры создания трехмерных моделей деталей и создания сборочных единиц.

Библиогр. 3 назв., Рис.3

Ключевые слова: компьютерное моделирование, инженерная графика, AutoCAD

Проблема совершенствования системы высшего образования с целью повышения качества подготовки специалистов и приближения уровня их профессиональной подготовки к международным требованиям является одной из самых актуальных.

Информационно технологии придают качественно новые возможности обучению, с развитием компьютерных средств образования, изменяется и методика преподавания: появляются новые возможности, новые подходы – обучение становится более наглядным и современным. Методы применения ИТ в обучении безграничны и с развитием компьютерных технологий их становится все больше. Приведем примеры применения некоторых программных ресурсов в обучении инженерной графике и формировании самостоятельной деятельности студентов .

Трёхмерная графика активно применяется для создания изображений на плоскости экрана или листа печатной продукции в науке и промышленности, например в системах автоматизации проектных работ (САПР; для создания твердотельных элементов: зданий, деталей машин, механизмов)

Решение задач по созданию новой техники, разработке современных наукоемких технологий, организации производства и эксплуатации современных объектов требует высокого уровня профессионализма современного инженера.

Качество графической подготовки специалиста оценивается умением воплотить техническую идею в графических образах (чертежах), ведь графическая деятельность неотделима от проектной работы конструкторов на всех ее этапах.

В учебный процесс технических ВУЗов происходит внедрение новых эффективных компьютерных технологий трехмерного моделирования при изучении курса инженерной графики, требующих осмысления сложившихся традиций, т. е. внедрение элементов ассоциативного проектирования упрощенных конструкций без расчетов, по аналогии с реальными изделиями.

Компьютерные технологии и трехмерная графика развивает пространственное воображение, а умение фиксировать в чертежах конструктивное воплощение идеи способствуют развитию технического творчества.

Трёхмерное моделирование является наиболее наглядным, точным и полным источником информации об объекте, с использованием которой может быть сформирована и оформлена, при необходимости, конструкторская документация на электронных или бумажных носителях (рис. 1).

Развитие информационных технологий постоянно выдвигают новые требования к современному инженеру-конструктору. Информационные технологии кардинально изменили принципы конструирования буквально за последнее десятилетие: процесс разработки изделий стал более интенсивным; значительно увеличилась их надежность и точность. Кон-

структурная деятельность стала более привлекательной для молодежи. Автоматизированное проектирование выделилось в отдельную отрасль, в результате чего сфера конструирования благодаря высоким технологиям стала более эффективной.

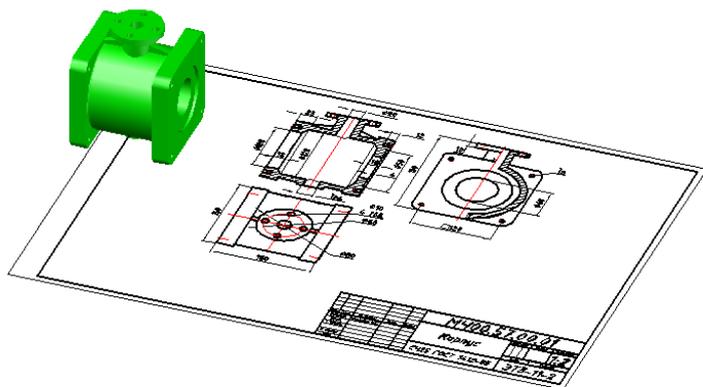


Рис.1

Внедрение в учебный процесс курса инженерной графики заданий по выполнению чертежей с использованием элементов конструирования обладают рядом преимуществ перед традиционным — это лучшее визуальное представление проектируемых изделий, более высокая точность проектирования особо сложных пространственных объектов, а также неограниченные возможности и легкость в редактировании трехмерной модели в процессе проектирования и на любом этапе. Установленная ассоциативная связь: моделью изделия — чертеж — документация на изделие, в образовании позволяет на любом этапе корректировать выполняемое задание. При внесении изменения в 3D-модель, оно автоматически отображается в остальных документах, связанных с этой моделью — например, чертеже и спецификации. В связи с этим достигается значительная экономия времени на проектирование.

Чтобы экспериментально-исследовательскую деятельность студентов сделать более привлекательной и эффективной необходимо использование в учебном процессе технических средств обучения основанных на современных информационных технологиях. Стоит отметить, что компьютерное моделирование является производительным инструментом для организации, которое создает на экране монитора картину учебных явлений и опытов, и способствует усовершенствованию учебно-воспитательного процесса [1].

Использование студентами компьютерных средств повышает их интерес к материалу, формирует и углубляет теоретические знания, а так же способствует более результативному учебному процессу и делает его более технологичным. Реализация знаний по созданию трехмерных объемных моделей сложной формы при выполнении учебных заданий, последовательность, наглядность, доступность и дифференциация, раскроются в последующих исследованиях в учебном процессе [1] и дальнейшей творческой деятельности.

Владение студентами средствами компьютерной графики, заложенные им конструкторских навыков, обязательно с элементами конструирования — необходимое условие для успешного изучения специальных дисциплин, формированию творческого мышления. Что предусмотрено концепцией высшего образования, которое выходит из общей концепции профессионального образования способствующего углублению фундаментальных знаний.

Для получения трёхмерного изображения на плоскости требуются следующие шаги:

- Моделирование — создание трёхмерной математической модели сцены и объектов в ней;
- Текстурирование — назначение поверхностям моделей растровых или процедурных текстур (подразумевает также настройку свойств материалов — прозрачность, отражения, шероховатость и пр.);
- Освещение — установка и настройка источников света;
- Анимация (в некоторых случаях) — придание движения объектам;

- Динамическая симуляция (в некоторых случаях) — автоматический расчёт взаимодействия частиц, твёрдых/мягких тел и пр. с моделируемыми силами гравитации, ветра, выталкивания и др., а также друг с другом;
- Рендеринг (визуализация) — построение проекции в соответствии с выбранной физической моделью;
- Вывод полученного изображения на устройство вывода — дисплей или принтер.

Конечно, в учебном процессе не всегда используются все шаги построения. Создание трехмерных моделей упрощено, они не рассматриваются во взаимодействии с окружающей средой. Но все же навык, полученный при создании таких объектов весьма положителен. При создании моделей студенты максимально используют уже ранее выполненные двумерные проекции отдельных деталей, составляющих сборочную единицу. Использование двумерных изображений в большинстве случаев облегчает создание трехмерных моделей. Можно создавать сложные модели, разделяя их на отдельные элементы и создавать трехмерные фрагменты детали с помощью команд моделирования: -выдавить или вращать.

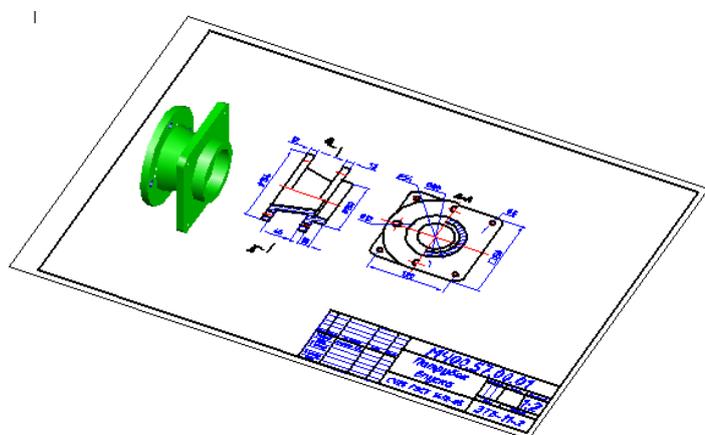


Рис.2

Помимо создания трехмерных моделей отдельных деталей студентами выполнялись модели сборочных единиц. Несложные варианты сборок могут быть выполнены одним студентом, например как на рис.3. Более сложные задания выполняются группой студентов.

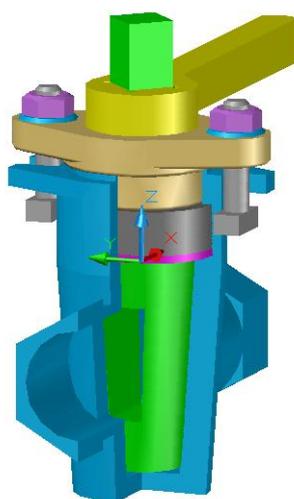


Рис.3

Например, для создания модели патрубка впуска использовали изображение вида спереди, после объединения в единый контур всех линий, составляющих изображение была применена команда вращения вокруг заданной оси на угол 360 градусов. Затем, использовался вид слева для создания квадратного фланца. Оба созданных фрагмента детали были соединены в одно. Выполнены отверстия с помощью команд создания цилиндра и применения кругового массива. Для создания отверстий применялись команды редактирования тел, в частности- команда вычитание одного тела из другого

Как правило, в любом изделии машиностроительной отрасли существует один базовый компонент (например, основание), к которому крепятся все остальные узлы и детали, причем каждый подузел имеет свой базовый компонент. Иными словами, любое изделие имеет некую иерархическую структуру, где можно отчетливо видеть взаимосвязь отдельных компонентов и проследить последовательность сборки. Процесс моделирования сборочных единиц в AutoCAD максимально приближен к реальному процессу конструирования и состоит из следующих этапов:

Каждый участник группы создает модель одной или двух деталей, потом все копируется в один файл и каждая деталь ставится на своё место. Создание нескольких моделей деталей – это только подготовительный этап для создания сборочной единицы. При проектировании нескольких моделей в одном файле присваивает каждой новой модели порядковый номер и не более того. Чтобы начать сборку, в первую очередь необходимо определить компоненты, дав осмысленные названия каждой модели и со-

здав своеобразный перечень деталей.

Очень часто в процессе конструирования становится целесообразным и даже предпочтительным моделирование каждой детали в отдельном файле, поскольку это облегчает создание рабочих чертежей и модификацию моделей. Для включения подобных моделей в сборочные единицы рекомендуется использовать внешние ссылки. Если есть возможность, то стандартные крепежные детали берут из библиотеки. Если нет такой возможности, то создается типовое крепежное изделие, которое легко редактируется под нужные размеры.

Определение компонентов сборочной единицы задает лишь описание доступных для использования деталей, а с тем, чтобы начать сборочный процесс, все компоненты необходимо явно ввести в использование (“материализовать”). Иными словами, проводя аналогию с рабочим-сборщиком, нужно выложить на “верстак” все доступные компоненты, требуемые для сборки. Эта процедура подобна вставке блоков в AutoCAD. В реальном изделии одна и та же деталь может использоваться несколько раз в различных комбинациях.

При внедрении компонентов в сборочное пространство, следует соблюдать определенную последовательность предполагаемой сборки, вводя сначала базовые, а затем “присоединяемые” к ним компоненты, причем относительное расположение и ориентация вводимых компонентов не играет роли, поскольку дальнейшее введение параметрических связей позволяет собирать их в автоматическом режиме.

В реальных конструкциях отдельные детали всегда взаимосвязаны, как правило, парно (например, вал–втулка, корпус–крышка), при этом такие взаимные связи всегда ограничивают количество степеней свободы каждой детали, вводимой в сборку.

Библиографический список

1. Потемкин А.В. Трехмерное твердотельное моделирование. — М.: КомпьютерПресс, 2002. — 296 с.
2. Чекмарев А.. Средства визуального проектирования. ВHV-СПб, 2001.-400 с.
3. http://www.grandsoft.ru/3d_modelirovanie_v_programmah

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ МАЛОЖЕСТКИХ ВАЛОВ

В результате создания материалов с высокими прочностными и специальными свойствами в современном машиностроении наметилась тенденция снижения металлоемкости продукции. Вследствие этого сформировался большой класс нежестких деталей широкой номенклатуры: валы, оси, ходовые винты, шпиндели станков, тонкостенные цилиндры, втулки, кольца, турбинные лопатки и т.д. Как правило, эти детали ответственного назначения. Поэтому, исходя из обеспечения максимальной надежности и долговечности, к ним предъявляются высокие требования к точности и состоянию поверхностного слоя. Достижение заданной точности нежестких деталей сопряжено со значительными трудностями из-за возникновения технологических упругих и остаточных деформаций.

Остаточные деформации возникают в результате нарушения равновесия напряженного состояния детали в процессе ее обработки. Величина остаточных деформаций во многом определяется характером распределения остаточных напряжений в поперечном сечении детали.

Для определения остаточных напряжений в заготовках валов использовали механический способ растачивания и обтачивания цилиндрических образцов, разработанный Заксом [1] и модифицированный Л.А. Гликманом и А.Н. Бабаевым [2]. После удаления очередного концентрического слоя измеряли радиальные и осевые деформации цилиндра, по которым рассчитывали компоненты тензора остаточных напряжений:

$$\begin{aligned}\sigma_z^o &= \frac{E}{1-\nu^2} \left[(A_n - A) \frac{d(\varepsilon_z + \nu\varepsilon_\phi)}{dA} - (\varepsilon_z + \nu\varepsilon_\phi) \right]; \\ \sigma_\phi^o &= \frac{E}{1-\nu^2} \left[(A_n - A) \frac{d(\varepsilon_\phi + \nu\varepsilon_z)}{dA} - \frac{A_n + A}{2A} (\varepsilon_\phi + \nu\varepsilon_z) \right]; \\ \sigma_r^o &= \frac{E}{1-\nu^2} \frac{A_n - A}{2A} (\varepsilon_\phi + \nu\varepsilon_z),\end{aligned}\quad (1)$$

где $\sigma_z^o, \sigma_\phi^o, \sigma_r^o$ - соответственно осевые, тангенциальные и радиальные остаточные напряжения; E - модуль упругости первого рода; A_n - площадь, соответствующая наружному диаметру цилиндра; A - переменная площадь, соответствующая радиусу рассматриваемого слоя; $\varepsilon_z, \varepsilon_\phi$ - относительное изменение длины и наружного диаметра при растачивании цилиндра.

Остаточные напряжения в периферийных слоях цилиндрического прутка определяли по изменению осевых и тангенциальных деформаций на внутренней поверхности цилиндра при последовательном удалении наружных концентрических слоев металла.

Правильность расчета остаточных напряжений проверяли, используя интегральные условия равновесия:

$$\int_0^A \sigma_z^o \cdot dA = 0; \quad \int_0^{r_n} \sigma_\phi^o \cdot dr = 0. \quad (2) \quad (2)$$

Так как предварительное растачивание нарушает равновесие остаточных напряжений, то по методике Г. Закса были определены специальные поправки на остаточные напряжения, снятые в наружных слоях предварительной расточкой [3].

Механическая обработка образцов может непосредственно влиять на нагрев металла и на изменение остаточных напряжений. Поэтому были определены условия резания, обеспечивающие минимальное искажение напряженного состояния образцов. Эффективность режимов резания проверяли на отожженных образцах, не имеющих остаточных напряжений. Изменения размеров цилиндра, возникающие при удалении концентрических слоев, измеряли с точностью ± 1 мкм. По зависимости «деформация - толщина удаленного слоя», и рассчитывали компоненты тензора остаточных напряжений.

На основании статистической обработки результатов эксперимента [4,5] определено необходимое количество удаляемых слоев для построения деформационных кривых и установлено оптимальное число замеров цилиндра после удаления очередного слоя металла. Опыты проведены, в основном, на цилиндрических образцах из стали 35 диаметром 30 мм. Начальный диаметр образцов рассчитывали для обеспечения необходимой степени относительного обжатия при использовании одной матрицы. После изготовления образцов их отжигали в защитной среде для снятия остаточных напряжений. Охватывающее деформирование выполняли при использовании твердосплавных матриц (ВК8) на гидравлической испытательной машине «Amsler».

С помощью экспериментальных исследований были определены остаточные напряжения после больших пластических деформаций заготовок, после операции правки поперечным изгибом, после совмещения технологических операций.

В табл. 1. представлены максимальные значения осевых σ_z^o и тангенциальных σ_ϕ^o остаточных напряжений, а также глубина залегания (Δ) остаточных напряжений сжатия в поверхностных слоях.

Таблица 1

Влияние степени относительного обжатия на максимальные значения остаточных напряжений в поверхностных слоях заготовки и глубину их залегания

Опыт	Q, %	$\sigma_{\phi \max}^o$, МПа	Δ_{ϕ}^{\max} , мм	$\sigma_{z \max}^o$, МПа	Δ_z^{\max} , мм
1	0,10	-52	12	-160	5
2	0,15	-65	10	-220	5
3	0,30	-102	9	-230	5
4	0,50	-85	6	-240	5
5	0,80	-60	10	-80	3
6	1,00	+5	11	+20	5
7	2,00	+140	8	+360	5
8	3,00	+130	3	+400	5
9	5,00	+120	2	+440	5

Все образцы подвергали изгибу на винтовом прессе. Для опыта использовали приспособление с призмами, расстояние между которыми составило 250 мм. Нагрузку, величиной 2, 4 и 6 кН поочередно прикладывали к середине образца и фиксировали динамомет-

ром. После разгрузки измеряли остаточный прогиб образцов с помощью индикаторной головки.

Одним из важных параметров, характеризующих стабильность формы деталей в процессе эксплуатации, может служить их сопротивление деформациям от действия внешних нагрузок. Чем больше нагрузка, которая требуется для изменения формы детали, тем она стабильнее при обработке и эксплуатации.

На рис. 1 показана зависимость остаточных прогибов $f_{ост}$ образцов после охватывающего деформирования от степени относительного обжатия Q . Сверхмалая степень относительного обжатия (в пределах от 0,1 до 0,5 %) практически не влияет на изменение начальной жесткости изделия. Это можно объяснить тем, что при таких обжатиях деформируются в основном микронеровности поверхностного слоя и изменение механических характеристик происходит только на микроуровне, т. е. на уровне отдельных зерен.

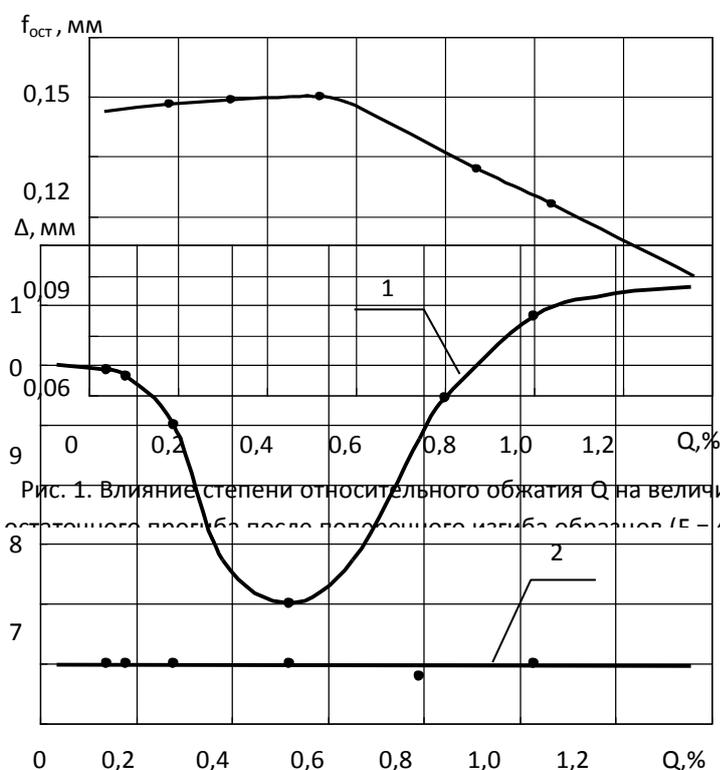


Рис. 1. Влияние степени относительного обжатия Q на величину остаточного прогиба после охватывающего изгиба образцов ($E = 1 \text{ МПа}$)

Рис. 2. Влияние степени относительного обжатия Q на глубину

залегания остаточных напряжений сжатия в периферийных слоях

При увеличении относительного обжатия от 0,5 до 1,2 % выявлено снижение остаточного прогиба (см. рис. 1). В интервале указанных степеней относительного обжатия установлено снижение остаточных напряжений сжатия в поверхностных слоях (см. рис. 2). Из полученных результатов следует, что для повышения жесткости стержневых изделий необходимо снижать остаточные напряжения сжатия. Для окончательного утверждения этого предположения были обработаны результаты теоретических и экспериментальных данных и установлено влияние степени относительного обжатия на глубину залегания остаточных напряжений сжатия (Δ):

$$\Delta\varphi = r - r_\varphi;$$

$$\Delta z = r - r_z,$$

где r - радиус образца, r_φ, r_z - значения радиуса образца, при котором растягивающие тангенциальные и осевые остаточные напряжения переходят в сжимающие.

Результаты расчета, представленные на рис. 2, выявили неоднозначную зависимость Δ от Q . Так, при увеличении обжатия от 0,1 до 0,5 % глубина слоя с тангенциальными остаточными напряжениями сжатия падает, а при увеличении обжатия с 0,6 до 1,2 % - растет (см. рис. 2).

Влияние степени относительного обжатия на изменение глубины распространения осевых остаточных напряжений отмечено не было (см. рис. 2). Таким образом, жесткость упрочненных изделий может быть повышена за счет увеличения глубины залегания тангенциальных остаточных напряжений сжатия. Аналогичный вывод сделан и в работе [6] при исследовании локальных методов упрочнения.

На рис. 3 представлена зависимость остаточного прогиба $f_{ост}$ от усилий поперечной правки. Опыты выполнены при степени относительного обжатия в пределах от 0,1 до 1,0 %. Подтверждена известная в теории и практике зависимость остаточного прогиба от величины поперечной нагрузки - с увеличением силы F прогиб балки $f_{ост}$ возрастает. Не зависимо от степени относительного обжатия в данном интервале, эта закономерность получена линейной. На исследуемом интервале нагрузки F установлено, что при малых значениях Q в пределах от 0,1 до 0,5 % жесткость упрочненной заготовки практически не изменяется. Обжатие в пределах от 0,6 до 1,0 % оказывает положительное влияние на увеличение изгибной жесткости цилиндрических изделий типа валов. Причем наибольшее сопротивление изгибу оказали образцы, упрочненные обжатием около 1 %, при котором остаточные напряжения на поверхности близки к нулю, а глубина их действия имеет наибольшие значения по сравнению с другими опытами. Так, остаточные деформации образцов, упрочненных охватывающим деформированием с обжатием 1 % и нагружение поперечной силой 6 кН, оказались в 5 раз меньше, чем деформации при изгибе образцов без упрочнения.

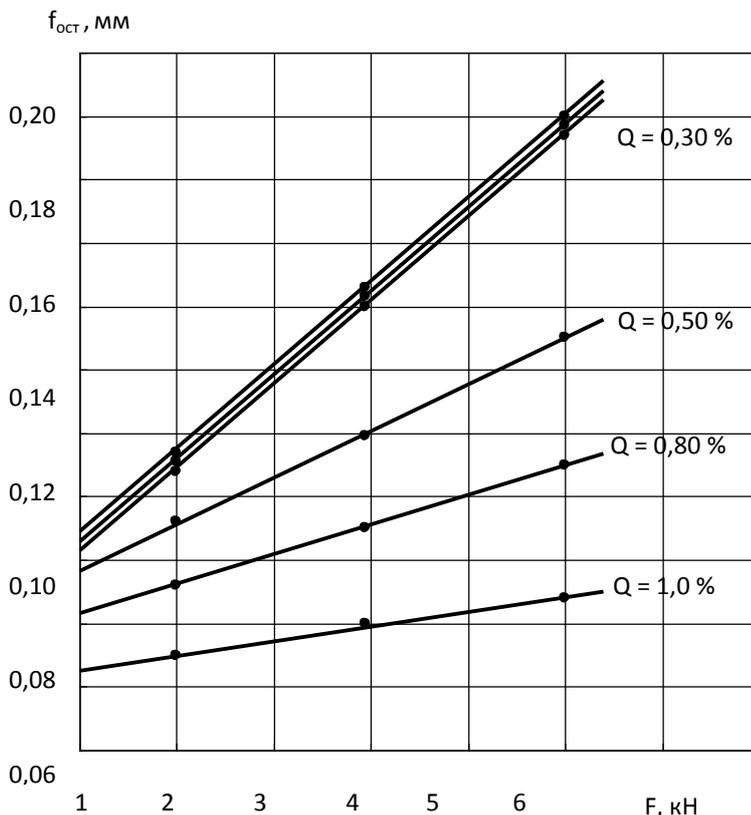


Рис. 3. Зависимость остаточного прогиба $f_{ост}$ от усилий F

Из полученных зависимостей следует, что с увеличением глубины залегания тангенциальных остаточных напряжений сжатия сопротивление деталей изгибу существенно возрастает. Поэтому детали, упрочненные при более интенсивных режимах ($Q = 0,5 - 1 \%$), труднее поддаются холодной правке, но их форма более устойчива.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бернштейн Г.Ш., Луковникова Г.Н. Исследование влияния поверхностного упрочнения и холодных правок на прочностные и точностные характеристики деталей. // Новые способы упрочняющее-отделочной обработки наружных и внутренних поверхностей деталей поверхностной пластической деформацией: труды НИИТРАКТОРОСЕЛЬХОЗМАШ. М., 1973. 166 с.
2. Гликман Л.А., Бабаев А.Н., Левин В.М. О рациональном использовании способа Гейна и Бауэра для определения остаточных напряжений в цилиндрах // Зав. лаб. 1976. №5. С. 94-103.
3. Зайдес С.А. Остаточные напряжения и качество калиброванного металла. Иркутск: ИргТУ, 1992. 200 с.
4. Закс Г. Практическое металловедение. М.; Л.: ОНТИ НКТП, 1938. 244 с.
5. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов экспериментов. Справочное руководство. М.: Наука, 1971. 192 с.
6. Уорсинг А., Геффнер Д. Методы обработки экспериментальных данных. Пер. с англ. М.: Изд-во иностранной литературы, 1953. 347 с.

УДК 518.5: 681.3

Применение методов инженерной графики при подготовке бакалавров по направлению «Техносферная безопасность»

Студент гр. ТБ-12 Сергеенко Д.

к.т.н., доцент Клименкова С.Б., к.т.н., доцент Иванова М.А.

E-mail: rita-iva@yandex.ru

Аннотация: Сотрудники кафедры Начертательной геометрии и технического черчения ИрГТУ планируют создать учебное пособие "Инженерная составляющая экологического образования в России", в котором будут даны основы инженерного проектирования природоохранных сооружений, этапы проектирования и внедрения в жизнь, серийное производство и создание уникального оборудования в области охраны окружающей среды и техносферной безопасности. *Ключевые слова: инженерная графика, пространственное мышление, графические работы, техносферная безопасность, элемент творчества.* Библиогр. 2 назв.

Сотрудники кафедры Начертательной геометрии и технического черчения ИрГТУ проводят сбор материала для написания учебного пособия "Инженерная составляющая экологического образования в России".

В пособии будет произведён сравнительный анализ двух образовательных систем – европейской и российской в части инженерной подготовки специалистов.

Авторам представляется интересным проследить временной отрезок, затрачиваемый в Европе и России от зарождения инженерной мысли до её воплощения в производстве.

Для подготовительной работы преподаватели кафедры совместно с сотрудниками выпускающей кафедры института Недропользования обсуждают основные направления будущей профессиональной деятельности выпускников, определяют требования современных государственных стандартов к инженерным составляющим будущих специальностей на производстве.

Для студентов первых курсов важно иметь мотивацию к получению полноценного, качественного образования и видеть взаимосвязь между материалом, который даётся на первом курсе и их будущей специальностью. Практика показывает, что у многих студентов есть страх перед точными дисциплинами, в частности, перед черчением. Если студент не видит связи между преподаваемой ему дисциплиной и его специальностью, он не понимает, для чего ему этот предмет нужен, у него нет мотивации и желания учиться, нет интереса и к будущей профессии.

Через пособие авторы планируют эту связь показать, чтобы студент явно понимал, что дисциплина, изучаемая на 1 курсе, - кирпичик в построении его целостной системы образования как будущего эколога или специалиста по промышленной безопасности.

Загрязнение окружающей среды связано с антропогенным воздействием предприятий добывающей, перерабатывающей промышленности и работающих в сфере оказания услуг. Профессиональная деятельность выпускника предполагает составление необходимого комплекта документов для осуществления природоохранных мероприятий, проведения экологических экспертиз, аудита, мониторинга воздействия хозяйственной деятельности. Например, по выполнению проектных документов планируемых или действующих производств (ТЭО и ОВОС), аналитических исследований, отчетных документов о загрязнениях, расчеты рисков для здоровья, услуг логистики или переработки отходов. В целом любое направление природоохранных мероприятий связано с аппаратным оформлением, а также с умением анализировать ситуацию и прогнозировать возможные последствия от загрязнения окружающей среды конкретным хозяйствующим субъектом. Знание устройства процес-

сов и аппаратов очистки, умение увязать их в технологические схемы производственного процесса или составить локальную систему сооружений очистки зависит от приобретенных навыков по основным вопросам дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика».

Проведение полевых работ и изучение геодезии предполагает умение читать и выполнять инженерно-геодезические чертежи, чему студент обучается в разделе «Начертательной геометрии».

Геоинформационные экологические технологии (ГИС) и управление информацией через глобальные сети, использование пакетов прикладных программ предполагают изучение основ «Компьютерной графики».

Курс инженерной и компьютерной графики занимает важное место в структурно-логической схеме обучения будущего бакалавра по направлению «Техносферная безопасность». Изучение этой дисциплины способствует развитию пространственного воображения и навыков правильного логического мышления, совершенствует способность по плоскому изображению мысленно создавать представления о форме предмета. Изображение дает возможность наглядно и достоверно отобразить не только существующие предметы, но возникающие в сознании образы проектируемого объекта.

Для изучения дисциплины, необходимо освоение содержания дисциплин в объеме средней школы - геометрия, стереометрия, черчение и в объеме ВУЗа – информатика и информационные технологии. Изучение «Начертательной геометрии. Инженерной и компьютерной графики» необходимо для дисциплин профессионального цикла технического направления.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- владеть культурой мышления, быть способным к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- владеть методами экологического проектирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике (ПК-11).

Опыт преподавания инженерной графики показывает, что обеспечить интерес к дисциплине можно за счет следующих принципов: разнообразия применяемых методов, наглядности обучения, доступности материала путем перехода от простого к более сложному, от известного к неизвестному при установлении связи нового со старым, известным, путем расчленения сложного на более простые элементы.

Примером расчленения учебного материала в изучении дисциплины инженерная графика служат структурно и методически согласованные разделы «Начертательная геометрия», «Инженерная графика» и «Компьютерная графика». Прием изучения вопроса о нанесении размеров: в начале курса изучают, *как* наносить размеры, далее – *какие* наносить размеры, и в заключении рассматривается возможность разделения размеров по слоям и технологическим схемам.

Аксонметрические проекции следует изучать параллельно с построением комплексных чертежей, иначе вслед за преподавателем студенты выполняют наглядные изображения с ошибками. Наоборот, своевременно полученные сведения по аксонметрии позволяют студентам быстрее и правильнее использовать наглядные изображения при составлении комплексных чертежей, развивают пространственно-геометрическое мышление, а значит, закрепляют полученные знания и навыки.

В практике преподавания графических дисциплин тема «Проекционное черчение», а именно расположение видов (проекций) на чертежах изучается в два приема: проекции на три основные плоскости в курсе начертательной геометрии в процессе создания чертежей, а проекции на вспомогательные плоскости (местные и дополнительные виды) в машиностроительном черчении при чтении чертежей. Эта тема требует от учащихся разнооб-

разных знаний и навыков: проецирования на дополнительные плоскости (метод замены плоскостей проекций, плоскопараллельный перенос); способов образования геометрических форм (вращение, перенос, винтовое движение); умения расчленить сложную форму детали на простые геометрические тела (способы задания поверхностей на чертежах); использования размеров и баз для определения формы элементов детали; умения правильно по ГОСТу нанести эти размеры.

При изучении темы «Поверхности» следует учитывать специализацию студентов и изучать различные виды поверхностей сложного образования, такие как поверхности одинакового ската.

Существенным недостатком в области применения методов преподавания является *недооценка теории* в разделах курса «Инженерная и компьютерная графика». Многолетний опыт преподавания показывает, что считать данный курс исключительно практическим предметом неверно, необходимо системно излагать теоретический материал курса, сообщать учащимся методику решения разнообразных задач данного раздела, обосновывать принятые условности при изображении тех или иных деталей машин.

Предполагаемые результаты исследования вопросов применения методов инженерной графики при подготовке бакалавров по направлению «Техносферная безопасность»:

1. Учебное пособие "Инженерная составляющая экологического образования в Европе и России".

2. Контакт с профессорско-преподавательским составом университета г. Рима «La Sapienza», планирование дальнейшего совместного сотрудничества между университетами и сотрудниками кафедры.

3. Укрепление среди студентов и абитуриентов положительного имиджа инженерного экологического образования в НИ ИрГТУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Кузнецова Г.В., Иванова М.А., Боженков Г.В. Инновационные способы изучения графических дисциплин // Современные направления и образовательные технологии: сб. тр. участников XV Всерос. научно-методической конф. «Подготовка кадров для силовых структур» (Иркутск, 25 февраля 2010 г.). - Иркутск: Восточно-Сибирский институт МВД России. – 2010. – Ч 1: С. 237-240.

2. Иванова М.А., Клименкова С.Б. Применение программного обеспечения для тестирования знаний студентов в процессе изучения «Инженерной графики» // Новые образовательные и информационные технологии в подготовке специалистов: сб. тр. участников XV Всерос. научно-практической конф. с международным участием «Актуальные проблемы современной науки и образования» (Уфа, февраль 2010 г.). – Уфа: РИЦ БашГУ. – 2010. – т. IX: С.253-256.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КРИОГЕННОГО МЕТОДА СБОРКИ ДЛЯ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С РАДИАЛЬНЫМ НАТЯГОМ

Павликова С.Ю., к.т.н., доцент,
Климова К.С., студ. группы ПИМ-11-1

Аннотация. Приведены результаты исследований криогенной сборки высокоресурсных болтовых соединений в условиях агрегатного производства.

Библиогр. 3 назв., Рис.3

Ключевые слова: болтовые соединения, радиальный натяг, криогенная сборка.

Существующие методы сборки болтовых соединений с радиальным натягом (запрессовка или втягивание) [1,2] в условиях агрегатного производства имеют ряд недостатков:

- уменьшение расчетных значений натягов из-за частичного среза вершин микронеровностей;
- расслоение пакета вследствие значительных осевых нагрузок при монтаже, что создает благоприятные условия для возникновения фреттинг-коррозии;
- для разнородных пакетов (материалы соединяемых деталей имеют различные физико-механические свойства) применение больших усилий запрессовки невозможно из-за ручного характера выполняемых работ и низкой жесткости собираемых конструкций, а также ограниченного доступа к местам установки болтов с гарантированным радиальным натягом. и, как следствие, ограничение в применении.

Рассмотренные выше факторы приводят к снижению расчетного ресурса конструкции и ограниченному применению высокоресурсных болтовых соединений [3].

Для расширения области применения высокоресурсных болтовых соединений на пакеты из разнородных материалов, в том числе содержащих полимерные композиционные материалы, и обеспечения возможности их монтажа в условиях ограниченного подхода к местам сборки проведены исследования эффективности применения криогенной сборки соединений с радиальным натягом. Исследования были выполнены применительно к следующим сопряжениям:

$\frac{H7}{p6}, \frac{H7}{r6}, \frac{H7}{s1}, \frac{H7}{u6}, \frac{H7}{v6}, \frac{H7}{x6}, \frac{H7}{z6}$

Эффективность посадок определялась вследствие анализа изменения минимальных и максимальных значений радиальных натягов, достигаемых при существующих и криогенном методах монтажа высокоресурсных болтовых соединений. Закономерности изменения предельных значений радиальных натягов в зависимости от метода монтажа и применяемых сопряжений были рассмотрены на примере болтов с диаметром гладкой части 16 мм из высокопрочной стали 30ХГСН2А (для других диаметров характер изменения натягов аналогичен). Закономерность изменения предельных значений радиальных натягов в зависимости от метода монтажа и применяемого сопряжения приведена на рис.1.

Полученные результаты показали, что эффект от применения криогенной сборки в значительной степени зависит от типа посадок. Эффективность применения криогенного метода сборки для сопряжений $\frac{H7}{p6}, \frac{H7}{r6}, \frac{H7}{s6}$ по сравнению с приме-

няемыми методами определяется увеличением фактических значений радиальных натягов как минимальных, так и максимальных вследствие исключения возможности повреждения поверхностного слоя на сопрягаемых деталях. В других вариантах рассматриваемых сопряжений с большими значениями радиальных натягов наблюдается частичное повреждение

поверхностного слоя. Максимальные значения натягов становятся равными для всех методов сборки, т.к. происходит срезание микронеровностей при установке болтов на одинаковую величину. Эффективность криогенной технологии в этом случае растет только вследствие увеличения минимальных значений радиальных натягов в собранном соединении. При этом необходимо отметить, что для сопряжения $\frac{H7}{z6}$ при минимальном натяге также наблюдается смятие высот микронеровностей, что приводит теоретически к потере эффекта от применения криогенной сборки.

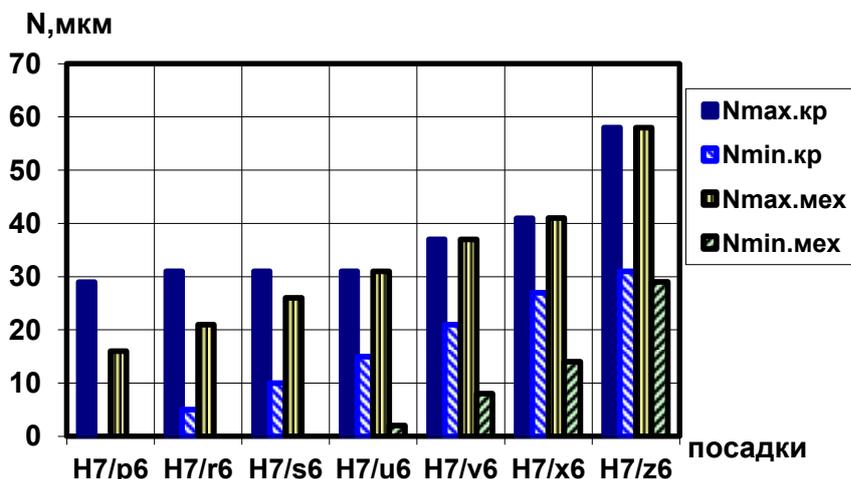


Рис.1. Закономерность изменения фактических предельных значений радиальных натягов при различных методах установки болтов

Несмотря на это, практическая значимость криогенных методов сохраняется из-за снижения монтажных усилий (рис. 2).

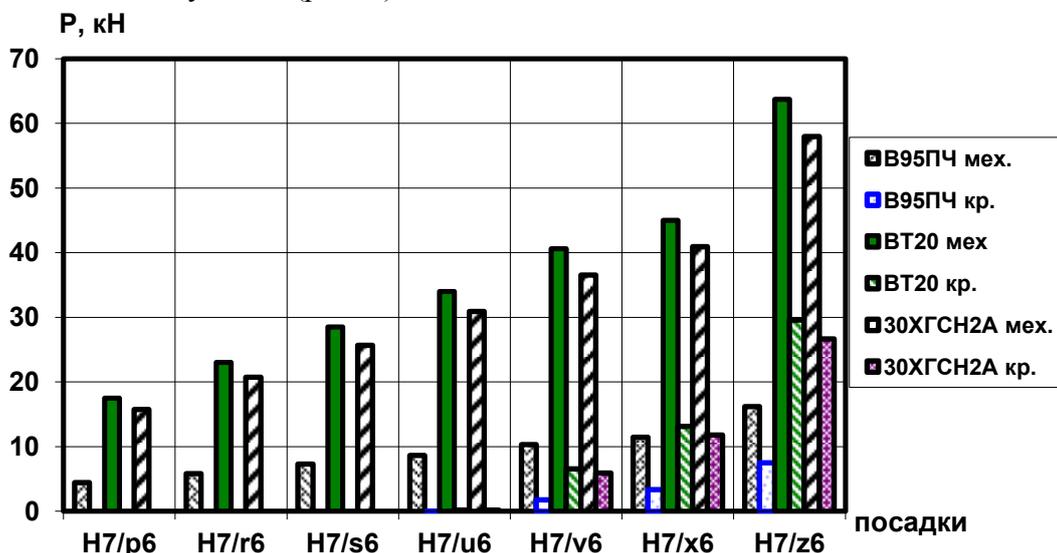


Рис. 2. Монтажные усилия при установке болтов для механического и криогенного методов сборки в зависимости от величины радиального натяга и материала деталей, составляющих пакет

Полученные результаты показали, что особенности криогенного метода установки высокоресурсных болтов позволяют применять его не только для пакетов, состоящих из алюминиевых сплавов в соответствии с действующей в настоящее время нормативной доку-

ментацией, но и для пакетов, содержащих высокопрочные материалы. Для посадок $\frac{H7}{p6}$, $\frac{H7}{r6}$, $\frac{H7}{s6}$, $\frac{H7}{u6}$ нет необходимости применять переносные гидравлические прессы для установки болтов запрессовкой или втягиванием. Это позволяет значительно снизить требования к рабочему пространству, необходимому для выполнения сборочных работ. Таким образом, использование криогенного метода сборки позволяет расширить область применения высоко-ресурсных соединений, а также снизить требования к размерам рабочего пространства, необходимого для выполнения сборочных работ.

Дальнейшее увеличение эффективности криогенной сборки можно обеспечить путем ужесточения требований к точности собираемых деталей. Технологически проще обеспечить обработку по более точным квалитетам шеек болтов, но изменение полей допусков в данном случае крайне незначительно. Наиболее существенно поля допусков изменяются при повышении точности обработки отверстий. Исследования показали, что отверстия целесообразно выполнять по 6-му квалитету с шероховатостью обработанной поверхности в пределах $Ra=0,63$ мкм. Изменения значений рабочих радиальных натягов приведены на рис. 3.

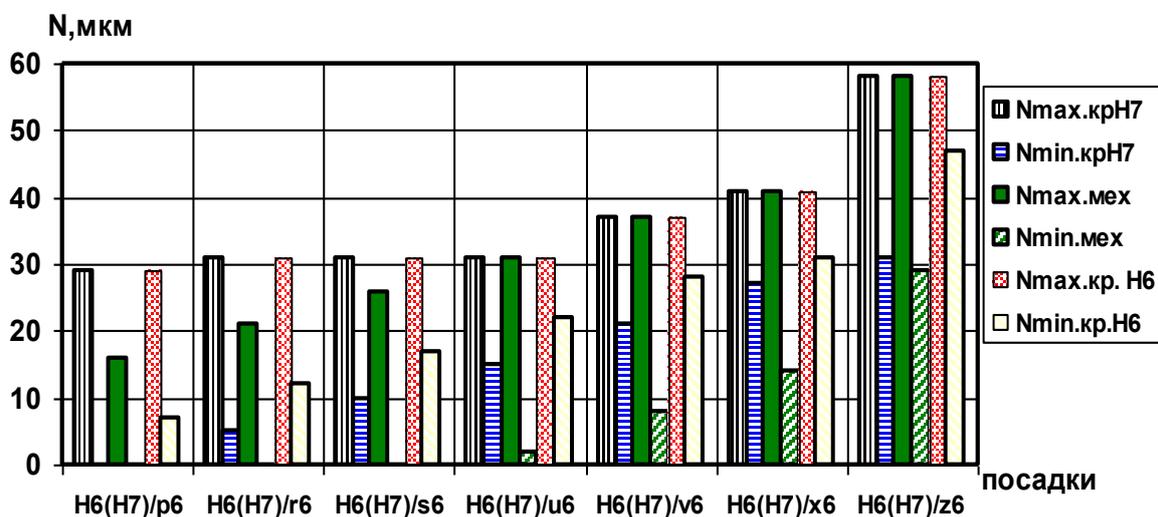


Рис. 3. Закономерность изменения предельных рабочих значений радиальных натягов при различных методах установки болтов для вариантов выполнения отверстий по H7 и H6

Полученные результаты показали, что в этом случае происходит увеличение минимальных значений натягов, а их максимальные значения практически не изменяются. Повышение точности обработки стенок отверстий до H6 практически при неизменных монтажных усилиях позволяет повысить надежность соединений.

Дальнейшее повышение точности не целесообразно из-за крайне незначительного влияния изменений полей допусков на значения монтажных зазоров и рабочих натягов, а снижение высот микронеровностей для деталей из алюминиевых сплавов может снизить коррозионную стойкость деталей.

Библиографический список

1. Технология выполнения высокопрочных заклепочных и болтовых соединений в конструкциях самолетов / А.И.Ярковец, О.С.Сироткин, В.А.Фирсов, Н.М.Киселев. – М.: Машиностроение, 1987. – 192 с.
2. Болтовые соединения с радиальным натягом / Р.К.Вафин, В.В.Дунаев, А.А.Ширшов // Вестник машиностроения. – 2007. – №5. – С.3 –9
3. РТМ 1.4.1941 – 89. Сборка болтовых соединений. – М.: НИАТ, 1989. – 54с.

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СОЕДИНЕНИЯ С РАДИАЛЬНЫМ НАТЯГОМ

Павлскова С.Ю., к.т.н., доцент,
Адушинова Е.В., студентка гр. ИСМ-08-1

Аннотация. Приведены результаты конечно-элементного анализа соединения с радиальным натягом с использованием пакета программ конечно-элементного анализа MSC.visual NASTRAN for Windows.

Библиогр. 5 назв., Рис.3

Ключевые слова: радиальный натяг, конечно-элементный анализ, сжимающие напряжения, упругая деформация.

Одним из методов повышения надежности неразъемных неподвижных соединений является применение посадок с радиальным натягом [1, 2, 3]. Например, посадка болта в отверстие влияет на распределение напряжений в зоне силовой точки и тем самым – на работоспособность соединения в условиях переменных нагрузок. Увеличение значения радиального натяга оказывает положительное влияние на ресурс конструкции из-за создания сжимающих напряжений на сопрягаемых поверхностях и исключения возможности взаимного перемещения деталей, входящих в собираемый пакет. Величина возникающих сжимающих напряжений должна превышать эксплуатационный размах растягивающих напряжений, возникающий под воздействием внешних нагрузок, но не превышать предела текучести используемых в соединении материалов.

В настоящее время для создания радиального натяга в болтовых соединениях применяют механические способы, т.е. запрессовка или затягивание. При запрессовке болтов в пакет, образующая отверстия и поверхность пластин около кромок отверстия искажают

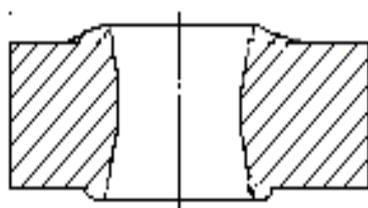


Рис. 1.

свою первоначальную форму. Если выпрессовать болт из отверстия, то образующая отверстия принимает выпуклую в сторону оси отверстия форму. Стенка отверстия получает «корсетность», аналогичную той, которую получают отверстия после раскатывания или дорнования (рис. 1). Это искажение формы образующей говорит о том, что по толщине пластины деформация неодинакова и давление между болтом и стенкой отверстия изменяется вдоль образующей.

Анализ соединения с радиальным натягом проводился с целью оценки возникающих деформаций и напряжений в сопрягающихся поверхностях после сборки. Напряженное состояние оценивалось за счет моделирования соединения со втулками разной толщины. Для этого была сформирована модель соединения, состоящая из стержня и пяти втулок из одного материала с разной толщиной стенок. Так как исследуемая конструкция и условия нагружения обладает свойствами осевой симметрии, для конечно-элементного анализа использовали цилиндрическую систему координат [4]. Принимая во внимание, что при рассмотрении тел цилиндрической формы в осесимметрических объемных задачах допустимо использовать двумерные элементы с учетом изменения угла поворота, для проведения анализа был выбран двумерный симплекс-элемент – прямоугольник первого порядка (имеющий четыре узла).

Исследуемая твердотельная модель соединения для проведения анализа разбивалась на 45360 конечных элементов. Из-за большого объема необходимых вычислений анализ проводился с использованием пакета программ конечно-элементного анализа MSC.visual NASTRAN for Windows. Общая схема алгоритма решения задач с применением компьютерных технологий инженерного анализа на основе метода конечных элементов состоит из трех блоков [5]. Первый блок – предпроцессорный – включает в себя генерацию полной конечно-

элементной модели объекта исследования в памяти компьютера. В результате работы этого блока имеем готовую конечно-элементную модель анализируемого объекта или ряд её вариантов. Второй блок – аналитический или процессорный. В нем осуществляется непосредственное решение общей системы алгебраических уравнений, полученной после реализации вариационного подхода метода конечных элементов для решения дифференциального уравнения рассматриваемого физического процесса. Результатом этого решения является определение поля неизвестной величины в узловых точках конечно-элементной модели объекта. Относительно этой величины определяются другие зависимые величины. Работа третьего блока – постпроцессорного – направлена, в основном, на визуализацию результатов расчета.

Так, как исследуемая конструкция и условия нагружения обладают свойствами осевой симметрии, программа позволяет решить задачу на секторе с угловым размером 45° , что способствовало сокращению числа конечных элементов до 5670. Разбиение твердых тел стержня и втулок проводилось отдельно для получения разных номеров узлов на сопрягаемых поверхностях, при этом обеспечивалось совпадение узлов сеток. Исходные данные, использованные для моделирования следующие:

- диаметр гладкой части болта – 16,0 мм;
- внутренний диаметр втулки (с учетом натяга 18 мкм) – 15,982 мм;
- наружный диаметр втулки задавался с учетом толщины стенки (0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5)

в мм;

- физико-механические свойства материалов исследуемых деталей (30ХГСН2А, 12Х15Н4АМЗ).

Граничные условия задавались в виде ограничения перемещения в окружном направлении боковых граней сектора и отсутствия перемещения узлов сетки по оси z, так как в случае радиального натяга реакция в узлах конечно-элементной сетки направлена по нормали к поверхности контакта. Результаты моделирования представлены на рис. 2, 3.

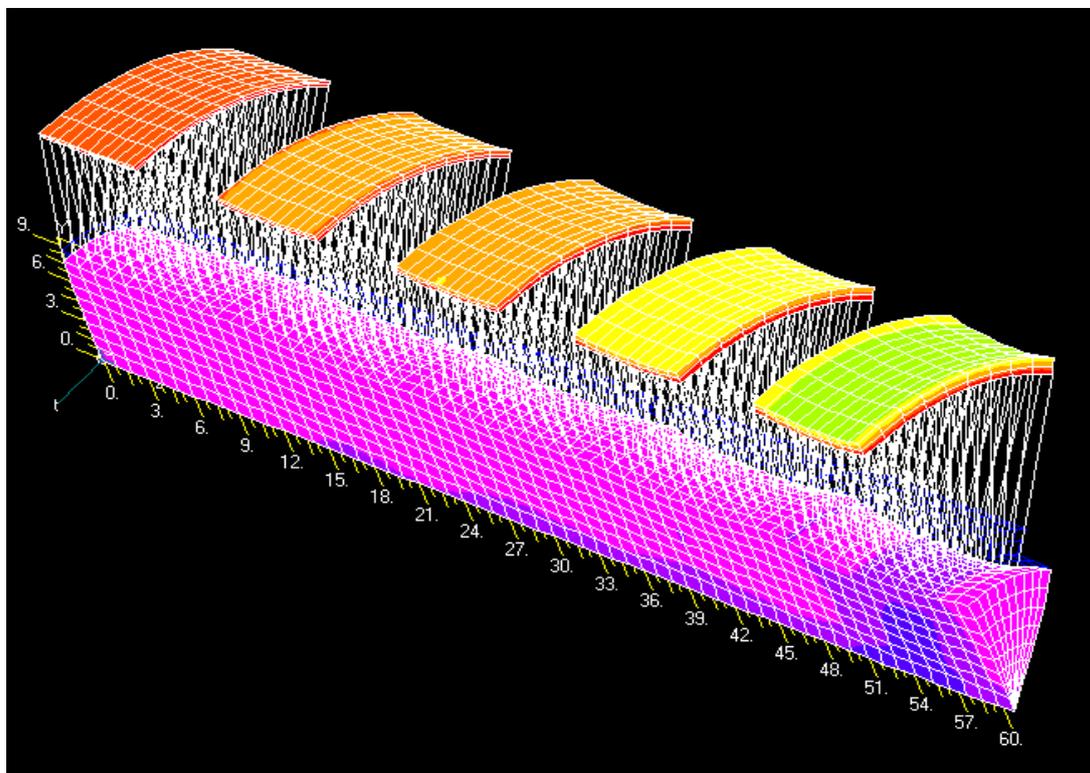


Рис.2. Материал втулок и стержня 30ХГСН2А

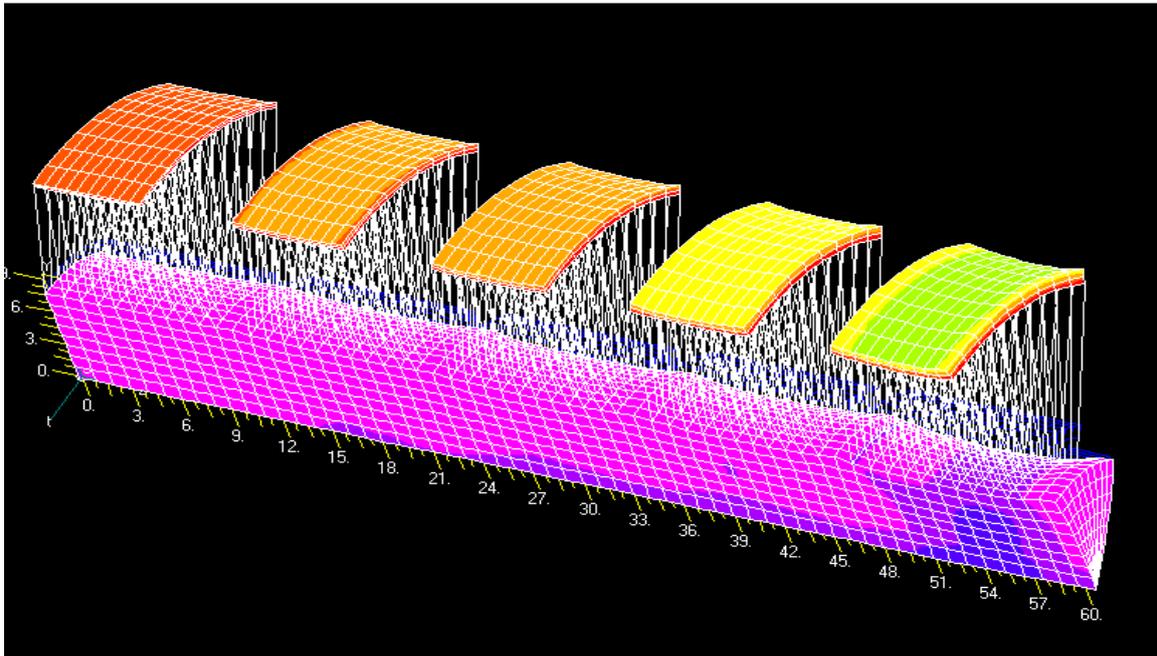


Рис.3. Материал втулок 12Х15Н4АМЗ, стержня 30ХГСН2А

- Из полученных результатов видно, что чем больше толщина втулки, тем:
- нестабильней поле распределения нагрузки по высоте втулки;
 - выше степень проявления краевых эффектов.

При моделировании установлено, что применение втулок с толщиной стенки 0,5 мм выравнивает деформированное состояние по высоте пакета независимо от применяемых материалов, поэтому сборку пакетов по средствам высокоресурсных болтовых соединений целесообразно выполнять с применением тонкостенных втулок толщиной 0,5 мм, проходящих через весь пакет. Их применение обеспечит:

- выравнивание деформированного состояния по высоте пакета;
- исключение краевых эффектов внутри пакета, что особенно важно для неразъемных пакетов, не подлежащих разборке для удаления заусенцев;
- использование в качестве материала для втулок стали марки 12Х15Н4АМЗ, так как данный материал не провоцирует электрохимическую коррозию при сочетании с любыми другими материалами в пакете.

Библиографический список

2. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. – 5-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с.
3. Технология выполнения высокоресурсных заклепочных и болтовых соединений в конструкциях самолетов / А.И.Ярковец, О.С.Сироткин, В.А.Фирсов, Н.М.Киселев. – М.: Машиностроение, 1987. – 192 с.
3. Болтовые соединения с радиальным натягом / Р.К.Вафин, В.В.Дунаев, А.А.Ширшов // Вестник машиностроения. – 2007. – №5. – С.3 –9
4. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике: Пер. с англ. – М.: Мир, 1975. – 541с.
5. Рычков С.П. MSC/ visualNASTRAN для Windows. – М.: НТ Пресс, 2004. – 552 с.

УДК 681.532.55

ДИНАМИЧЕСКОЕ ГАШЕНИЕ УГЛОВЫХ ВИБРАЦИЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ СВЯЗЯМИ ВТОРОГО ПОРЯДКА

А.В. Максимова¹, В.Г. Грудинин²

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Предложен способ реализации дополнительных связей в колебательной механической системе вращательного типа. Рассмотрена возможность введения в колебательную механическую систему звеньев с изменяемой инерционностью с целью расширения полосы пропускания системы. Проведено исследование режимов динамического гашения колебаний. Определены области эффективной работы динамического гасителя.

Ключевые слова: механические колебания – дополнительные связи – динамическое гашение колебаний – звенья с изменяемым моментом инерции.

Вращение выходного звена привода в установившемся режиме обладает определенной неравномерностью. Эта неравномерность вызвана как неравномерностью вращения приводного двигателя, так и неравномерностью вращения механической передачи. В динамике машин это свойство получило определение "внутренняя виброактивность" [1]. Внутренняя виброактивность может привести к появлению резонансных режимов. Для снижения виброактивности применяют разгрузатели, динамические гасители и соединительные устройства. В работе "Исследование влияния дополнительных связей в колебательных механических системах вращательного типа" [2] был рассмотрен динамический гаситель крутильных колебаний с дополнительными связями второго порядка, реализованными с помощью введения в систему дополнительных звеньев, находящихся в зацеплении с входным звеном и обкатывающихся по нему без проскальзывания. Изготовленный и испытанный на специальном стенде макетный образец гасителя, являющийся частным техническим решением устройства для осуществления способа гашения крутильных колебаний вала по авторскому свидетельству № 529317, показал себя вполне работоспособным [3].

Вместе с тем, этот гаситель обладает существенным недостатком – он имеет лишь одну строго фиксированную частоту динамического гашения. С целью устранения указанного недостатка на основе того же оригинального способа гашения крутильных колебаний предложен другой гаситель колебаний, показанный на рис. 1.

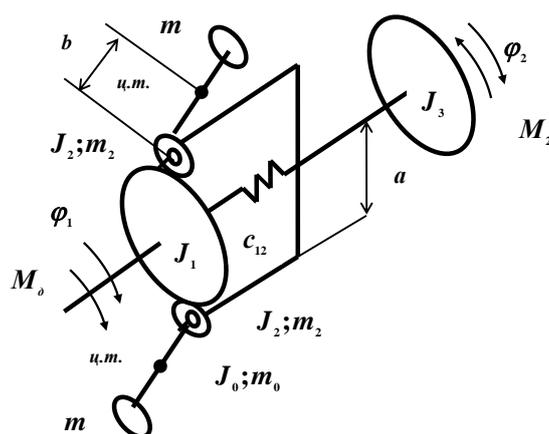


Рис. 1. Схема гасителя

¹ Максимова Александра Вячеславовна, студентка гр. ММ 08-1, e-mail: aska250591@rambler.ru,

² Грудинин Владимир Гарриевич, старший преподаватель кафедры Конструирования и стандартизации в машиностроении, тел. 40 – 51 – 46, сот. 89041371795, e-mail: grudinin1960@rambler.ru.

Предлагаемый гаситель построен на основе предыдущего с добавлением грузов массой m , жестко закрепленных на дополнительных звеньях с массой m_2 . Такое устройство гасителя значительно изменяет его динамику и приводит к возникновению новых эффектов, являющихся результатом взаимодействия поля центробежных сил с колебательной системой.

В зависимости от угла установки α_0 дополнительных грузов с массами m (рис. 2), постоянные составляющие моментов от центробежных сил будут знакопеременными. Они будут либо дополнительно закручивать, либо раскручивать вал с жесткостью c_{12} , то есть изменять положение статического равновесия основной массы с моментом инерции J_3 .

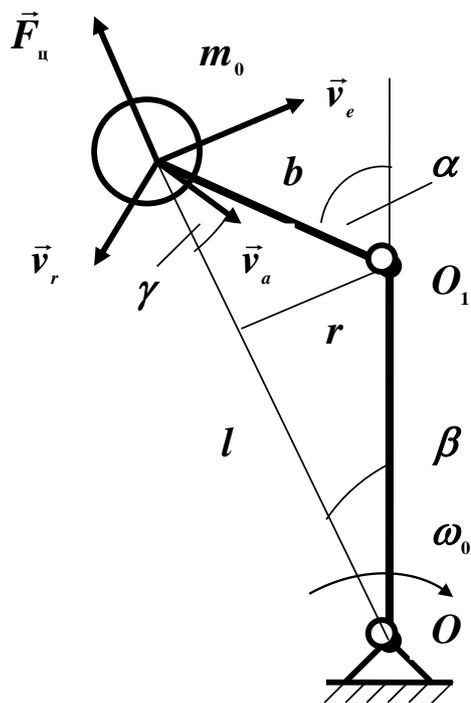


Рис. 2. Расчетная схема системы

Расчетная схема предлагаемого гасителя представляет собой колебательную систему с одной степенью свободы с кинематическим возмущением $\dot{\varphi}_1 = \dot{\varphi} + 2s\varphi\cos 2\varphi$, формируемым карданной передачей ($\dot{\varphi} = \omega_0 = \text{const}$ – угловая скорость вращения ведущего вала карданной передачи).

Дифференциальное уравнение движения колебательной системы с динамическим гасителем получим из уравнения Лагранжа II рода:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_2} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi_2} = Q. \quad (1)$$

Кинетическая энергия системы равна

$$T = \frac{1}{2} J_1 \dot{\varphi}_1^2 + \frac{1}{2} J_3 \dot{\varphi}_2^2 + \frac{1}{2} n m_0 V_a^2 + \frac{1}{2} n (J_0 + m_0 b^2) [\dot{\varphi}_2 + i(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2)]^2, \quad (2)$$

где:

V_a – значение абсолютной скорости дополнительного звена с массой m_0 ;

n – число дополнительных звеньев.

Абсолютная скорость V_a дополнительного звена выражается через относительную скорость

V_r и переносную скорость V_e зависимостью

$$\vec{V}_a = \vec{V}_e + \vec{V}_r. \quad (3)$$

Здесь $V_e = \dot{\varphi}_2 l$, $V_r = \dot{\alpha} b$.

На рис. 2 приведена расчетная схема механической системы,

$$\alpha = \alpha_0 + i(\varphi_1 - \varphi_2), \quad (4)$$

где:

α_0 – угол установки дополнительных звеньев с массой m_0 ;

$i(\varphi_1 - \varphi_2)$ – угол относительного поворота дополнительных звеньев с массой m_0 ;

$$l = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \gamma};$$

$$\cos \gamma = \frac{b^2 + l^2 - a^2}{2bl}.$$

Дифференцируя (4), получим

$$\dot{\alpha} = i(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2).$$

Из уравнения (3) имеем

$$V_a^2 = V_l^2 + V_r^2 + 2V_l V_r \cos \gamma$$

или, с учетом ранее полученных выражений для V_e , V_r и $\cos \gamma$,

$$V_a^2 = (a^2 + b^2 + 2ab \cos \alpha) \dot{\varphi}_2^2 + (2b^2 + ab \cos \alpha) \dot{\varphi}_2 \dot{\alpha} + b^2 \dot{\alpha}^2. \quad (5)$$

Подставляя (5) в (2), получим

$$T = \frac{1}{2} J_1 \dot{\varphi}_1^2 + \frac{1}{2} [nm_0(a^2 + b^2 + 2ab \cos \alpha_0) J_3] \dot{\varphi}_2^2 + \frac{1}{2} nm_0 b^2 i^2 (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2)^2 + \frac{1}{2} (J_0 + m_0 b^2) [\dot{\varphi}_2 - i(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2)]^2 + nm_0 (a^2 + b^2 + 2ab \cos \alpha_0) i (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2). \quad (6)$$

Обобщенная сила в рассматриваемой системе

$$Q = - \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_2}. \quad (7)$$

Потенциальная энергия системы

$$\Pi = c_{12} (\varphi_1 - \varphi_2)^2. \quad (8)$$

Перейдем к координатам φ'_1 и φ'_2 , используя соотношения

$$\dot{\varphi}_1 = \omega_0 + \dot{\varphi}'_1,$$

$$\dot{\varphi}_2 = \omega_0 + \dot{\varphi}'_2.$$

В этом случае в правую часть дифференциального уравнения движения (1) в состав обобщенной силы войдет момент $M_{\text{ц}}$ от центробежных сил, возникающих при переносном движении.

Момент $M_{\text{ц}}$ центробежных сил $F_{\text{ц}}$ (рис. 2) равен

$$M_{\text{ц}} = n F_{\text{ц}} r, \quad (9)$$

где:

$$F_{\text{ц}} = m_0 l \omega_0^2,$$

$$r = a \sin \beta = \frac{ab}{l} \sin \alpha.$$

С учетом этих выражений и выражения (4) момент сил инерции (9) будет равен

$$M_{\text{ц}} = nm_0 \omega_0^2 ab \sin \alpha = nm_0 \omega_0^2 ab [\sin \alpha_0 \cos i(\varphi'_1 - \varphi'_2) + \cos \alpha_0 \sin i(\varphi'_1 - \varphi'_2)].$$

Принимая в этом выражении $\cos i(\varphi'_1 - \varphi'_2) \approx 1$ и $\sin i(\varphi'_1 - \varphi'_2) \approx i(\varphi'_1 - \varphi'_2)$, получим

$$M_{\text{ц}} = nm_0 \omega_0^2 ab \sin \alpha_0 + nm_0 \omega_0^2 abi(\varphi'_1 - \varphi'_2) \cos \alpha_0. \quad (10)$$

Первое слагаемое в уравнении (10) представляет постоянную составляющую момента сил инерции и может быть положительным или отрицательным в зависимости от установки грузов (на рис. 2 слева или справа от линии $O - O_1$).

Из уравнения (10) найдем $c_{\text{ц}}$ – жесткость связи дополнительных звеньев массой m_0 с полем центробежных сил при относительных перемещениях $i(\varphi_1 - \varphi_2)$:

$$c_{\text{ц}} = nm_0\omega_0^2 ab \cos \alpha_0. \quad (11)$$

После подстановки выражений (6) и (7) в уравнение (1), считая при этом, что движущий момент $M_{\text{д}}$ и момент сопротивления $M_{\text{с}}$ – величины постоянные, и полагая, что $i(\varphi_1 - \varphi_2) \approx 0$, т.е. сохраняя только первый член разложения уравнения кинетической энергии в ряд Маклорена, получим уравнение движения системы в окончательном виде

$$\ddot{\varphi}_2 + (\omega_{12}^2 + k_1\omega_0^2)\ddot{\varphi}_2 = k_2\varphi_1 + (\omega_{12}^2 + k_1\omega_0^2)\varphi_1. \quad (12)$$

В полученном уравнении приняты следующие обозначения:

$$\omega_{12}^2 = \frac{c_{12}}{n\left\{(J_0 + m_0b^2)(i+1)^2 + m_0[a^2 + b^2(i-1)^2 - 2ab(i-1)\cos \alpha_0]\right\} + J_3},$$

$$k_1 = \frac{nm_0abi^2 \cos \alpha_0}{n\left\{(J_0 + m_0b^2)(i+1)^2 + m_0[a^2 + b^2(i-1)^2 - 2ab(i-1)\cos \alpha_0]\right\} + J_3},$$

$$k_2 = \frac{ni\left[(J_0 + m_0b^2)(i+1) + m_0b^2(i-1) - m_0ab \cos \alpha_0\right]}{n\left\{(J_0 + m_0b^2)(i+1)^2 + m_0[a^2 + b^2(i-1)^2 - 2ab(i-1)\cos \alpha_0]\right\} + J_3}.$$

Структурная схема, соответствующая уравнению (13), приведена на рис. 3.

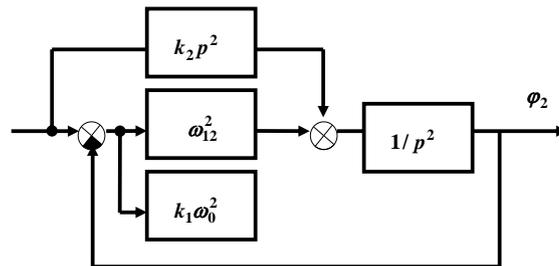


Рис. 3. Структурная схема системы

Из уравнения движения (12) получим частотное уравнение

$$p^2 + (\omega_{12}^2 + k_1\omega_0^2) = 0, \quad p = j\omega. \quad (13)$$

После простых преобразований найдем частоту собственных колебаний системы

$$\omega_c = \sqrt{\omega_{12}^2 + k_1\omega_0^2}. \quad (14)$$

Собственная частота ω_c является функцией угловой скорости ω_0 . С этим обстоятельством связаны некоторые интересные эффекты.

Рассмотрим возможность реализации режимов динамического гашения возмущающих воздействий в колебательной системе с динамическим гасителем, взаимодействующим с полем центробежных сил.

После преобразования Лапласа уравнение (12) запишем в виде

$$p^2\varphi_2 + (\omega_{12}^2 + k_1\omega_0^2)\varphi_2 = k_2p^2\varphi_1 + (\omega_{12}^2 + k_1\omega_0^2)\varphi_1$$

и из него найдем передаточную функцию системы

$$W(p) = \frac{\varphi_2(p)}{\varphi_1(p)} = \frac{k_2p^2 + \omega_{12}^2 + k_1\omega_0^2}{p^2 + \omega_{12}^2 + k_1\omega_0^2}. \quad (15)$$

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) системы имеет вид

$$A(\omega) = \frac{|\omega_{12}^2 + k_1\omega_0^2 - k_2\omega^2|}{|\omega_{12}^2 + k_1\omega_0^2 - \omega^2|}. \quad (16)$$

Приравняв к нулю числитель уравнения (16), найдем условие, определяющее частоту динамического гашения

$$\omega_\delta = \sqrt{\omega_{12}^2 / k_2 + (k_1 / k_2)\omega_0^2}. \quad (18)$$

Здесь

$$\frac{\omega_{12}^2}{k_2} = \frac{c_{12}}{ni[(J_0 + m_0b^2)(i+1) + m_0b^2(i-1) - m_0ab \cos \alpha_0]},$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{nm_0abi^2 \cos \alpha_0}{ni[(J_0 + m_0b^2)(i+1) + m_0b^2(i-1) - m_0ab \cos \alpha_0]}.$$

Выясним общий характер зависимости частоты динамического гашения ω_δ от угла установки дополнительных звеньев α_0 при изменении α_0 от 0 до 2π . Для этого рассмотрим три случая.

1) При $\alpha_0 = 0$ имеет место

$$\frac{\omega_{12}^2}{k_2} = \frac{c_{12}}{ni[(J_0 + m_0b^2)(i+1) + m_0b^2(i-1) - m_0ab]} > 0,$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{nm_0abi^2 \cos \alpha_0}{ni[(J_0 + m_0b^2)(i+1) + m_0b^2(i-1) - m_0ab]} > 0,$$

так как $[(J_0 + m_0b^2)(i+1) + m_0b^2(i-1)] > |m_0ab|$ в области практического применения и конструктивно приемлемых решений.

В этом случае зависимость ω_δ от ω_0 , выраженная в отрезках на осях, имеет вид

$$\omega_\delta^2 / (\omega_{12}^2 / k_2) - \omega_0^2 / (\omega_{12}^2 / k_1) = 1 \quad (19)$$

и показана на рис. 4.

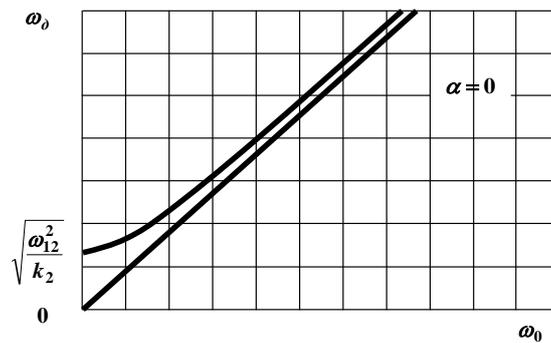


Рис. 4. Зависимость ω_δ от ω_0 при $\alpha_0 = 0$

Из графика следует, что частота динамического гашения ω_δ увеличивается с ростом угловой скорости ω_0 по гиперболическому закону.

2) При $\alpha_0 = \pi/2$ имеет место

$$\omega_{12}^2 / k_2 = \frac{c_{12}}{ni[(J_0 + m_0b^2)(i+1) + m_0b^2(i-1)]} > 0,$$

$$k_1 / k_2 = 0.$$

В данном случае частота динамического гашения ω_d не зависит от угловой скорости ω_0 и, как показано на рис. 5, изображается прямой, параллельной оси абсцисс.

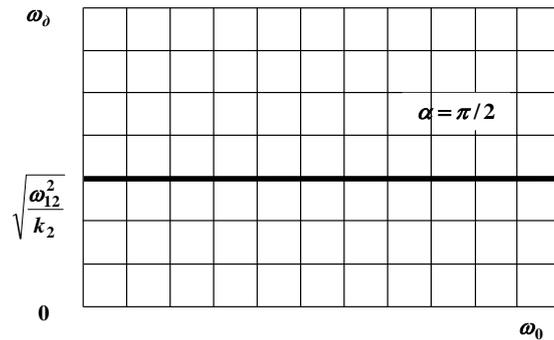


Рис. 5. Зависимость ω_d от ω_0 при $\alpha = \pi/2$

в) При $\alpha_0 = \pi$ имеет место

$$\frac{\omega_{12}^2}{k_2} = \frac{c_{12}}{ni[(J_0 + m_0 b^2)(i+1) + m_0 b^2(i-1) + m_0 ab]} > 0,$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{-nm_0 ab i^2}{ni[(J_0 + m_0 b^2)(i+1) + m_0 b^2(i-1) + m_0 ab]} < 0.$$

Зависимость ω_d от ω_0 , выраженная в отрезках на осях, имеет вид

$$\omega_d^2 / (\omega_{12}^2 / k_2) + \omega_0^2 / (\omega_{12}^2 / k_1) = 1 \quad (20) \text{ и показана на рис. 6.}$$

Из графика следует, что в этом случае частота динамического гашения ω_d уменьшается с ростом угловой скорости ω_0 , а режимы динамического гашения существуют

в диапазоне изменения ω_0 от 0 до $\omega_{0\max} = \sqrt{\frac{\omega_{12}^2}{k_1}}$.

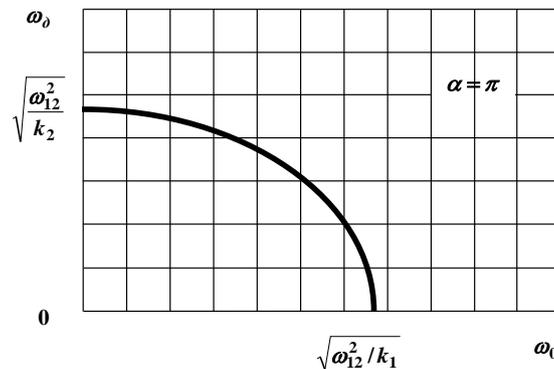


Рис. 6. Зависимость ω_d от ω_0 при $\alpha = \pi$

Для углов $\alpha_0 = 3\pi/2$ и $\alpha_0 = 2\pi$ имеем результаты, аналогичные рассмотренным случаям δ и α .

Из выражения (18), записанного в развернутом виде

$$\omega_d = \sqrt{\frac{c_{12} + nm_0 ab i^2 \omega_0^2 \cos \alpha_0}{ni[(J_0 + m_0 b^2)(i+1) + m_0 b^2(i-1) - m_0 ab \cos \alpha_0]}} \quad (21) \text{ следует:}$$

- 1) при $\alpha_0 = 0$ общая жесткость системы принимает максимальное значение, равное $c_{12} + nm_0 ab i^2 \omega_0^2$, и дополнительные звенья с массой m_0 занимают устойчивое положение;

- 2) при $\alpha_0 = \pi/2$ и $\alpha_0 = 3\pi/2$ жесткость системы определяется только жесткостью c_{12} ;
- 3) при $\alpha_0 = \pi$ общая жесткость системы имеет минимальное значение, равное $c_{12} - nm_0abi^2\omega_0^2$, а положение дополнительных звеньев с массой m_0 неустойчиво.

Для наглядности анализа режимов динамического гашения от угла α_0 все графики (см. рис. 4, 5, 6) представлены на частотной диаграмме (рис. 7).

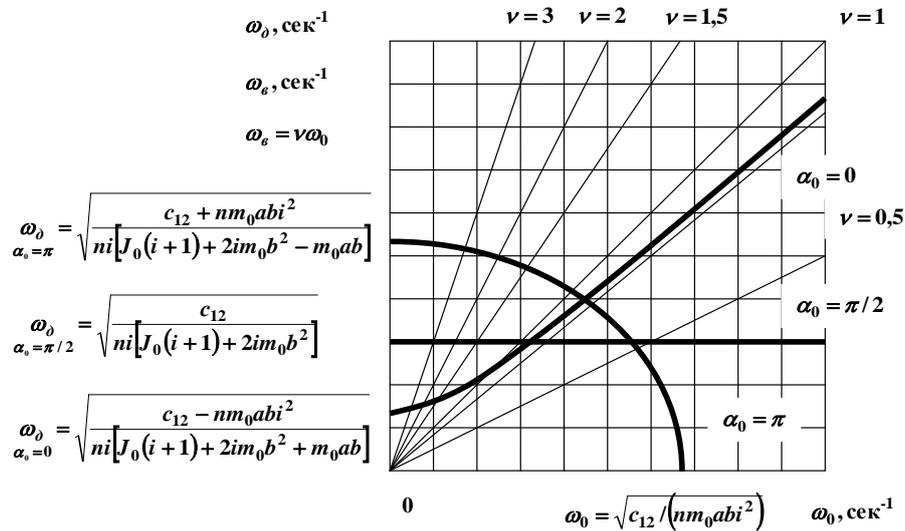


Рис. 7. Зависимость ω_0 от угла α_0

Прямые с угловыми коэффициентами ν ($\nu = \text{tg}\theta$) соответствуют возмущающим воздействиям с частотой ω_e , которая связана с круговой частотой ω_0 выражением

$$\omega_e = \nu\omega_0, \quad (22)$$

где ν – порядок гармоники возмущающего воздействия.

Точки пересечения прямых $\omega_e = \nu\omega_0$ с кривыми $\omega_0 = \omega_0(\omega_0)$ соответствуют значениям угловой частоты ω_0 , на которых существуют режимы динамического гашения возмущающих воздействий при $\alpha_0 = 0$, $\alpha_0 = \pi/2$, $\alpha_0 = \pi$.

Анализ показывает, что устройство обеспечивает режимы динамического гашения при различных скоростях вращения системы в зависимости от значений угла α_0 . Наибольшие возможности имеет гаситель, в котором угол α_0 близок к нулю. Малый угол обеспечивает и минимальные конструктивные размеры гасителя, поэтому дальнейшие исследования целесообразно проводить для гасителя с углом $\alpha_0 \rightarrow 0$.

Для расчета области эффективной работы гасителя воспользуемся условием

$$A(\omega) < A(\omega)_{ep}$$

где:

$A(\omega)$ – текущее значение коэффициента передачи амплитуды колебаний,

$A(\omega)_{ep}$ – некоторая норма $A(\omega)_{ep} < 1$.

Выражение АЧХ (16) имеет иной вид, чем выражение АЧХ исходного гасителя {формула (15), [2]}. Значение амплитудно-частотной характеристики зависит от угловой скорости вращения привода, т.к. жесткость колебательной системы является функцией ω_0 . Частоты резонанса и динамического гашения также изменяются с изменением ω_0 .

Приведем выражение (16) к виду

$$A(\lambda^*) = \sqrt{(1 - k_2 \lambda^{*2})^2 / (1 - \lambda^{*2})^2}, \quad (23)$$

где $\lambda^* = \frac{\omega}{\omega_c}$, $\omega_c = \sqrt{\omega_{12}^2 + k_1 \omega_0^2}$.

После ряда преобразований получим уравнение

$$\lambda^{*4}(A^2 - k_2^2) - 2\lambda^{*2}(A^2 - k_2^2) + A^2 - 1 = 0, \quad (24)$$

и найдем выражения для расчета нижней и верхней границ частотной области

$$\lambda_1^{*2} = (1 + A) / (A + k_2), \quad (25)$$

$$\lambda_2^{*2} = (A - 1) / (A - k_2). \quad (26)$$

Здесь выполняется неравенство $A < k_2$, так как амплитудно-частотная характеристика асимптотически стремится к k_2 при увеличении частоты.

Если перейти от безразмерных параметров к обычной форме, то получим

$$\omega_1^2 = (\omega_{12}^2 + k_1 \omega_0^2) [(1 + A) / (A + k_2)], \quad (27)$$

$$\omega_2^2 = (\omega_{12}^2 + k_1 \omega_0^2) [(A - 1) / (A - k_2)]. \quad (28)$$

Для анализа действия возмущений, не связанных с угловой скоростью вращения привода ω_0 , можно воспользоваться формулами (27), (28), но с учетом масштабного коэффициента, величина которого зависит от ω_0 .

На частотной диаграмме (рис. 8) приведены графики зависимостей ω_c от ω_0 (14) и ω_δ от ω_0 (18).

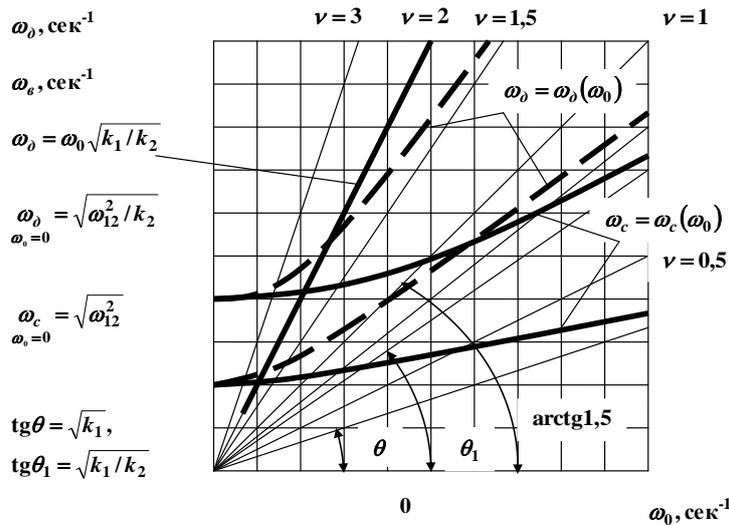


Рис. 8. Зависимость ω_c и ω_δ от ω_0

При $\omega_0 = 0$ значения ω_c и ω_δ соответственно равны ω_{12} и $\omega_{12} / \sqrt{k_2}$, а при $\omega_0 \rightarrow \infty$ значения ω_c и ω_δ асимптотически приближаются к наклонным прямым с угловыми коэффициентами $\text{tg}\theta = \sqrt{k_1}$ и $\text{tg}\theta_1 = \sqrt{k_1/k_2}$ соответственно.

Введем в рассмотрение ширину частотной области эффективной работы

$$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1. \quad (29)$$

На рис. 9 приведены графики $\Delta\omega = \Delta\omega(\omega)$, полученные при фиксированных $A(\omega)$.

С ростом ω_0 ширина зоны увеличивается. Защиту системы от возмущающих воздействий с частотой $\omega_e = \nu\omega_0$, целесообразно рассмотреть при различной степени эффективности, когда $A(\omega)_{zp} = 0$ и $A(\omega)_{zp} \neq 0$.

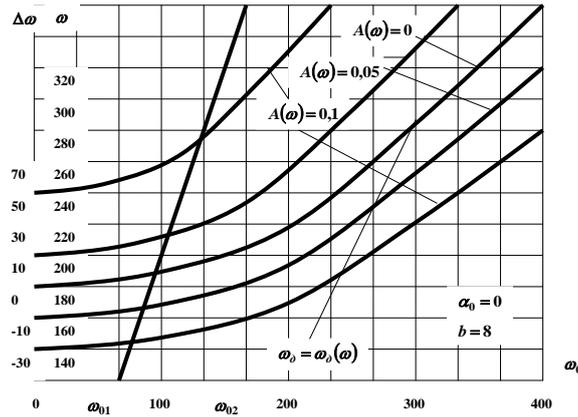


Рис. 9. Области эффективной работы гасителя в диапазоне изменения угловых скоростей

Если $A(\omega) = A_{zp} \neq 0$, то границы входа ω_{01} и выхода ω_{02} для заданной области эффективной работы определяются выражениями

$$\omega_{01} = \sqrt{\frac{(1+A)\omega_{12}^2}{v^2(A+k_2) - k_1(A+1)}}, \quad (30)$$

$$\omega_{02} = \sqrt{\frac{(A-1)\omega_{12}^2}{v^2(A-k_2) - k_1(A-1)}}. \quad (31)$$

Ширина области эффективной работы в функции частоты колебаний приводного вала примет выражение

$$\Delta\omega_0 = \omega_{01} - \omega_{02}, \quad (32)$$

а с учетом (30) и (31)

$$\Delta\omega_0 = \omega_{12} \left[\sqrt{\frac{A-1}{v^2(A-k_2) - k_1(A-1)}} - \sqrt{\frac{A+1}{v^2(A+k_2) - k_1(A+1)}} \right]. \quad (33)$$

При учете влияния сил сопротивления общий подход остается неизменным, однако для построения зон эффективной работы проще воспользоваться результатами прямого расчета по выражениям для амплитудно-частотных характеристик.

Если $A(\omega) = 0$, то ширина области эффективной работы (34) $\Delta\omega = 0$, а $\omega_1 = \omega_2$ и область вырождается в зависимость

$$\omega_\delta = \omega_\delta(\omega_0) = \sqrt{\omega_{12}^2 / k_2 + (k_1 / k_2)\omega_0^2}.$$

Полное гашение возмущений вида $\omega_\delta = v\omega_0$ произойдет на частоте

$$\omega_\delta = \omega_\delta(\omega_0) = v\omega_0,$$

то есть при

$$\omega_\delta = \omega_\delta. \quad (34)$$

Из условия (34), с учетом выражения (16), найдем, что возмущение $\omega_\delta = v\omega_0$ будет полностью погашено при

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_{12}^2 / (v^2 k_2 - k_1)}. \quad (35)$$

В нашем случае, когда доминирующим возмущением в системе является кинематическое возмущение от карданной передачи и согласно $\omega_\delta = 2\omega_0$ $v = 2$

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_{12}^2 / (4k_2 - k_1)}.$$

Из анализа выражения (35) следует, что при $\nu = \sqrt{k_1/k_2}$ режим динамического гашения наиболее полно выполняется в области высоких частот. Согласно выражению (19) именно $\sqrt{k_1/k_2}$ является угловым коэффициентом асимптоты $\omega_\delta = \omega_\delta(\omega_0)$ гасителя. При этом эффект, близкий к самонастройке по отношению к возмущению вида

$$\omega_\delta = \sqrt{(k_1/k_2)} \cdot \omega_0, \quad (36)$$

наблюдается только при больших значениях ω_0 и реализуется с точностью $\Delta\xi$, величина которой асимптотически уменьшается при $\omega_0 \rightarrow \infty$.

Учитывая, что частота ω_δ динамического гашения и частота ω_δ возмущающих воздействий изменяются с изменением круговой частоты ω_0 системы, несомненный интерес представляет определение возможности существования эффективной работы гасителя в широком диапазоне изменения ω_0 .

Эффект самонастройки на динамическое гашение колебаний во всем рабочем диапазоне изменения круговой частоты привода ω_0 , т.е. такой режим работы, когда система становится инвариантной по отношению к возмущению вида (36), имеет место, когда частота динамического гашения согласно условию (34) равна

$$\omega_\delta = \sqrt{(k_1/k_2)} \cdot \omega_0. \quad (37)$$

Из условия (18) следует, что соотношение (37) существует при $c_{12} = 0$, т.е. когда в гасителе отсутствует упругое звено c_{12} , а жесткость (11) и количество упругих связей определяются только связью дополнительных звеньев массой m_0 с полем центробежных сил. В таком гасителе колебаний обеспечивается полное гашение колебаний (см. рис. 8) возмущающих воздействий вида $\omega_\delta = \nu\omega_0$ в широком диапазоне изменения ω_0 . Вместе с тем, работа гасителя колебаний предусматривает обязательное относительное перемещение $i(\varphi_1 - \varphi_2)$ дополнительных звеньев с моментами инерции J_0 (рис. 1).

Гаситель, в котором обеспечивается относительное перемещение $i(\varphi_1 - \varphi_2)$ и соблюдается условие $c_{12} = 0$ в пределах этого перемещения, технически реализуется при замене в гасителе (рис. 1) упругого звена c_{12} звеном с зазором и жесткими упорами.

Библиографический список

1. Коловский М.З. Динамика машин. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 263 с. ил.
2. Грудинин В. Г., Исследование влияния дополнительных связей в колебательных механических системах вращательного типа // Вестник ИрГТУ. - 2011. - №2, с. 34-40.
3. Елисеев С.В., Грудинин Г.В. Основы теории динамического гасителя крутильных колебаний. Сб. "Теория активных виброзащитных систем", выпуск II, часть II. Иркутск, 1975.
4. Грудинин В.Г. Способ динамического гашения крутильных колебаний дополнительными связями второго порядка, Вестник ИрГТУ, Иркутск, 2011, №5, с. 6-15.

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНИЯ И МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА С ДРЕВНИХ ВРЕМЁН И ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

К.Е. Даниленок³, А.Г. Костановшвили⁴

**Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.**

В статье рассмотрены вопросы истории развития деятельности по управлению и менеджменту качества (начиная с древних времён и вплоть до начала XXI в.), развитие документированных систем качества.

Стандарт ГОСТ Р ИСО 9000–2008 определяет понятия «менеджмент качества», «управление качеством» и «контроль» следующим образом:

- менеджмент качества: скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией применительно к качеству;
- управление качеством: часть менеджмента качества, направленная на выполнение требований к качеству;
- контроль: процедура оценивания соответствия путём наблюдения и суждений, сопровождаемых соответствующими измерениями, испытаниями или калибровкой.

При рассмотрении истории развития контроля, управления и менеджмента качества можно выделить следующие этапы.

1. Стихийная деятельность по контролю, управлению и менеджменту качества в древнем мире и в средние века.

Уже в те далекие времена охотники, земледельцы, ремесленники, художники, скульпторы, строители достигали выдающихся результатов в управлении качеством. Примерами успешного менеджмента, управления и контроля являются работы по строительству так называемых семи чудес света, таких как:

- Большие пирамиды в Гизе (Египет);
- Висячие сады Семирамиды в Вавилоне;
- Александрийский маяк (на острове Фарос);
- Родосский колос (использовался и в качестве маяка);
- Храм Артемиды в Эфесе (Греция);
- Статуя Зевса в Олимпии (Греция);
- Мавзолей (гробница царя Мавсола) в Геликарнасе (Греция).

Во времена первобытнообщинного строя элементами менеджмента можно считать руководство жизнью племени со стороны вождя и старейшин, разделение труда в племени: кто-то занимался охотой, кто-то – собиранием пищи растительного происхождения (плоды, ягоды, корни и др.), специально выделенные люди поддерживали огонь.

В древнем мире и в средние времена руководство жизнью на локальных территориях, а позже и в созданных государствах (Древние Египет, Греция, Македония, Рим и др.) руководство и менеджмент на государственном уровне осуществляли патриции, князья, герцоги, короли, императоры, а при республиканской форме правления – избранные представительные органы и главы государства. В частности, в Древнем Риме представительный орган государственной власти назывался сенатом, а главами государства являлись два консула, избиравшиеся на 1 год.

Другими примерами менеджмента в древних государствах являются иерархические системы руководства армиями, построенные на принципе единоначалия. Со временем армии и военачальники стали играть всё большую роль, во многих случаях командующие армиями (военачальники) становились главами государств (цезарями, королями, императорами).

³ Даниленок Ксения, гр. УПК 09-1,

⁴ Костановшвили Амиран Георгиевич, старший преподаватель кафедры конструирования и стандартизации в машиностроении

2. Организованная деятельность по управлению и менеджменту качества в ремесленных мастерских, на фабриках и заводах.

На этом этапе примеры успешного контроля и управления качеством имели место в гончарных мастерских, в кузницах, в мастерских итальянских скрипичных мастеров Гварнери и Страдивари, изготавливавших замечательные музыкальные инструменты. Большой интерес представляют:

- работы Джеймса Уатта – изобретателя паровой машины (1774 – 1842 гг.) и центробежного регулятора (1784 г.);
- братьев Черепановых – построивших в 1834 г. первый в России паровоз и железную дорогу длиной 3,5 км;
- успешное управление качеством при изготовлении ювелирных изделий мастерами фирмы Фаберже в середине XIX – начале XX вв. в России.

Основы менеджмента качества были заложены уже на этом этапе американским инженером Ф.У. Тейлором (1856 – 1915), предложившим систему организации труда (тейлоризм), основанную на глубокой специализации и рационализации трудовых операций и направленную на интенсификацию труда.

Второй этап организованной деятельности по контролю, управлению и менеджменту качества занимал большой промежуток времени. Начало этого этапа можно связать с появлением ремесленных мастерских и цехов, с последовавшим за этим развитием разделением труда, приведшим к появлению мануфактур, фабрик и заводов. Этот этап организованного внутризаводского контроля, управления и менеджмента качества продолжался до середины XX в., а в некоторых мастерских и малых предприятиях – продолжается до сих пор.

3. Организованная национальная и международная деятельность по управлению и менеджменту качества.

Этот этап в наиболее развитых странах начался в 1930 – 1940-е гг., т.е. в предвоенные годы и во время второй мировой войны. В большинстве стран деятельность по управлению и менеджменту качества в национальном масштабе началась в 1950 – 1960-е гг. Для этого этапа характерна разработка и широкое использование сначала национальных, а затем международных стандартов по управлению и менеджменту качества, в частности, международных стандартов ИСО серии 9000.

РАЗВИТИЕ ВНУТРИЗАВОДСКОЙ, НАЦИОНАЛЬНОЙ И МЕЖДУНАРОДНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО УПРАВЛЕНИЮ И МЕНЕДЖМЕНТУ КАЧЕСТВА С КОНЦА XIX ВЕКА ПО НАЧАЛО XXI ВЕКА .ЭТАП КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

В компаниях создавали бригады контролёров для испытания продукции, сравнения её характеристик с установленными требованиями (техническими условиями) и разбраковки. Хорошая продукция, естественно, поступала на склад и далее к потребителю. Плохая продукция либо признавалась окончательным браком и уничтожалась, либо признавалась не окончательным браком и её переделывали (ремонтировали), если надо – снижали класс качества, а затем реализовывали по более низкой цене. Если была возможность, то продукцию, признанную окончательным браком, старались хотя бы частично использовать. Например, если готовые поршневые кольца не прошли приёмочный (выходной) контроль, а они уже прошли процесс хромирования, то с них можно снять слой хрома гальваническим путём (если это экономически целесообразно, то это надо делать).

Для этапа контроля качества характерно широкое использование «проходных» и «непроходных» калибров для проверки качества деталей (соответствия размеров деталей установленным допускам) и их разбраковки.

Недостатки контроля качества:

- контролёры не всегда обнаруживали дефектную продукцию и часть её неизбежно попадала к потребителю;

- создавалось неправильное представление, что ответственными за качество являлись контролёры (хотя на самом деле качество создавали рабочие основного производства, а контролёры занимались только лишь выявлением брака и разбраковкой).

ЭТАП ТЕХНИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Довольно скоро нашлись толковые контролёры, которые, при увеличении процента брака, сразу же обращались к руководителям основного производства, – «Что у вас происходит? Разберитесь – почему к нам поступает слишком много брака?», – после чего руководители останавливали производство до устранения причин брака.

На этом этапе упор был сделан на сбор информации, технические системы с обратной связью и промежуточные этапы контроля. Однако окончательный контроль всё ещё рассматривался как основная защита интересов потребителя. На этом этапе контролёры не только разбраковывали продукцию, они приобрели функцию источника обратной связи (при проявлении неудач немедленно сообщали информацию об этом в основные производственные цеха). Кроме того, стало логичным, что если уж служба контроля информировала основное производство о состоянии дел, то, может быть, надо и рабочему поручить осуществлять промежуточный производственный контроль с тем, чтобы он у себя на месте постоянно оценивал ситуацию с качеством.

На этом этапе стали использовать методы статистического управления производственными процессами, уже появились так называемые контрольные карты, представляющие собой средство обратной связи при управлении процессом. Для этого этапа характерны технические системы управления качеством с обратной связью, вопрос об административном управлении качеством (менеджмента качества) почти не поднимался.

Рассмотренные этапы контроля и управления качеством осуществлялись преимущественно в рамках внутривзаводской деятельности руководителей и специалистов.

ЭТАП ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

На этом этапе упор был перенесён с выявления на предупреждение дефектов, в дополнение к техническому управлению широко стало внедряться административное управление качеством (менеджмент качества).

На первом и втором этапах работа, в основном, шла по выявленным дефектам, при появлении которых принимались корректирующие действия. Но мер к тому, чтобы не допустить дефектов, на тех этапах почти не было. Следует сказать, что любой талантливый рабочий не только работает по выявленным дефектам, он работает так, чтобы предупредить появление дефектов. В этом смысле утверждать, что раньше (до начала третьего этапа) полностью отсутствовали предупреждающие действия – было бы неправильно. Но в плане административного управления качеством на предыдущих этапах предупреждению дефектов не уделялось достаточно внимания, а на третьем этапе это стало уже главным. Поэтому международный стандарт ИСО 9001 : 2000, определяющий требования к системам менеджмента качества, определяет необходимость выполнения процесса 8.5.3 «Предупреждающие действия». Типичным для этого этапа является выпуск Руководств по качеству, (планов) программ качества, технологических и рабочих инструкций. Таким образом, третий этап соответствует уровню деятельности предприятия, имеющего сертифицированную систему менеджмента качества.

На первом и втором этапах главное внимание было обращено на качество продукции. Для третьего этапа характерно, что, с одной стороны, упор перенесён с выявления на предупреждение дефектов, а с другой стороны, внимание с качества продукции перенесено на качество процессов и систем.

Для того, чтобы произвести качественную продукцию, надо обеспечить протекание качественного процесса. Что это означает? Что рабочему необходимо выдать хорошую заготовку,

обеспечить его хорошим станком (неразболтанным), хорошими инструментами и ресурсами (чтобы во время работы станка, скажем, электроэнергия не отключалась, чтобы рабочий был обучен, имел соответствующую квалификацию и т.д.).

На этом этапе ещё не все подразделения предприятия вовлекаются в работу по обеспечению качества. При подготовке систем менеджмента качества к сертификации по требованиям модели ИСО 9001 : 2000 (эта модель была преобразована в российский стандарт ГОСТ Р ИСО 9001–2001) организация имеет право некоторые подразделения не включать в перечень подразделений, вовлечённых в эту работу. Этап обеспечения качества начался в 1950 – 1970-х гг. и жёстко связан с выполнением требований, как национальных, так и международных стандартов, в частности, стандартов ИСО серии 9000, впервые вступивших в силу в 1987 г., переработанных в 1994 г., а затем – изменённых в 2000 и 2008 гг. Для того, чтобы руководитель мог подтвердить своё утверждение, что его предприятие находится на этапе обеспечения качества, он должен предъявить сертификат соответствия системы менеджмента качества его организации требованиям ГОСТ Р ИСО 9001–2001.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ КАЧЕСТВА

Для графической иллюстрации основных этапов развития систем качества нами использована фигура, хорошо известная в российском производстве - "Знак качества". Контур этой фигуры, который, как известно, называется "Пентагон".



Рис1. Звезда качества



Рис. 2. Первая звезда

Первая звезда соответствует начальным этапам системного подхода, когда появилась первая система - система Тейлора (1905 г). Она устанавливала требования к качеству изделий (дета-

лей) в виде полей допусков или определенных шаблонов, настроенных на верхнюю и нижнюю границы допусков, - проходные и непроходные калибры.

Для обеспечения успешного функционирования системы Тейлора были введены первые профессионалы в области качества - инспекторы (в России - технические контролеры).

Система мотивации предусматривала штрафы за дефекты и брак, а также увольнение. Система обучения сводилась к профессиональному обучению и обучению работать с измерительным и контрольным оборудованием.

Взаимоотношения с поставщиками и потребителями строились на основе требований, установленных в технических условиях (ТУ), выполнение которых проверялось при приемочном контроле (входном и выходном). Все отмеченные выше особенности системы Тейлора делали ее системой управления качеством каждого отдельно взятого изделия.



Рис. 3. Вторая звезда

Система Тейлора дала великолепный механизм управления качеством каждого конкретного изделия (деталь, сборочная единица), однако производство - это процессы. И вскоре стало ясно, что управлять надо процессами.

В 1924 г. в БЕЛЛ Телефон Лэборэтриз (ныне корпорация AT&T) была создана группа под руководством д-ра Р.Л.Джонса, которая заложила основы статистического управления качеством. Это были разработки контрольных карт, выполненные Вальтером Шухартом, первые понятия и таблицы выборочного контроля качества, разработанные Х.Доджем и Х.Ромигом.

Эти работы послужили началом статистических методов управления качеством, которые впоследствии, благодаря д-ру Э. Демингу, получили очень широкое распространение в Японии и оказали весьма существенное влияние на экономическую революцию в этой стране.

Системы качества усложнились, так как в них были включены службы, использующие статистические методы. Усложнились задачи в области качества, решаемые конструкторами, технологами и рабочими, потому что они должны были понимать, что такое вариации и изменчивость, а также знать, какими методами можно достигнуть их уменьшения. Появилась специальность - инженер по качеству, который должен анализировать качество и дефекты изделий, строить контрольные карты и т. п.

В целом, акцент с инспекции и выявления дефектов был перенесен на их предупреждение путем выявления причин дефектов и их устранения на основе изучения процессов и управления ими.

Более сложной стала мотивация труда, так как теперь учитывалось, как точно настроен процесс, как анализируются те или иные контрольные карты, карты регулирования и контроля. К профессиональному обучению добавилось обучение статистическим методам анализа, регулирования и контроля. Стали более сложными и отношения поставщик - потребитель. В них большую роль начали играть стандартные таблицы на статистический приемочный контроль.



Рис. 4. Третья звезда

В 50-е годы была выдвинута концепция тотального управления качеством - TQC. [8]. Ее автором был американский ученый А. Фейгенбаум. Системы TQC развивались в Японии с большим акцентом на применение статистических методов и вовлечение персонала в работу кружков качества. Сами японцы долгое время подчеркивали, что они используют подход TQSC, где S - Statistical (статистический).

На этом этапе, обозначенном третьей звездой, появились документированные системы качества, устанавливающие ответственность и полномочия, а также взаимодействие в области качества всего руководства предприятия, а не только специалистов служб качества. Системы мотивации стали смещаться в сторону человеческого фактора. Материальное стимулирование уменьшалось, моральное увеличивалось.

Главными мотивами качественного труда стали работа в коллективе, признание достижений коллегами и руководством, забота фирмы о будущем работника, его страхование и поддержка его семьи.

Все большее внимание уделяется учебе. В Японии и Корее работники учатся в среднем от нескольких недель до месяца, используя в том числе и самообучение. Конечно, внедрение и развитие концепции TQC в разных странах мира осуществлялись неравномерно. Явным лидером в этом деле стала Япония, хотя все основные идеи TQC были рождены в США и в Европе. В результате американцам и европейцам пришлось учиться у японцев. Однако это обучение сопровождалось и нововведениями.

В Европе стали уделять большое внимание документированию систем обеспечения качества и их регистрации или сертификации третьей (независимой) стороной. Особенно следует отметить британский стандарт BS 7750, значительно поднявший интерес европейцев к проблеме обеспечения качества и сертификации систем качества. Системы взаимоотношений поставщик - потребитель также начинают предусматривать сертификацию продукции третьей стороной. При этом более серьезными стали требования к качеству в контрактах, более ответственными гарантии их выполнения.

Следует заметить, что этап развития системного, комплексного управления качеством не прошел мимо Советского Союза. Здесь было рождено много отечественных систем и одна из лучших - система КАНАРСПИ (качество, надежность, ресурс с первых изделий), заведомо опередившая свое время. Многие принципы КАНАРСПИ актуальны и сейчас. Автором системы был главный инженер Горьковского авиационного завода Т. Ф. Сейфи. Он одним из первых понял роль информации и знаний в управлении качеством, перенес акценты обеспечения качества с производства на проектирование, большое значение придавал испытаниям. Справедливо считать Т. Ф. Сейфи выдающимся специалистом в области управления качеством, и его имя должно стоять рядом с такими именами, как А. Фейгенбаум, Г. Тагути, Э. Шиллинг, Х. Вадсвордт.



Рис. 5. Четвёртая звезда.

В 70-80 годы начался переход от тотального управления качеством к тотальному менеджменту качества (TQM). В это время появилась серия новых международных стандартов на системы качества ИСО 9000 (1987 г.), оказавшие весьма существенное влияние на менеджмент и обеспечение качества. Если TQC - это управление качеством с целью выполнения установленных требований, то TQM - это еще и управление целями и самими требованиями.

В TQM включается также и обеспечение качества, которое трактуется как система мер, обеспечивающая уверенность у потребителя в качестве продукции.

Примечание:

TQC - Всеобщее управление качеством;

QA - Обеспечение качества;

QPolicy - Политика качества;

QPanning - Планирование качества;

QI - Улучшение качества.

Система TQM является комплексной системой, ориентированной на постоянное улучшение качества, минимизацию производственных затрат и поставки точно в срок. Основная философия TQM базируется на принципе - улучшению нет предела. Применительно к качеству действует целевая установка - стремление к 0 дефектов, к затратам - 0 непроизводительных затрат, к поставкам - точно в срок.

При этом осознается, что достичь этих пределов невозможно, но к этому надо постоянно стремиться и не останавливаться на достигнутых результатах. Эта философия имеет специальный термин - "постоянное улучшение качества" (quality improvement). В системе TQM используются адекватные целям методы управления качеством. Одной из ключевых

особенностей системы является использование коллективных форм и методов поиска, анализа и решения проблем, постоянное участие в улучшении качества всего коллектива.

В TQM существенно возрастает роль человека и обучения персонала. Мотивация достигает состояния, когда люди настолько увлечены работой, что отказываются от части отпуска, задерживаются на работе, продолжают работать и дома. Появился новый тип работников - трудоголики.

Обучение становится тотальным и непрерывным, сопровождающим работников в течение всей их трудовой деятельности. Существенно изменяются формы обучения, становясь все более активными. Так, используются деловые игры, специальные тесты, компьютерные методы и т. п.

Обучение превращается и в часть мотивации. Ибо хорошо обученный человек увереннее чувствует себя в коллективе, способен на роль лидера, имеет преимущества в карьере. Разрабатываются и используются специальные приемы развития творческих способностей работников.

Во взаимоотношения поставщиков и потребителей весьма основательно включилась сертификация систем качества на соответствие стандартам ИСО 9000.

Главная целевая установка систем качества, построенных на основе стандартов ИСО серии 9000, - обеспечение качества продукции, требуемого заказчиком, и предоставление ему доказательств в способности предприятия сделать это.

Соответственно, механизм системы, применяемые методы и средства ориентированы на эту цель. Вместе с тем в стандартах ИСО серии 9000 целевая установка на экономическую эффективность выражена весьма слабо, а на своевременность поставок - просто отсутствует.

Но несмотря на то, что система не решает всех задач, необходимых для обеспечения конкурентоспособности, популярность системы лавинообразно растет, и сегодня она занимает прочное место в рыночном механизме. Внешним же признаком того, имеется ли на предприятии система качества по стандартам ИСО серии 9000, является сертификат на систему менеджмента качества.

В результате во многих случаях наличие у предприятия сертификата на систему менеджмента качества стало одним из основных условий его допуска к тендерам по участию в различных проектах. Широкое применение сертификат на систему менеджмента качества нашел в страховом деле: так как сертификат свидетельствует о надежности предприятия, то часто ему предоставляются льготные условия страхования: При наличии сертификата на систему менеджмента качества страховые платежи уменьшаются на 25 - 50%, ссудный % при выдаче кредитов уменьшается в 1,5 - 2,0 раза.

Для успешной работы предприятий на современном рынке наличие у них системы менеджмента качества, соответствующей стандартам ИСО серии 9000, и сертификата на нее является, может быть, не совсем достаточным, но необходимым условием. Поэтому и в России уже имеются тысячи предприятий, внедривших стандарты ИСО серии 9000 и имеющих сертификаты на свои системы качества.

В 90-е годы усилилось влияние общества на предприятия, а предприятия стали все больше учитывать интересы общества. Это привело к появлению стандартов ИСО 14000, устанавливающих требования к системам менеджмента с точки зрения защиты окружающей среды и безопасности продукции.

Сертификация систем качества на соответствие стандартам ИСО 14000 становится не менее популярной, чем на соответствие стандартам ИСО 9000. Существенно возросло влияние гуманистической составляющей качества. Усиливается внимание руководителей предприятий к удовлетворению потребностей своего персонала. Так в автомобильной промышленности был сделан свой важный шаг. Большая тройка американских автомобильных компаний разработала в 1990 г. (1994 г. - вторая редакция) стандарт OS-9000 "Требования к системам качества". И хотя он базируется на

стандарте ИСО 9001, его требования усилены отраслевыми (автомобилестроительными), а также индивидуальными требованиями каждого из членов Большой тройки и еще пяти крупнейших производителей грузовиков.

Внедрение стандартов ИСО 14000 и OS-9000, а также методов самооценки по моделям Европейской премии по качеству - это главное достижение этапа, характеризуемого пятой звездой.



Рис. 6. Пятая звезда.

Библиографический список

1. Гиссин В.И. Управление качеством продукции, Ростов на Дону, «Феникс», 2004.
2. ГОСТ Р 9001 – 2008.

МЕТОДОЛОГИЯ СЕРТИФИКАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

И.А. Малушко⁵, А.Г. Костановшвили⁶

**Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.**

В статье рассмотрены этапы сертификации систем управления качеством. К основным этапам относят: заявку на сертификацию, оценку соответствия объекта сертификации установленным требованиям, анализ результатов оценки соответствия, решение по сертификации, инспекционный контроль за сертифицированным объектом. Определение данных этапов позволяет понять все стадии организации и проведения сертификации систем качества.

Ключевые слова: управление качеством – подтверждение соответствия – сертификация

Идея сертификации и общее ее понимания известны давно. С давних пор клеймение продукции производителем было подтверждением высокого ее качества. Заверения продавца покупателю в отношении качества продукции также было одной из древнейших и простых форм того, что сейчас мы называем сертификацией.

В наше время сертификация стала одним из важных механизмов управления качеством, который дает возможность объективно оценить продукцию, предоставить потребителю подтверждения ее безопасности, обеспечить контроль за соответствием продукции требованиям экологической чистоты, а также повысить ее конкурентоспособность.

В настоящее время, сертификация систем качества состоит из пяти основных этапов:

1. Заявка на сертификацию.
2. Оценка соответствия объекта сертификации установленным требованиям.
3. Анализ результатов оценки соответствия.
4. Решение по сертификации.
5. Инспекционный контроль за сертифицированным объектом.

Этап заявки на сертификацию заключается в выборе заявителем органа по сертификации, способного провести оценку соответствия интересующего его объекта. Это определяется областью аккредитации органа по сертификации. Если данную работу могут провести несколько органов по сертификации, то заявитель может обратиться в любой из них. Заявка направляется по установленной в системе сертификации форме. Орган по сертификации рассматривает ее и сообщает заявителю решение. В форме указываются все основные условия сертификации, в том числе схема сертификации, наименование испытательной лаборатории для проведения испытаний (если они предусмотрены схемой сертификации) или их перечень для выбора заявителем, номенклатура нормативных документов, на соответствие которым будет проведена сертификация.

Этап оценки соответствия имеет особенности в зависимости от объекта сертификации.

Подтверждение соответствия системы качества предприятия и ее элементов требованиям, установленным в соответствующих нормативных документах, включает предварительную оценку степени готовности проверяемой организации и оценку системы качества непосредственно на месте.

Предварительная оценка состоит в анализе описания системы качества в документах, присланных предприятием вместе с заявкой на сертификацию. Комплект исходных документов включает:

⁵ Малушко И.А., гр. УПК 09-1,

⁶ Костановшвили Амиран Георгиевич, старший преподаватель кафедры конструирования и стандартизации в машиностроении

- политику организации (заявителя) в области качества;
- руководство по качеству;
- перечень документов системы качества;
- структурную схему организации (заявителя) и структурную схему ее службы качества;
- заполненные исходные данные для предварительной оценки состояния производства.

Орган по сертификации вправе затребовать от проверяемой организации:

- стандарт предприятия (или другой документ), регламентирующий процессы управления документацией у заявителя;
- стандарт предприятия (или другой документ), регламентирующий проведение внутренних проверок системы качества заказчика;
- документ (документы), описывающий технологию (процедуры) изготовления продукции и (или) проведения работ (выборочно 1 – 5 документов в зависимости от масштабов и специфики предприятия по согласованию с органом по сертификации).

Одновременно с анализом данных, поступивших от заявителя, комиссия может организовывать, при необходимости, сбор и анализ дополнительных сведений о качестве продукции, на которую распространяются система качества, из независимых источников (органов государственного надзора и контроля, территориальных органов Госстандарта России, обществ потребителей, гарантийных мастерских и др.). Этап предварительной оценки системы качества завершается подготовкой письменного заключения о возможности проведения второго этапа сертификации системы качества.

Заключение по результатам предварительной оценки системы качества подписывает главный эксперт, эксперты, проводившие экспертизу, и утверждает руководство органа по сертификации.

При положительном заключении по первому этапу сертификации орган по сертификации направляет заявителю Заключение по результатам предварительной оценки системы качества и проект договора на проведение проверки и оценки системы качества в организации. В договоре определяют цель, объем и сроки проводимых работ, ответственность сторон, а также порядок оплаты работ по проверке и оценке системы качества.

Этап оценки системы качества на предприятии начинается с подготовки в органе по сертификации. При подготовке к проверке и оценке системы качества выполняют следующие работы: составление программы проверки; распределение обязанностей между членами комиссии в соответствии с программой проверки; подготовка рабочих документов; согласование программы проверки с проверяемой организацией.

Программу проверки разрабатывает главный эксперт. С программой должны быть ознакомлены эксперты и консультанты комиссии и проверяемая организация. Возражения заявителя против каких-либо пунктов программы должны быть доведены до сведения главного эксперта. Разногласия между главным экспертом и представителем заявителя, имеющим соответствующие полномочия, разрешаются до начала проведения проверки. Конкретные детали программы проверки следует сообщать заявителю только в ходе проверки, если их преждевременное раскрытие мешает сбору объективной информации.

Программа проверки должна содержать следующие разделы:

- наименование организации (заявителя), место проведения проверки;
- цели и область проверки;
- время проведения проверки;
- состав комиссии;
- перечень ссылочных документов (стандарт, на соответствие которому проверяется система качества, руководство по качеству проверяемой организации и др.);

- объекты проверки (деятельность по обеспечению и управлению качеством, производственная система, качество продукции);
- идентификация проверяемых подразделений организации;
- закрепление экспертов и представителей проверяемой организации по объектам проверки;
- основные мероприятия по проверке и сроки их проведения;
- требования к конфиденциальности;
- указание на язык проверки;
- адреса рассылки акта.

Программа проверки должна быть гибкой, допускать изменения в приоритетности проверяемых элементов системы качества в зависимости от информации, полученной в ходе проверки. Она утверждается руководством органа по сертификации и согласовывается с проверяемой организацией.

При проведении проверки между членами экспертной комиссии распределяются обязанности по проверке конкретных подразделений предприятия и элементов системы качества. Обязанности распределяет главный эксперт (в зарубежной практике его часто называют системный эксперт).

В своей работе эксперты применяют так называемые рабочие документы. В их число входят перечни контрольных вопросов для оценки элементов системы качества (чек-листы), формы для документирования вспомогательных данных, подтверждающие заключения экспертов, и др. Орган по сертификации обеспечивает сохранность рабочих документов, содержащих конфиденциальную информацию, являющуюся собственностью проверяемой организации или самого органа по сертификации. По окончании проверки и написания отчета все рабочие документы сдают главному эксперту, который, в свою очередь, сдает их уполномоченному лицу проверяемой организации или, по согласованию с проверяемой организацией, уничтожает их. Рабочие документы рассматриваются как вспомогательные и не должны ограничивать инициативы экспертов или проведение дополнительных проверок, необходимость которых может появиться на основании информации, полученной в ходе проверки.

Оценка системы качества на предприятии происходит по общепринятым процедурам: предварительное совещание, обследование проверяемой организации, составление акта проверки и заключительное совещание.

На предварительном совещании присутствуют члены комиссии, представитель высшего руководства проверяемой организации, руководители структурных подразделений и ведущие специалисты в области качества предприятия.

Цели предварительного совещания:

- представление членов комиссии представителям проверяемой организации;
- краткое сообщение о целях, области и программе проверки;
- краткое изложение методов и процедур, используемых при проверке;
- установление официальных процедур взаимодействия между членами комиссии и сотрудниками проверяемой организации;
- обсуждение и уточнение отдельных неясных деталей программы проверки;
- уточнение даты проведения заключительного совещания и, при необходимости, назначение дат промежуточных совещаний комиссии и руководства проверяемой организации.

Обследование проверяемой организации осуществляется путем сбора и анализа фактических данных и регистрации наблюдений в ходе проверки. Сбор фактических данных производится на основе опроса персонала, анализа используемых документов, процессов производства, деятельности функциональных подразделений и персонала, а также изучения и оценки проводимых мероприятий по обеспечению качества продукции.

Все наблюдения должны быть документированы, иметь четкое и конкретное подтверждение объективными данными. Данные, указывающие на наличие несоответствий, должны фиксироваться.

После обследования объектов проверки члены комиссии под руководством главного эксперта рассматривают результаты наблюдений, чтобы решить, какие из них должны быть представлены как несоответствия. Все наблюдения, свидетельствующие о несоответствиях и подтвержденные объективными данными, должны быть представлены проверяемой организации и обоснованы.

Наблюдения комиссии, как правило, дифференцируются. Так, "Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества" предусматривает такие формы результатов наблюдений, как "несоответствие" и "уведомление".

Несоответствие – это невыполнение установленных требований. Категории несоответствия – значительное (категория 1), заключающееся в отсутствии, неприменении или полном нарушении требований к элементам системы качества, и малозначительное (категория 2) – единичное упущение в элементе системы качества.

Уведомление – наблюдение, сделанное экспертом для предотвращения появления возможного несоответствия.

Обнаруженные отклонения от требований стандарта должны быть тщательно рассмотрены группой экспертов, проводящих проверку, перед тем как охарактеризовать их как несоответствия и отнести к той или иной категории. Окончательное решение принимает главный эксперт. Зарегистрированные несоответствия (уведомления) официально представляют руководству проверяемой организации. Главный эксперт дает соответствующие пояснения по каждому несоответствию (уведомлению). Каждое несоответствие должно быть подтверждено объективными доказательствами. Уполномоченный представитель руководства проверяемой организации ставит свою подпись на бланках с несоответствиями (уведомлениями), чем подтверждает принятие данного несоответствия (уведомления).

Критерии принятия решения об одобрении (неодобрении) системы качества определяются правилами системы сертификации. В упомянутой "Системе сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества" решение о признании системы качества соответствующей стандартам серии ГОСТ Р ИСО 9000 принимают при отсутствии значительных несоответствий или при наличии 10 или менее малозначительных несоответствий. Отрицательное решение принимается при наличии одного значительного несоответствия или более 10 малозначительных несоответствий. Наличие уведомлений не влияет на решение о сертификации.

По итогам проверки составляется акт. В акте комиссия указывает, соответствует или нет проверенная система качества заявленному стандарту, делает заключение о наличии в проверяемой организации системы испытаний, обеспечивающих контроль всех характеристик продукции, указывает сроки устранения малозначительных несоответствий, если они имеются. Акт подписывают члены комиссии, главный эксперт и руководитель проверяемой организации. К нему прилагаются программа проверки, сведения о несоответствиях и уведомлениях. Акт издается в трех экземплярах для проверяемой организации, органа по сертификации и Технического центра Регистра систем качества.

На заключительном совещании главный эксперт представляет руководству предприятия, главным и ведущим специалистам замечания комиссии в порядке их значимости, заключение комиссии о соответствии или несоответствии проверенной системы качества требованиям заявленного стандарта. Он также знакомит их с рекомендациями комиссии для органа по сертификации о выдаче или отказе в выдаче сертификата соответствия системы качества. На этом этап практической оценки соответствия при сертификации систем качества заканчивается.

Этап анализа практической оценки соответствия объекта сертификации установленным требованиям заключается в рассмотрении результатов проверки системы качества в органе по сертификации.

При сертификации систем качества анализ результатов оценки соответствия проводится на основании акта о проверке. Выводы по акту сводятся к одному из трех вариантов:

- 1) система полностью соответствует заявленному стандарту;
- 2) система в целом соответствует стандарту, но обнаружены отдельные малозначительные несоответствия по элементам системы качества;
- 3) система содержит значительные несоответствия.

Решение о сертификации или отказе в ней принимает руководство органа по сертификации совместно с главным экспертом комиссии. В системе сертификации ГОСТ Р окончательное решение принимает Технический центр Регистра систем качества.

Решение по сертификации сопровождается выдачей сертификата соответствия заявителю или отказом в нем. При положительных результатах испытаний (проверок), предусмотренных схемой сертификации, и экспертизы представленных документов орган по сертификации оформляет сертификат соответствия, регистрирует его и выдает лицензию на право применения знака соответствия. Этим знаком маркируются продукция или документация на услуги, прошедшие сертификацию. При отрицательных результатах сертификационных испытаний, несоблюдении требований, предъявляемых к объекту сертификации, или отказе заявителя от оплаты работ по сертификации орган по сертификации выдает заявителю заключение с указанием причин отказа в выдаче сертификата.

Вид сертификата соответствия и срок его действия устанавливаются правилами системы сертификации. Как правило, действие сертификата системы качества предприятий — 3 года.

Инспекционный контроль за сертифицированным объектом проводится органом, выдавшим сертификат, если это предусмотрено схемой сертификации. Он проводится в течение всего срока действия сертификата обычно один раз в год в форме периодических проверок. В комиссии органа по сертификации при инспекционном контроле могут участвовать специалисты территориальных органов Госстандарта России, представители обществ потребителей и других заинтересованных организаций. Внеплановые проверки осуществляются в случаях информации о претензиях к качеству продукции и услуг, а также при существенных изменениях в конструкции сертифицированного изделия, технологии оказания услуг или организационной структуре предприятия, влияющих на элементы системы качества.

Инспекционный контроль включает анализ информации о сертифицированном объекте, проведение выборочных проверок образцов элементов системы. По итогам инспекционного контроля составляется акт, где делается заключение о возможности сохранения действия сертификата или о приостановлении его действия. Информация о приостановлении доводится органом по сертификации до сведения заявителя, потребителей, представителей Росстандарта и других участников системы сертификации. Приостановление действия сертификата происходит в случае выявления нарушений его использования, которые можно устранить в достаточно короткое время. В этом случае орган по сертификации предписывает заявителю выполнение корректирующих мероприятий и устанавливает срок их реализации. Заявитель со своей стороны должен уведомить потребителей его продукции или услуг о выявленных несоответствиях и предпринять соответствующие меры.

Отмена действия сертификата соответствия и права применения знака соответствия осуществляется при несоответствии продукции и услуги требованиям нормативных документов, а также в случае изменения нормативного документа на объект сертификации, технологического процесса изготовления продукции или реализации услуги; конструкции,

комплектности продукции или состава услуг. Отмена сертификата действует с момента исключения его из реестра системы сертификации.

Внедрение СМК и сертификация систем управления позволяет оптимизировать многие производственные процессы, в то же время, облегчая процесс управления компанией не только ее владельцу, но и текущую работу каждому из сотрудников, а также продемонстрировать потребителям и партнерам надежность и качество товаров или услуг независимо от отрасли или сферы деятельности. Сертификация систем управления качеством – это критерий доверия клиентов, заказчиков и партнеров.

Библиографический список

3. Федеральный закон О техническом регулировании (184-ФЗ)
4. ГОСТ Р 9001 – 2008 Системы менеджмента качества. Требования
5. Правила по проведению сертификации в Российской Федерации (утверждены постановлением Госстандарта России от 10.05.2000 г.)
6. Гиссин В.И. Управление качеством продукции: Учебное пособие. – Ростов на Дону «Феникс», 2007.
7. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие. – Москва. Логос, 2003

УДК 681.532.55

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ УПРУГОЙ МУФТЫ

А.Ю. Николаев⁷, В.Г. Грудинин⁸

Иркутский государственный технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В работе исследованы динамические характеристики упругой муфты с изменяемым моментом инерции. Муфта представляет собой устройство планетарного типа, с дополнительными массами, жестко закрепленными на сателлитах. При повороте сателлитов центры дополнительных масс меняют свое положение относительно оси вращения и изменяют момент инерции муфты. Применение муфты позволяет гасить угловые вибрации. Использование динамических гасителей колебаний наиболее эффективно при точной настройке, когда частота внешнего воздействия совпадает с резонансной частотой. Частотная область работы динамического гасителя зависит от значений его конструктивных параметров.

Ключевые слова: механические колебания – динамическое гашение колебаний – упругая муфта - планетарный механизм – амплитудно-частотная характеристика.

Внутренняя виброактивность в машинах и способы снижения виброактивности. Причинами возникновения динамических нагрузок могут являться неравномерность вращения приводного двигателя, несинхронность и податливость передачи, переменные рабочие нагрузки, динамические воздействия системы управления [1].

Привод с карданной передачей является несинхронным. Передача вызывает кинематическое возмущение в машинном агрегате [2]. В системе с карданной передачей возникают параметрические и вынужденные колебания [3]. Задачу управления колебаниями в колебательных механических системах вращательного типа можно решить посредством введения в исходную колебательную систему дополнительных связей.

Дополнительные связи могут быть реализованы различными методами. Одним из возможных решений является способ динамического гашения крутильных колебаний, основанный на введении дополнительных связей второго порядка, взаимодействующих с полем инерционных сил [4].

Введение связи с оператором $L(p) = ap^2$ изменяет характеристику исходной системы как качественно, так и количественно. Во-первых, дополнительная связь понижает частоту резонансных колебаний и, во-вторых, на частоте $\omega = \omega_0$ реализуется антирезонансный режим или режим динамического гашения колебаний. Эти полезные локальные свойства систем с дополнительными инерционными звеньями были положены в основу разработки динамических гасителей колебаний.

Введение в расчетную модель инерционных звеньев с массой m_2 и моментом инерции J_2 (рис. 1) позволяет реализовать в колебательной механической системе вращательного типа дополнительную связь с оператором $L(p) = ap^2$. В расчетной схеме колебательной системы приняты следующие дополнительные обозначения:

J_1 – момент инерции входного звена; J_2 – момент инерции дополнительного звена;

J_3 – момент инерции выходного звена; m_2 – масса дополнительного звена;

φ_1 – входное воздействие (кинематическое возмущение);

φ_2 – выходное воздействие (обобщенная координата);

c_{12} – жесткость упругого элемента;

⁷ Николаев Андрей Юрьевич, студент гр. АМ 10-1, e-mail: andrnikolajev@gmail.com,

⁸ Грудинин Владимир Гарриевич, старший преподаватель кафедры Конструирования и стандартизации в машиностроении, тел. 40 – 51 – 46, сот. 89041371795, e-mail: grudinin1960@rambler.ru.

a – расстояние от оси вращения основных звеньев до оси относительного вращения дополнительного звена;
 i – передаточное отношение между входным звеном и дополнительным звеном.

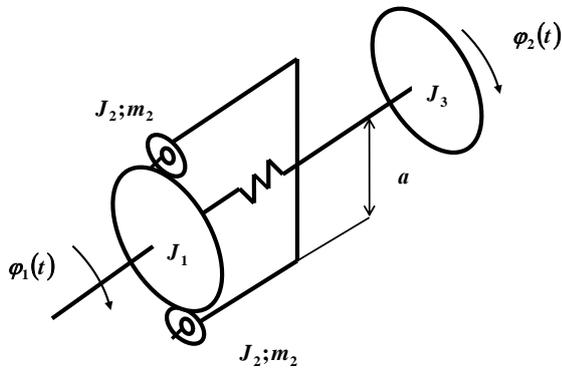


Рис. 1. Расчетная схема системы с дополнительной связью второго порядка

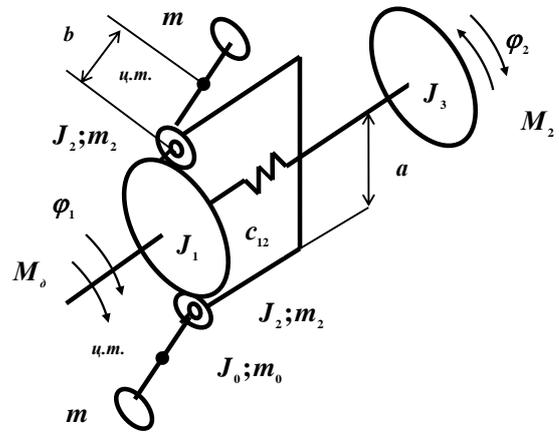


Рис. 2. Расчетная схема гасителя с дополнительными массами

Передаточная функция системы

$$W(p) = \frac{nJ_2 i(i+1)p^2 + c_{12}}{[J_3 + nm_2 a^2 + nJ_2(i+1)^2]p^2 + c_{12}}, \quad (1)$$

Амплитудно-частотная характеристика

$$A(\lambda) = \left| \frac{1 - \alpha\lambda^2}{1 - (1 + \alpha)\lambda^2} \right|, \quad (2) \text{ где}$$

$$\alpha = \frac{nJ_2 i(i+1)}{J_3 + nm_2 a^2 + nJ_2(i+1)^2}; \quad \lambda = \frac{\omega}{\omega_p}; \quad \omega_p = \sqrt{\frac{c_{12}}{J_3 + nm_2 a^2 + nJ_2(i+1)^2}}.$$

Предложенный гаситель имеет лишь одну строго фиксированную частоту динамического гашения. Изменение частоты гашения колебаний за счет изменения параметров гасителя приводит, по существу, к полному изменению конструкции гасителя. С целью устранения указанных недостатков на основе того же оригинального способа гашения крутильных колебаний предложен гаситель колебаний с грузами массой m , жестко закрепленных на дополнительных звеньях с массой m_2 . Схема гасителя колебаний приведена на рис. 2.

Передаточная функция системы

$$W(p) = \frac{\varphi_2(p)}{\varphi_1(p)} = \frac{k_2 p^2 + \omega_{12}^2 + k_1 \omega_0^2}{p^2 + \omega_{12}^2 + k_1 \omega_0^2}, \quad (3) \text{ где } k_1$$

, k_2 , ω_{12} – коэффициенты, определяемые массо-инерционными и геометрическими свойствами системы.

Амплитудно-частотная характеристика системы

$$A(\omega) = \left| \frac{\omega_{12}^2 + k_1 \omega_0^2 - k_2 \omega^2}{\omega_{12}^2 + k_1 \omega_0^2 + \omega^2} \right|. \quad (4)$$

Анализ амплитудно-частотных характеристик динамического гасителя с грузами. В работе [5] проведена качественная оценка режимов динамического гашения колебаний гасителем с грузами m , жестко закрепленных на дополнительных звеньях с массой m_2 .

Вместе с тем, при настройке гасителя и выборе его конструктивных элементов необходимо провести анализ влияния отдельных параметров устройства на режимы динамического гашения колебаний в рабочей области угловых скоростей привода. Такой анализ был проведен в работе [6].

Для оценки свойств гасителя рассмотрим выражение амплитудно-частотной характеристики не в функции частоты ω_g возмущающего воздействия, а в функции угловой частоты ω_0 . При этом следует учесть, что между этими частотами существует зависимость

$$\omega_g = \nu \omega_0. \quad (5)$$

Здесь $\omega_0 = \pi \cdot n / 30$ – угловая частота колебаний вала;

n – частота колебаний вала в минуту;

ν – порядок гармоники возмущающего воздействия (число периодов гармоники, укладывающееся в одном обороте вала).

С учетом этого соотношения амплитудно-частотная характеристика гасителя (4) будет иметь вид

$$A(\omega) = \frac{\omega_{12}^2 + k_1 \omega_0^2 - k_2 \nu^2 \omega_0^2}{\omega_{12}^2 + k_1 \omega_0^2 - \nu^2 \omega_0^2}. \quad (6)$$

Приравняв к нулю числитель, а затем знаменатель (6), получим значения угловой частоты привода, соответствующие режиму динамического гашения колебаний ω_{0d} и резонансному режиму ω_{0p} :

$$\omega_{0d} = \sqrt{\frac{\omega_{12}^2}{k_2 \nu^2 - k_1}}, \quad (7)$$

$$\omega_{0p} = \sqrt{\frac{\omega_{12}^2}{\nu^2 - k_1}}. \quad (8)$$

Из выражений (7) и (8) следует, что при значениях $k_2 < 1$ $\omega_{0d} > \omega_{0p}$, а при $k_2 > 1$ $\omega_{0d} < \omega_{0p}$.

При угловой частоте ω_0 , стремящейся к бесконечности, амплитудно-частотные характеристики стремятся к асимптотам, уравнение которых имеет вид

$$z = (k_2 \nu^2 - k_1) / (\nu^2 - k_1). \quad (9)$$

Как видно из выражения (9), при $k_2 < 1$ $z < 1$, а при $k_2 > 1$ $z > 1$. Амплитудно-частотные характеристики, соответствующие этим случаям приведены на рис. 3.

Условие $k_2 > 1$ можно рассматривать как формальное, так как из выражения

$$k_2 = \frac{ni[(J_0 + m_0 b^2)(i+1) + m_0 b^2(i-1) - m_0 abc \cos \alpha_0]}{n[(J_0 + m_0 b^2)(i+1)^2 + m_0 [a^2 + b^2(i-1)^2 - 2ab \times (i-1) \cos \alpha_0]] + J_3}$$

видно, что k_2 всегда меньше единицы. Таким образом, эффективно можно использовать лишь те свойства гасителя, которые определяются амплитудно-частотной характеристикой, показанной на рис. 3, а при $k_2 < 1$.

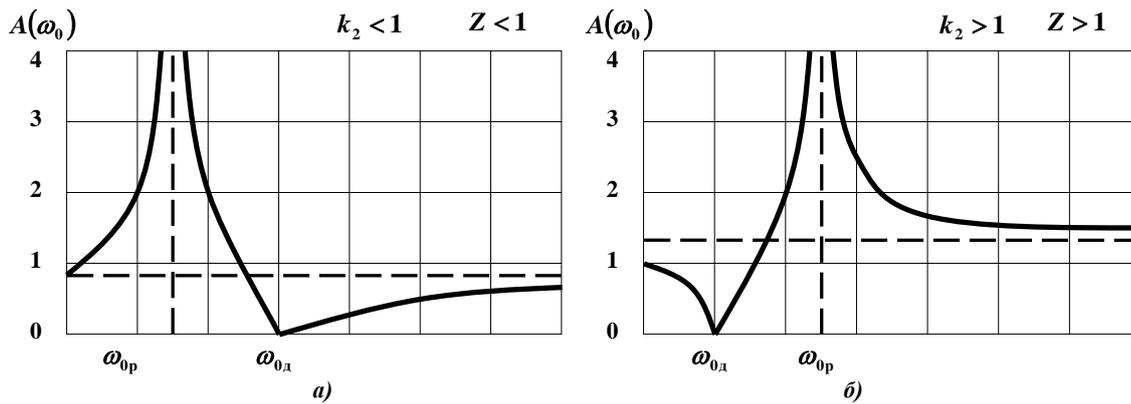


Рис. 3. Зависимость амплитудно-частотной характеристики от параметров гасителя

АЧХ самонастраиваемой системы, инвариантной по отношению к возмущению вида $\omega_e = \nu\omega_0$ определяется из уравнения

$$A(\lambda^*) = \sqrt{(1 - k_2\lambda^{*2})^2 / (1 - \lambda^{*2})^2}, \quad (10)$$

где $\lambda^* = \omega / \omega_c$, $\omega_c = \sqrt{\omega_{12}^2 + k_1\omega_0^2}$,

с учетом $\omega_{12} = 0$, т.к. $c_{12} = 0$ и имеет вид

$$A(\omega) = \frac{k_1\omega_0^2 - k_2\nu^2\omega_0^2}{k_1\omega_0^2 - \nu^2\omega_0^2} \quad (11)$$

Порядок гармоники ν_δ возмущающего воздействия, на которой происходит самонастройка, и порядок гармоники ν_p , на которой возникает резонансный режим, определяются выражениями

$$\nu_\delta = \sqrt{k_1/k_2}, \quad (12)$$

$$\nu_p = \sqrt{k_1/k_2}. \quad (13)$$

Разнос частот динамического гашения и резонансных частот в самонастраиваемой системе характеризуется коэффициентом k_2 , т.к.

$$\nu_p\omega_0 = \sqrt{k_1/k_2}\nu_\delta\omega_0. \quad (14)$$

Для исследования влияния конструктивных параметров гасителя на его динамические свойства запишем выражения (6) и (12) в развернутом виде

$$A(\omega_0) = \frac{c_{12} + nm_0abi^2\omega_0^2 \cos \alpha_0 - ni[(J_0 + m_0b^2)(i+1) + m_0b^2(i-1) - m_0ab \cos \alpha_0]\nu^2\omega_0^2}{c_{12} + nm_0abi^2\omega_0^2 \cos \alpha_0 - ni \left\{ (J_0 + m_0b^2)(i+1)^2 + m_0 \begin{bmatrix} b^2(i-1) \\ -2ab(i-1) \cdot \\ \cdot \cos \alpha_0 \end{bmatrix} \right\} \cdot \nu^2\omega_0^2 + J_3\nu^2\omega_0^2} \quad (15)$$

$$\nu_\delta = \sqrt{\frac{nm_0abi^2 \cos \alpha_0}{ni[(J_0 + m_0b^2)(i+1) + m_0b^2(i-1) - m_0ab \cos \alpha_0]}}. \quad (16)$$

Из выражений (15) и (16) следует, что динамические свойства системы с динамическим гасителем зависят от всех параметров ($c_{12}, J_3, J_0, i, n, a, b, \alpha_0, m_0$), но наибольшее влияние на динамику оказывают конструктивные параметры i, a, b . На рис. 4 и 5 приведены кривые $A(\omega_0)$, построенные по выражению (15).

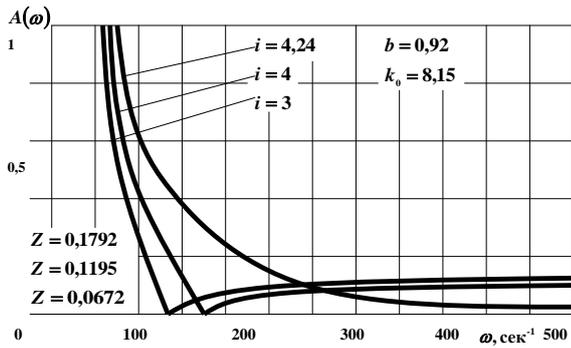


Рис. 4. Зависимость частоты динамического гашения от угловой скорости ω и параметра i

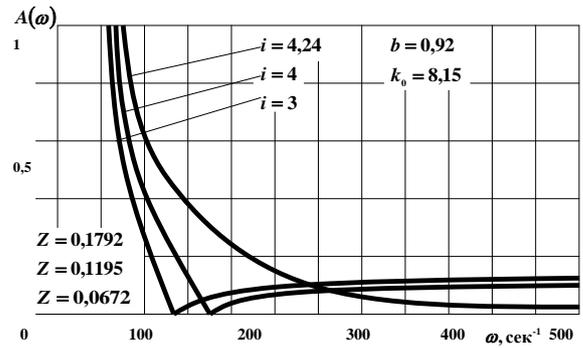


Рис. 5. Зависимость частоты динамического гашения от угловой скорости ω и параметра $k_0 = a/b$

На рис. 6 приведены зависимости значений ν , построенные по (16) и отражающие влияние параметров i и $k_0 = a/b$ на динамические свойства гасителя при следующих его конструктивных параметрах:

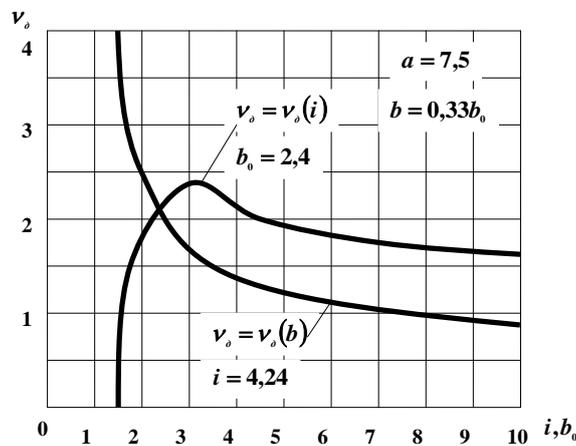


Рис. 6. Зависимость порядка ν гармоник самонастройки гасителя от значений i и b

Анализ результатов показывает, что наибольшее влияние на динамические свойства гасителя оказывает соотношение конструктивных параметров a и b . Изменение их отношения $k_0 = a/b$ в пределах $3,75 \geq k_0 \geq 0,94$ позволяет обеспечить режим динамического гашения в диапазоне изменения ω_0 от 80 сек^{-1} до 500 сек^{-1} и режим самонастройки в инвариантных системах на 1, 2, 3 гармониках несущей круговой частоты. При $b=0$ система с динамическим гасителем, описанная уравнением

$$\ddot{\varphi}_2 + (\omega_{12}^2 + k_1 \omega_0^2) \dot{\varphi}_2 = k_2 \varphi_1 + (\omega_{12}^2 + k_1 \omega_0^2) \varphi_1 \quad (17),$$

вырождается в систему, описанную уравнением

$$[J_3 + nm_2 a^2 + nJ_2(i+1) + nJ_2 i(i+1)] \ddot{\varphi}_2 - nJ_2(i+1) \dot{\varphi}_1 = c_{12}(\varphi_1 - \varphi_2). \quad (18)$$

Следует заметить, что возможность эффективного воздействия на динамические свойства гасителя изменением k_0 имеет важное практическое значение, т.к. изменение k_0 конструктивно реализуется значительно проще, чем изменение других параметров, например, чем изменение передаточного отношения i .

Очевидно, что наличие сопротивления в данном гасителе приведет к тем же качественным результатам, которые были для гасителя без грузов. То есть амплитудно-частотная характеристика не будет иметь разрыва второго рода (максимум ее будет ограничен) и ярко выраженного эффекта динамического гашения.

Библиографический список

1. Коловский М.З. Динамика машин. – Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1989. – 263 с.: илл.
2. Грудинин В.Г. Кинематика привода с карданной передачей, Иркутск, Вестник ИрГТУ, 2011 г., №11, с. 20-27.
3. Грудинин В.Г. Динамика привода с карданной передачей, Иркутск, Вестник ИрГТУ, 2011 г., №12.
4. Грудинин В.Г. Исследование влияния дополнительных связей в колебательных механических системах вращательного типа, Иркутск, Вестник ИрГТУ, 2011, №2, с. 34-40.
5. Грудинин В.Г. Способ динамического гашения крутильных колебаний дополнительными связями второго порядка, Вестник ИрГТУ, Иркутск, 2011, №5, с. 6-15.
6. Грудинин В.Г. Выбор частотной области эффективной работы динамического гасителя угловых колебаний, Вестник ИрГТУ, 2012, №9, с. 34-40.