



# ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия  
(СибАДИ)»

# **ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Электронный журнал сетевого размещения учрежден ФГБОУ ВПО «СибАДИ» в 2014 г.

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Эл. № ФС77-59505 от 03 октября 2014 г.

Периодичность 4 номера в год. издается с 2015 г.

Представлен в Научной Электронной Библиотеке eLIBRARY.RU и включен в Российский  
индекс научного цитирования (РИНЦ).

Предназначен для информирования научной общественности о новых научных результатах,  
инновационных разработках профессорско-преподавательского состава, докторантов,  
аспирантов и студентов, а также ученых других вузов.

Выпуск 3(3), декабрь 2015 г.

Дата опубликования: 22.12.15

*Главный редактор Кирничный В. Ю.*, д-р экон. наук, доц., ректор ФГБОУ ВПО "СибАДИ"  
*Зам. главного редактора Бирюков В. В.*, д-р экон. наук, проф., проректор по НР ФГБОУ ВПО "СибАДИ"

**Редакционная коллегия:**

**Глотов Б.Н.**, д-р техн. наук, профессор Карагандинского государственного технического университета, Республика Казахстан, г. Караганда.

**Ефименко В.Н.**, доктор технических наук, декан факультета «Дорожное строительство», зав. кафедрой «Автомобильные дороги» ФГБОУ ВПО «ТГАСУ».

**Жигадло А.П.**, д-р пед. наук, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «СибАДИ», г. Омск.

**Жусупбеков А.Ж.**, Вице – Президент ISSMGE по Азии, Президент Казахстанской геотехнической ассоциации, почетный строитель Республики Казахстан, директор геотехнического института, заведующий кафедрой «Строительства» ЕНУ им Л.Н. Гумилева, член-корреспондент Национальной Инженерной Академии Республики Казахстан, д-р техн. наук, профессор, г. Астана, Казахстан.

**Исаков А.Л.**, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)», г. Новосибирск.

**Карпов В. В.**, д-р экон. наук, профессор, директор Омского филиала ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Омск.

**Лис Виктор**, канд. техн. наук, инженер - конструктор специальных кранов фирмы Либхерр - верк Биберах ГмбХ (Viktor Lis Dr-Ing. (WAK), Libherr-Werk Biberach GmbH), Mittlbiberach, Германия.

**Матвеев С.А.**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «СибАДИ», г. Омск.

**Миллер А.Е.** д-р экон. наук, профессор ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, г. Омск.

**Мочалин С.М.**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «СибАДИ», г. Омск.

**Насковец М.Т.**, канд., техн., наук, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск.

**Пономаренко Ю.Е.** д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВПО «СибАДИ», г. Омск.

**Псэринос Бэзил**, доктора инженерных наук, профессор Национального технического университета, г. Афины, Греция.

**Щербаков В.С.**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «СибАДИ».

*Editor-in-Chief - Kirnichny V. Y.*, doctor of economic sciences, associate professor, rector of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI)

*Deputy editor-in-chief - Biryukov V.V.*, doctor of economic sciences, professor, pro-rector for scientific research of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI)

**Members of the editorial board:**

**Glotov B.N.**, doctor of technical sciences, professor, Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan.

**Efimenko V. N.**, doctor of technical sciences, dean of faculty "Road construction", department chair "Highways" FGBOU VPO "TGASU".

**Zhigadlo A.P.**, doctor of pedagogical sciences, candidate of technical sciences, associate professor of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI), Omsk.

**Zhusupbekov A.Z.**, Vice - President of ISSMGE in Asia, President of Kazakhstan Geotechnical Association, honorary builder of the Republic of Kazakhstan, director of the Geotechnical Institute, head of the department "Construction" of L.N. Gumilyov Eurasian National University, corresponding member of the National Academy of Engineering of the Republic of Kazakhstan, doctor of technical sciences, professor, Astana, Kazakhstan.

**Isakov A.L.**, doctor of technical sciences, professor FGBOU VPO "Siberian State University of Means of Communication (SSUMC)", Novosibirsk.

**Karpov V.V.**, doctor of economic sciences, professor, director of the Omsk branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Omsk.

**Lis Victor**, candidate of technical sciences, design-engineer of special cranes of Liebherr - Werk Biberach GmbH (Viktor Lis Dr-Ing. (WAK), Libherr-Werk Biberach GmbH), Mittlbiberach, Germany.

**Matveev S.A.**, doctor of technical sciences, professor, of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI).

**Miller A.E.**, doctor of economic sciences, professor OMGU of F.M. Dostoyevsky, Omsk.

**Mochalin S.M.**, doctor of technical sciences, professor, of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI), Omsk.

**Naskovets M.T.**, candidate of the technical science, YO "Belarusian State Technological University", Minsk, Belarus.

**Ponomarenko Yu.E.**, doctor of technical sciences, professor, of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI), Omsk.

**Psarianos Basil**, Dr-Ing., professor Natl Technical University, Athens, Greece

**Shcherbakov V.S.**, doctor of technical sciences, professor, of the Siberian State Automobile and Highway Academy (SibADI), Omsk.

Редакционная коллегия осуществляет экспертную оценку,  
рецензирование и проверку статей на плагиат.

Исполнительный редактор Е. Р. Ищак

Выпускающий редактор Т. В. Куприна

Публикация статей произведена с оригиналов, подготовленных авторами.

Информация об авторах расположена в конце статей.

---

Текстовое (символьное) электронное издание

Системные требования: Intel или AMD; Windows XP/Vista/7;

мышь; программа для чтения pdf-файлов: Adobe Acrobat Reader

Адрес редакции: 644080, г. Омск, просп. Мира 5, патентно-информационный  
отдел, каб. 3226.

Тел. (3812) 65-23-45. e-mail: [ttc.sibadi@yandex.ru](mailto:ttc.sibadi@yandex.ru)

Адрес в сети Интернет: <http://ttc.sibadi.org/>

Объем 6,5 Мб

Дата размещения на сайте 25.12.2015 / Дата подписания к использованию  
22.12.2015

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ I НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

**Д.С. Алешков, Н.Ю. Аюпова**

Нелинейная множественная регрессия показателей рабочего процесса фрезы питателя фрезерно-роторного снегоочистителя

**О.Д. Буракова, И.А. Анисимов**

Снижение затрат на обустройство нерегулируемых пешеходных переходов, согласно типовых схем

**С. С. Журавлев, К. В. Зубарев**

Апробация способа управления мощностью ДВС отключением цилиндров

**П.Г. Колупаева, А.С. Гаваев**

Анализ статистических данных обучающихся в автошколе города Тюмень

**И.С. Лексутов**

Концептуализация железнодорожного транспорта как открытой автоматизированной организационно-технической системы

### РАЗДЕЛ II СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

**М.Ю. Евтушенко, М.Е. Агапов**

Сила сопротивления движению рабочего органа цепного траншейного экскаватора в поперечной плоскости

### РАЗДЕЛ III ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

**А.С. Белокопытов, С.А. Матвеев**

Распределение перемещений в упругом слое

**А.С. Нестеров, В.А. Гриценко**

Вдавливание многосекционных свай из армированного пластика при усилении фундаментов

**Ю.Е. Пономаренко, А.С. Нестеров**

Применение принципа вдавливания при погружении стального шпунта в строительстве подземного перехода

### РАЗДЕЛ IV ЭКОНОМИКА

**Ю.Н. Бокарева, А.В. Терентьев**

Концептуальные аспекты маркетинговой логистики обслуживания потребителей

**А.А. Лисневская, А.В. Терентьев, Ю.Н. Бокарева**

Современное состояние отечественной теории и практики маркетинговой логистики

# РАЗДЕЛ I

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

---

УДК 625.76

### НЕЛИНЕЙНАЯ МНОЖЕСТВЕННАЯ РЕГРЕССИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ФРЕЗЫ ПИТАТЕЛЯ ФРЕЗЕРНО-РОТОРНОГО СНЕГООЧИСТИТЕЛЯ

Д.С. Алешков, Н.Ю. Аюпова

**Аннотация.** Предложена расчетная схема работы питателя фрезерно-роторного снегоочистителя. На основании имитационной модели построена регрессионная модель, позволяющая определять различные показатели рабочего процесса питателя фрезерно-роторного снегоочистителя.

**Ключевые слова:** рабочий процесс фрезерно-роторного снегоочистителя, нелинейная множественная регрессия, точность аппроксимации, коэффициент регрессии.

### NONLINEAR MULTIPLE REGRESSION OF INDICATORS OF WORKING PROCESS OF THE MILL OF THE FEEDER OF THE MILLING AND ROTOR SNOWPLOW

D.S. Aleshkov, N.Y. Ayupova

**Abstract.** The settlement scheme of work of a feeder of a milling and rotor snowplow is offered. On the basis of imitating model the regression model allowing to define various indicators of working process of a feeder of a milling and rotor snowplow is constructed.

**Keywords:** working process of a milling and rotor snowplow, nonlinear multiple regression, approximation accuracy, regression coefficient.

#### **Введение**

Для решения задач обоснованного выбора конструктивных и кинематических параметров питателя фрезерно-роторного снегоочистителя, могут использоваться разнообразные критерии сравнения вариантов.

На основании расчетной схемы (см. рисунок 1) и математической модели [1] работы питателя фрезерно-роторного снегоочистителя представляется возможным, посредством имитационного моделирования, осуществлять выбор параметров: величины проекций вектора скорости, ускорения, перемещения

снежной частицы в каждый момент времени, энергоёмкость фрезы питателя. Однако использование имитационной модели связано с большими временными затратами, поэтому целесообразно построение на ее основе регрессионной модели, позволяющей определять энергоёмкость и другие производные критерии [2] работы питателя фрезерно-роторного снегоочистителя с минимальными временными затратами и достаточно быстро осуществлять выбор наиболее рационального варианта питателя фрезерно-роторного снегоочистителя.

**Основная часть**

Согласно разработанному плану полного факторного эксперимента с ограничениями (см. таблица 1), посредством имитационного моделирования, была сформирована выборка из наблюдений величины энергоёмкости фрезы (отдельных вычислительных экспериментов), представляющая собой дискретные численные значения, указанного выше критерия эффективности:

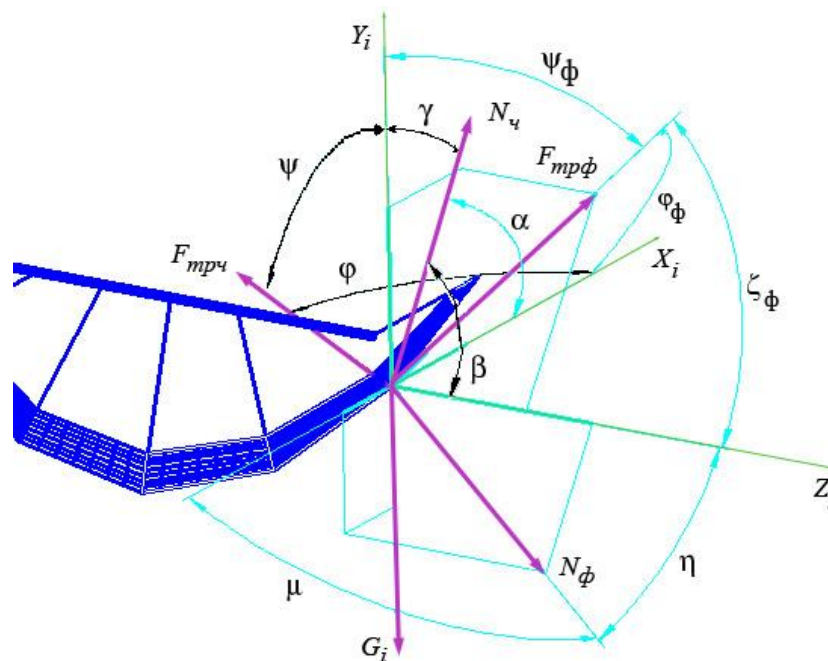


Рис. 1. Расчетная схема действующих сил на снежную частицу при ее взаимодействии с лентой фрезы

$$n_{\Sigma} = \prod_1^k n_{ff} \cdot \prod_1^p n_{fch} \cdot \prod_1^q n_{tetta} \cdot \prod_1^r n_R \cdot \prod_1^s n_{omega} \cdot \prod_1^t n_{Vper}$$

где k – количество дискретных значений коэффициента трения снежной частицы о поверхность ленты фрезы, k=3; p – количество дискретных значений коэффициента трения снежной частицы о поверхность отвала, p=3; q – количество дискретных значений угла захода ленты фрезы, q=4; r – количество дискретных значений радиуса фрезы, r=4; s – количество дискретных значений угловой скорости фрезы, s=3; t – количество дискретных значений поступательной скорости питателя фрезерно-роторного снегоочистителя, t=4.

Варьируемые параметры и их диапазоны изменения представлены в таблице 1.

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Таблица 1 – Варьируемые параметры и их диапазоны изменения

Варьируемый параметр	Диапазон изменения	Шаг варьирования
Радиус фрезы питателя, R, м	0,2...0,8	0,14
Поступательная скорость снегоочистителя, $V_{пер}$ , м/с	0...4	1
Угловая скорость вращения фрезы питателя, $\omega$ , рад/с	2...11	2
Угол захода ленты фрезы, $\theta$ , град	15...75	15
Коэффициент трения снежной частицы по поверхности отвала, f	0,03...0,3	0,0776
Коэффициент трения снежной частицы по поверхности ленты фрезы, f	0,03...0,3	0,055

Таким образом, анализируемая выборка составила 1492992 значений.

Учитывая существенную нелинейность полученных зависимостей, возникла необходимость в использовании нелинейной множественной регрессии. Был предложен ее следующий вид:

$$\begin{aligned}
 & a_R R^2 + b_R R + c_R + a_\omega \omega^2 + b_\omega \omega + a_V V^2 + b_V V + a_\theta \Theta^2 + b_\theta \Theta + a_{ff} ff^2 + b_{ff} ff + \\
 & a_{fch} fch^2 + b_{fch} fch + d_{R\omega} R \cdot \omega + d_{RV} R \cdot V + d_{R\Theta} R \cdot \Theta + d_{\omega V} V \cdot \omega + d_{\Theta\omega} \Theta \cdot \omega + (1) \\
 & d_{V\omega} V \cdot \Theta + d_{Rff} R \cdot ff + d_{\omega ff} R \cdot ff \cdot \omega + d_{Vff} V \cdot ff + d_{\Theta ff} \Theta \cdot ff + d_{Rfch} R \cdot fch + \\
 & d_{\omega fch} fch \cdot \omega + d_{Vfch} V \cdot fch + d_{\Theta fch} \Theta \cdot fch + d_{fchff} fch \cdot ff
 \end{aligned}$$

Использование такой квазилинейной регрессии, где нелинейны объясняющие переменные, а неизвестные параметры линейны, позволяет для определения этих коэффициентов непосредственно использовать метод наименьших квадратов [4].

Посредством использования программных продуктов Visual Studio C# и Excel [3, 6] были получены значения коэффициентов уравнения регрессии (1). В результате уравнение регрессии приняло вид:

$$\begin{aligned}
 & -1,084R^2 + 2,291R - 0,186 - 0,026\omega^2 + 1,69\omega + 0,434V^2 - 1,993V + 11,434\Theta^2 - \\
 & - 9,044\Theta + 38,023ff^2 - 39,446ff - 2,207fch^2 + 44,075fch - 0,059R \cdot \omega + \\
 & + 0,239R \cdot V - 3,889R \cdot \Theta - 0,004V \cdot \omega - 1,195\Theta \cdot \omega - 0,993V \cdot \Theta - 2,111R \cdot ff - (2) \\
 & - 0,101R \cdot ff \cdot \omega + 0,67V \cdot ff + 35,534\Theta \cdot ff + 16,174R \cdot fch + 0,021fch \cdot \omega - \\
 & - 0,153V \cdot fch - 44,049\Theta \cdot fch - 14,594fch \cdot ff
 \end{aligned}$$

Анализ показателей качества уравнения множественной нелинейной регрессии (2) показал, что оно дает удовлетворительную аппроксимацию [5], выборочный коэффициент детерминации равен 0,969.

На рисунке 2, 3, в качестве примера, представлены экспериментальные и регрессионные графики зависимости энергоемкости питателя фрезерно-роторного снегоочистителя от его основных геометрических параметров.



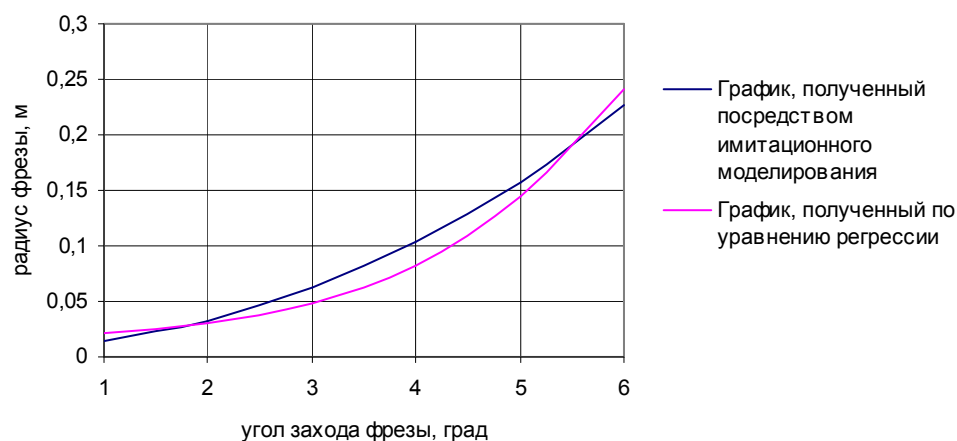


Рис. 2. Зависимость энергоемкости работы фрезы питателя в зависимости от угла захода и радиуса фрезы

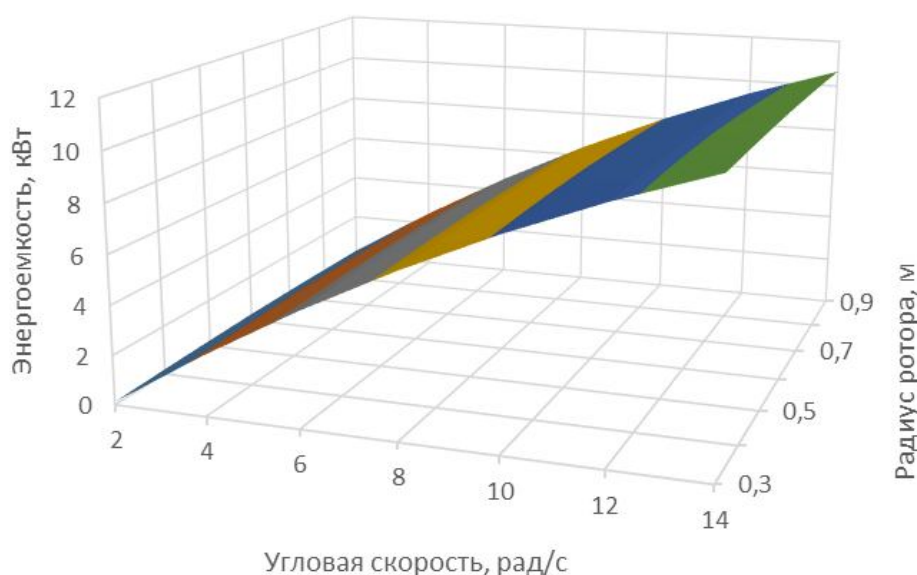


Рис. 3. Зависимость энергоемкости работы фрезы питателя в зависимости от угловой скорости вращения ротора и радиуса ротора

Было получено уравнение нелинейной множественной регрессии и показано, что использование уравнения (2) позволяет проводить адекватную оценку эффективности работы питателя фрезерно-роторного снегоочистителя при задании различных геометрических и кинематических параметрах питателя и выявлять зависимости влияния параметров питателя фрезерно-роторного снегоочистителя на эффективность его работы.

### Библиографический список

1. Аюпова, Н.Ю. Определение критерия эффективности работы питателя фрезерно-роторного снегоочистителя / Н.Ю. Аюпова // Инновации и исследования в транс-

портном комплексе: Материалы III Международной научно-практической конференции. Часть I (в двух частях) – Курган. 2015. – С.32-35.

2. Алешков Д.С. Математическое описание работы фрезы питателя / Д.С. Алешков, Н.Ю. Аюпова // Инновации и исследования в транспортном комплексе: Материалы первой международной научно-практической конференции. – Курган. 2013. – С.6-9.

3. Практикум по курсу "Информатика". Работа в Windows 2000, Word, Excel: учеб. пособие / В.Т. Безручко. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 544 с.

4. Ферстер Э., Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа: Руководство для экономистов / Пер. с нем. и предисл. В.М. Ивановой. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 302 с.

5. Щербаков, В.С. Обоснование многомерной нелинейной регрессивной модели показателей рабочего процесса мостового крана / В.С. Щербаков и др. // Вестник СибаДИ. – 2015. – № 2(42). – С. 81-89.

6. Excel 2000: руководство пользователя с примерами / Г.В. Рахмина. –М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 592 с. : ил.

**Алешков Денис Сергеевич** (Россия, Омск) – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «СибаДИ», каф. Техносферная безопасность (644080, пр. Мира ,д. 5, e-mail: denisaleshkov@mail.ru)

**Аюпова Наталья Юрьевна** (Россия, Омск) – аспирант, ФГБОУ ВПО «СибаДИ», каф. Техносферная безопасность (644080, пр. Мира ,д. 5, e-mail: natali@mail.ru)

УДК 656.13/73.31.41

### **СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ НА ОБУСТРОЙСТВО НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ, СОГЛАСНО ТИПОВЫХ СХЕМ**

О.Д. Буракова, И.А. Анисимов

**Аннотация.** В данной работе рассматривается соответствие нерегулируемых пешеходных переходов новым требованиям, а также снижение стоимости установки оборудования, путем применения фотозлектрических преобразователей.

**Ключевые слова:** улично – дорожная сеть, типовая схема, организация дорожного движения, фотозлектрические преобразователи, пешеходный переход.

### **REDUCING THE COSTS OF UNREGULATED PEDESTRIAN CROSSING ARRANGEMENT UNDER MODEL SCHEME**

O.D. Burakova, I.A. Anisimov

**Abstract.** This study examines the correspondence unregulated crosswalks new requirements as well as reducing the cost of installing the equipment through the use of photovoltaic cells.

**Keywords:** street - road network, a typical scheme, traffic management, photovoltaic cells, the crosswalk.

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

С 28 февраля 2014 года вступили в действие поправки к стандартам, касающиеся безопасности дорожного движения (ГОСТ Р 52289-2004, ГОСТ Р 52290-2004, ГОСТ Р 52605-2006, ГОСТ Р 51256-2011, ГОСТ Р 52765-2007, ГОСТ Р 52766-2007).

Особенное внимание было уделено обеспечению безопасности пешеходов [2]. А в частности, были разработаны типовые схемы организации дорожного движения на нерегулируемом и регулируемом пешеходных переходах.

Основные требования, которые должны соблюдаться при обустройстве пешеходных переходов во всех регионах РФ:

1. Использование разметки пешеходного перехода на желтом фоне.
2. Использование дорожных знаков «Пешеходный переход» на световозвращающих щитах желто-зеленого цвета.
3. Установка дублирующих дорожных знаков «Пешеходный переход» над проезжей частью при четырех и более полосах движения.
4. Установка искусственных дорожных неровностей («лежачих полицейских») перед каждым пешеходным переходом в населенных пунктах, за исключением магистральных дорог и улиц [5].
5. Дублирование предупреждающих дорожных знаков (в т. ч. «Дети») дорожной разметкой на каждой полосе движения.

Одной из главных типовых схем является организация улично-дорожной сети [1] вблизи образовательных организаций, которые представлены на рисунке 1 и на рисунке 2.

Типовая схема организации дорожного движения на нерегулируемом пешеходном переходе в непосредственной близости от образовательного учреждения при двухполосном движении транспортных средств



Рис. 1 Типовая схема организации дорожного движения на нерегулируемом пешеходном переходе в непосредственной близости от образовательного учреждения при двухполосном движении транспортных средств

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Типовая схема организации дорожного движения на регулируемом пешеходном переходе в непосредственной близости от образовательного учреждения при шестиполосном движении транспортных средств с разделительной полосой

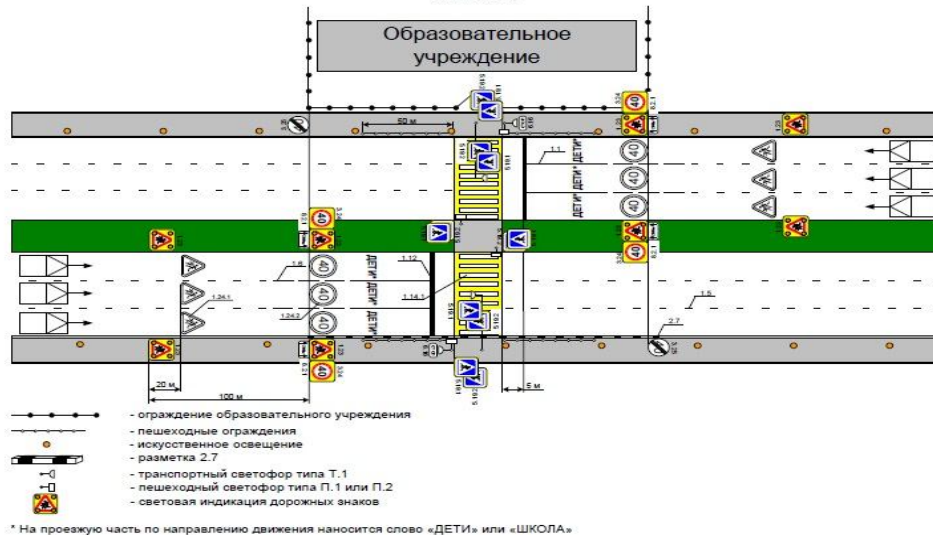


Рис. 2 Типовая схема организации дорожного движения на регулируемом пешеходном переходе в населенном пункте при шестиполосном движении транспортных средств с разделительной полосой

Из представленных мер по оборудованию пешеходных переходов [8] вблизи образовательных учреждений, наиболее затруднительным является оснащение его светофором Т7 в двухстороннем исполнении и установка световой индикации дорожных знаков. Данные объекты нуждаются в постоянном снабжении электроэнергией, которую согласно СНиП 2.07.01.-89\* раздел 7 «Инженерное оборудование» необходимо размещать в пределах поперечных профилей улиц и дорог, под тротуарами или разделительными полосами.

Как правило, в условиях улично-дорожной сети существует ряд проблем, затрудняющих проведение электроэнергии к каждому дорожному светофору типа Т.7, к ним относятся: размещение инженерных сетей под тротуарами и проезжими частями; работы по размещению инженерных сетей (прокол, учет других смежных -тепло и -электро сетей); нахождение ближайшей подстанции или распределительных устройств.

(7.20\* «Инженерные сети следует размещать преимущественно в пределах поперечных профилей улиц и дорог; под тротуарами или разделительными полосами - инженерные сети в коллекторах, каналах или тоннелях; в разделительных полосах - тепловые сети, водопровод, газопровод, хозяйственную и дождевую канализацию»).

Альтернативным вариантом данного оборудования являются фотоэлектрические преобразователи, преимущество которых заключается в простой установке и экономичности [7].

Спроектировав установку светофорных объектов на ФЭП, с учетом внешних факторов [6], можно добиться в значительной мере снижение экономических затрат при обустройстве нерегулируемых пешеходных переходов.

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

---

Для наглядного сравнения на диаграмме 1 и 2 представлено отношение стоимости энергоснабжения и оборудования от электросети и ФЭП.



Рис. 1. Отношение стоимости энергоснабжения от электросети к стоимости оборудования



Рис. 2. Отношение стоимости энергоснабжения от ФЭП к стоимости оборудования

С целью выявления соблюдения типовых схем организации дорожного движения и возможности установки светофорных объектов типа Т7 на фотоэлектрических преобразователях, был проведен анализ существующих нерегулируемых пешеходных переходов вблизи образовательных учреждений в городе Тюмени [3].

**Пешеходные переходы в г. Тюмени, не соответствующие новым стандартам:**

1. На ул. Урицкого вблизи образовательного учреждения «Пионер», который не соответствует ряду требований: отсутствие пешеходных ограждений, дорожного светофора типа Т.7 (двухстороннего исполнения), разметки 2.7, световая индикация дорожных знаков, рисунок 3.

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

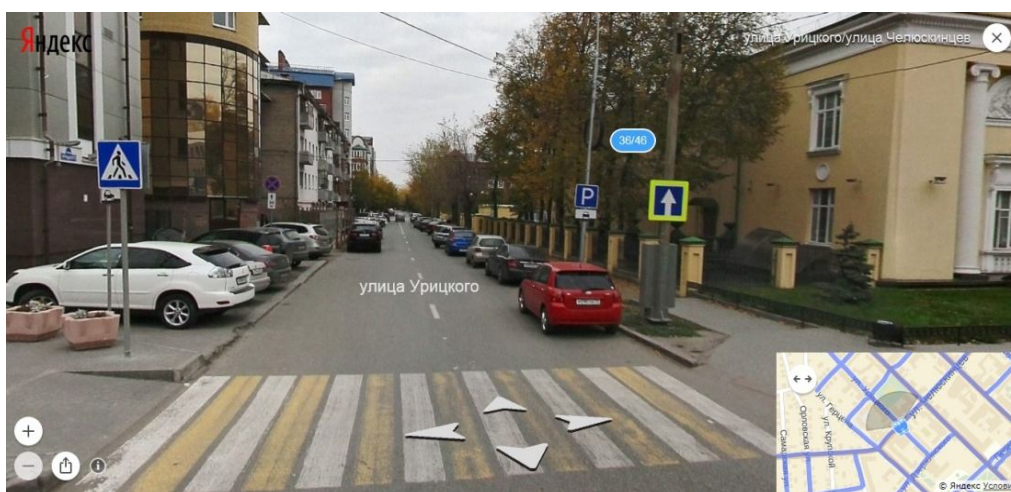


Рис. 3. улица Урицкого

2. На ул. 50 лет Октября около четырех образовательных учреждений (ТюмГНГУ, гимназия № 12, Педагогический колледж, художественная школа им. Митинского), который не соответствует ряду требований: отсутствие пешеходных ограждений, транспортного светофора типа Т.1, пешеходного светофора типа П.1 или П.2, разметки 2.7, световая индикация дорожных знаков, рисунок 4.

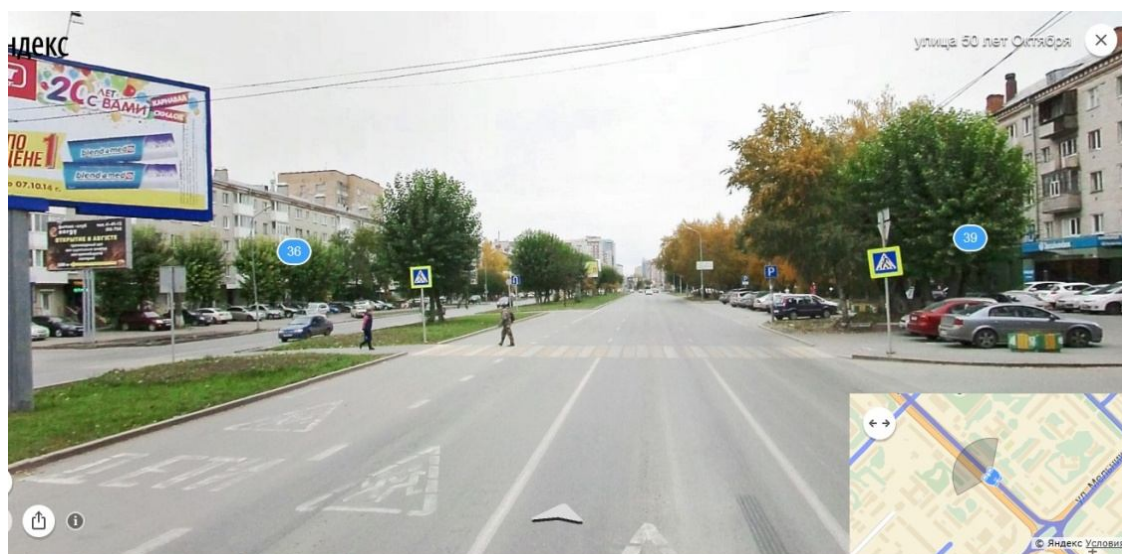


Рис. 4 улица 50 лет Октября

3. На ул. Первомайская вблизи образовательного учреждения (школа № 25), который не соответствует ряду требований: отсутствие пешеходных ограждений, дорожного светофора типа Т.7 (двухстороннего исполнения), разметки 2.7, световая индикация дорожных знаков, рисунок 5.

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

---



Рис. 5. улица Первомайская

Таким образом, обустройство пешеходных переходов требует значительных затрат, их снижение можно достичь, путем применения альтернативного источника энергии - фотоэлектрического преобразователя, который позволит работать светофорному объекту в автономном режиме, а также упростит соблюдение типовых схем организации дорожного движения. Кроме того в ходе опытов было установлено, что эффективность работы данного вида энергии можно увеличить, путем учета внешних факторов (географические координаты, степень затененности, количество осадков, температура окружающего воздуха), оказывающих негативное влияние на выработку солнечной электроэнергии [4].

### Библиографический список

1. Буракова О.Д., Анисимов И.А. Проведение исследований работы фотоэлектрических преобразователей в переменных условиях улично-дорожной сети [Текст]// Сборник материалов международной научно-технической конференции. Т. 3. Проектирование, сооружение и эксплуатация систем транспорта и хранения нефти и газа. Автомобильно-дорожные проблемы нефтегазового комплекса / ТюмГНГУ; отв. ред. П. В. Евтин. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – 346 с.
2. Буракова О.Д., Анисимов И.А. Повышение эффективности работы солнечных фотоэлектрических преобразователей в системе «Сигнального освещения пешеходных переходов» [Текст]//Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Часть I (в двух частях) – Курган, 2015. – 384с.
3. Буракова О.Д. Влияние затененности места установки оборудования на работу фотоэлектрических преобразователей в системе «Сигнального освещения пешеходных переходов» [Текст]//Сборник материалов всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Новые технологии – нефтегазовому региону». – Тюмень. – 2015.- т. 3.- 348 с.
4. Буракова О.Д., Анисимов И.А. Влияние внешних факторов на работу солнечных фотоэлектрических преобразователей в системе «Сигнального освещения пешеходных переходов» [Текст]// Организация и безопасность дорожного движения Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. Тюмень, 2015. С. 45-49.
5. Буракова О.Д., Анисимов И.А. Факторы, влияющие на эффективность работы солнечных батарей в «Системе сигнального освещения пешеходного перехода» [Текст]// Проблемы функционирования систем транспорта Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (с международным участием). Тюмень, 2014. С. 103-104.
6. Кокорина К.С., Анисимов И.А. Световая сигнализация как путь повышения безопасности пешеходных переходов [Текст]// Новые технологии - нефтегазовому региону материалы всероссийской научно-практической конференции. Тюмень, 2011. С. 20-24.

7. Немирович Я.Е., Анисимов И.А. Обоснование применения технических средств организации дорожного движения на пешеходных переходах [Текст]// Организация и безопасность дорожного движения материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. ответственный редактор: В.И Бауэр. 2014. С. 118-123.

8. Сидоренко А.О., Анисимов И.А. Влияние внешних факторов на безопасность пешеходов на нерегулируемых пешеходных переходах [Текст]// Организация и безопасность дорожного движения Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. Тюмень, 2015. С. 259-261.

**Буракова Ольга Дмитриевна** (Россия, г. Тюмень) – студент, гр. ТТПб 14-1 Тюменский государственный нефтегазовый университет. (Тюмень, ул. Володарского, д. 38).

**Анисимов Илья Александрович** (Россия, г. Тюмень) – кандидат технических наук, доцент Тюменский государственный нефтегазовый университет. (Тюмень, ул. Володарского, д. 38).

УДК 621.43

### **АПРОБАЦИЯ СПОСОБА УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ДВС ОТКЛЮЧЕНИЕМ ЦИЛИНДРОВ**

С. С. Журавлев, К. В. Зубарев

**Аннотация.** В статье рассмотрено практическое применение способа отключения части работающих цилиндров двигателя на режимах неполной загрузки двигателя. Рассмотрена возможность автоматизации процесса отключения цилиндров двигателя, предложен алгоритм, реализующий автоматическое отключение цилиндров в зависимости от момента сопротивления на валу двигателя.

**Ключевые слова:** мощность, двигатель внутреннего сгорания, крутящий момент, автоматизация, алгоритм.

### **APPROBATION POWER CONTROL METHOD OF THE ENGINE CYLINDER CUT**

S. S. Zhuravlev, K. V. Zubarev

**Abstract.** The article deals with the practical application of the method of disabling the engine running at partial load mode of the engine. The possibility of automating the process of disabling the engine, an algorithm that implements the automatic shutdown of cylinders, depending on the load torque on the motor shaft.

**Keywords:** power, the internal combustion engine, the torque, the automation, algorithm.

#### **Введение**

Некоторые ЗТМ, такие как бульдозер и автогрейдер, имеют несколько режимов работы. При выполнении операции копания бульдозер должен рабо-



тать в режиме максимальной тяговой мощности, используя весь доступный ресурс ДВС. Однако при выполнении планировочных работ и при работе машины на холостых оборотах ДВС, а также при транспортном режиме работы бульдозера требуется намного меньшая мощность ДВС, при этом двигатель работает с более низким КПД и большей концентрацией вредных веществ в отработавших газах, таких как продукты неполного сгорания топлива. При осуществлении вышеописанных операций актуальной задачей является понижение используемой мощности ДВС, что ведет к уменьшению расхода топлива, что в свою очередь обуславливает более высокую топливную экономичность и, как следствие, снижение вредных выбросов в атмосферу.

Решение поставленной задачи можно осуществить, используя способ временного отключения одного или нескольких цилиндров ДВС при работе на режимах, не требующих высокой мощности дизеля. Данный способ реализуется при помощи отключения подачи топлива в определенный цилиндр, соответственно алгоритму управления. Однако наравне с получаемыми преимуществами, этот способ имеет существенный недостаток. При отключении одного или нескольких цилиндров возникает неравномерность крутящего момента ДВС, что отрицательно сказывается на надежности и устойчивости работы ДВС. Указанный выше недостаток можно устранить путем установки на коленчатый вал двигателя дополнительного маховика, создающего маховый момент, компенсирующий неравномерность работы ДВС при отключении цилиндров двигателя.

### Параметры ДВС, изменяющиеся во время рабочего процесса

В качестве силовой установки ЗТМ наиболее часто используются двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Наибольшее распространение получили дизельные ДВС.

Различные нагрузки, действующие на ДВС ЗТМ являются неустановившимися и носят переменный характер. Колебания нагрузки непрерывны в течении всего рабочего цикла ЗТМ.

Основными параметрами ДВС, влияющими на работу ЗТМ являются крутящий момент на валу двигателя  $M_e, \text{Нм}$ , момент сопротивления на валу двигателя  $M_c, \text{Нм}$ , частота вращения коленчатого вала двигателя  $\omega_e, \text{рад/с}$ , часовой  $G_e$  и удельный  $g_e$  расход топлива двигателя и мощность двигателя  $N_e, \text{кВт}$ .

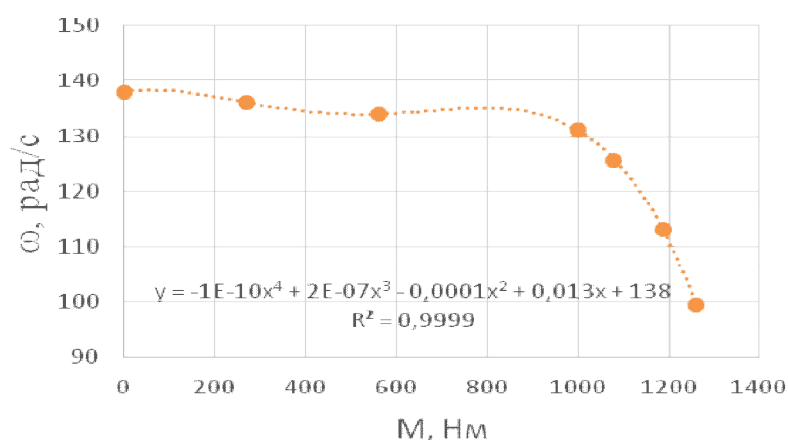


Рис. 1. Аппроксимация регуляторной характеристики двигателя Д-180 полиномиальным методом.

Крутящий момент  $M_e$  преобразуется в угловую частоту вращения вала  $\omega_e$  силовой установки.

Рабочий режим двигателя зависит от внешних нагрузок, определяющих момент на валу двигателя  $M_e$ . Основное время двигатель должен работать преимущественно на регуляторной ветви характеристики, однако, при преодолении пиковых сопротивлений кратковременно допускается работа на корректорной ветви. Наилучшая топливная экономичность и полное использование тяговых свойств ЗТМ достигается в точке, соответствующей номинальным значениям крутящего момента  $M_n$  и угловой скорости вала двигателя  $\omega_n$ .

Аппроксимация статических регуляторных характеристик проводится различными графоаналитическими и аналитическими способами. В настоящее время ввиду большей точности и широких возможностей современной вычислительной техники используются в основном аналитические способы.

В основном используются методы полиномиальной аппроксимации (рис. 1) и аппроксимация двумя прямыми.

Создаваемая двигателем сила тяги расходуется на преодоление рабочих сопротивлений и сопротивлений движению базовой машины.

Под рабочим сопротивлением понимают сумму сил, действующих на отвал в процессе срезания стружки грунта, накопления ее перед отвалом, формирования призмы волочения и ее перемещения, с одновременным сходом грунта с отвала. Суммарная сила, действующая на отвал может быть описана как сумма силы сопротивления отделения стружки от массива, перемещения призмы волочения, сопротивление движению стружки по отвалу.

Рабочие сопротивления на отвале ЗТМ представляют собой случайные нестационарные процессы. Это явление вызвано неравномерностью грунтовой поверхности, нелинейностью характеристик ДВС, трансмиссии и т. д., а также широким диапазоном работы ЗТМ

### **Результаты теоретических исследований**

При расчете параметров двигателя в режиме отключения цилиндров крутящий момент двигателя определяется как сумма крутящих моментов на отдельных цилиндрах, как работающих, так и отключенных, учитывая число цилиндров, тактность двигателя, порядок работы цилиндров, алгоритм отключения [1,2].

Теоретические исследования показали, что отключение части цилиндров позволяет снизить общий крутящий момент двигателя за счет выключения определенного цилиндра, и уменьшения создаваемого им крутящего момента. Производя процесс выключения и включения цилиндров двигателя в процессе работы, можно управлять мощностью двигателя.

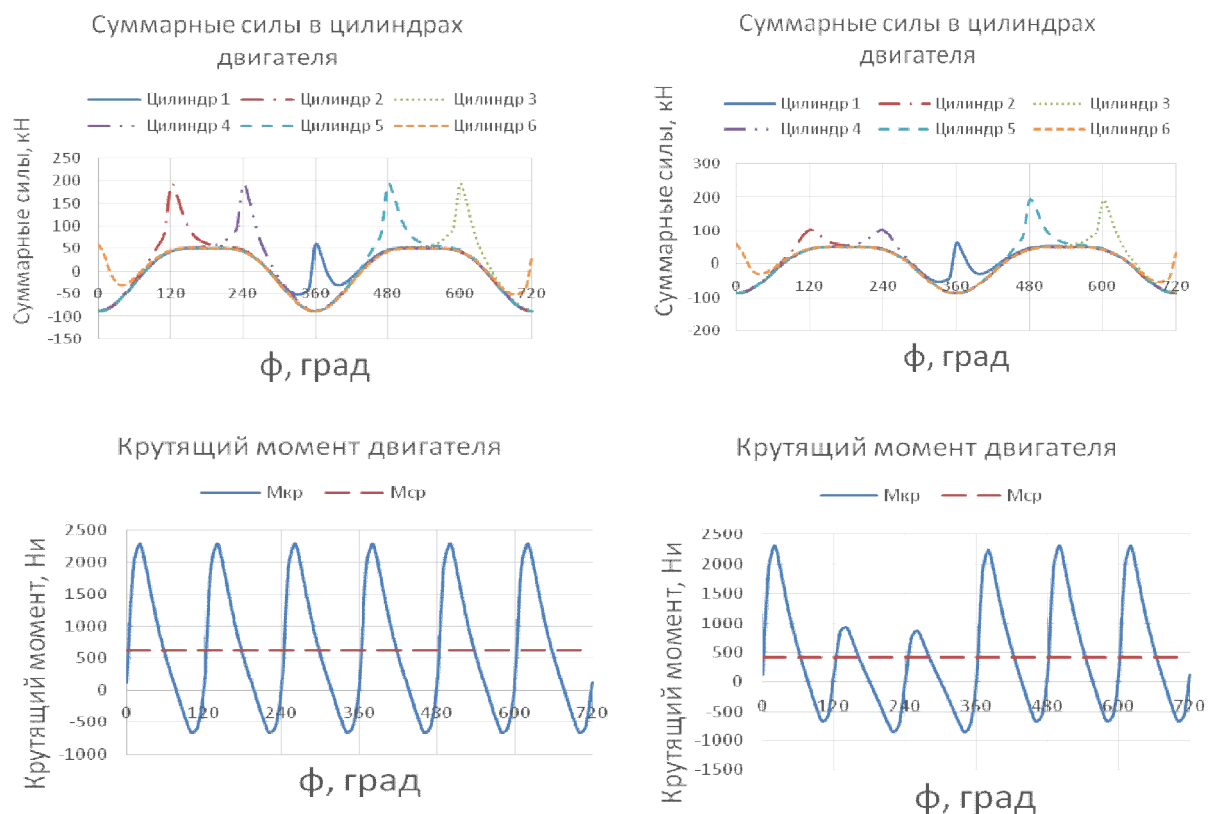


Рис. 2. Диаграммы суммарных сил и крутящих моментов цилиндров двигателя А-01М при всех работающих (слева) и части отключенных (справа) цилиндров

Присоединение дополнительного маховика позволяет увеличить момент инерции двигателя и тем самым сгладить неравномерность работы двигателя, возникающую при отключении одного или нескольких цилиндров [3].

На рисунке 2 представлены графики рассчитанных зависимостей суммарных сил и крутящего момента, действующих в цилиндре двигателя, в зависимости от угла поворота коленчатого вала при всех работающих и двух (2-го и 4-го) отключенных цилиндров рядного 6 цилиндрового дизельного двигателя А-01М [4].

### Алгоритм автоматического управления числом работающих цилиндров

Создание системы, определяющей необходимое количество работающих цилиндров двигателя для работы в оптимальном режиме в зависимости от приведенной к валу двигателя нагрузки, и работающей автоматически в течение всего рабочего цикла, позволит повысить эффективность работы двигателя и, следовательно, агрегата, на котором он установлен.

Для решения поставленной задачи был разработан следующий алгоритм для системы отключения цилиндров землеройно-транспортной машины.

На рисунке 3 представлена блок-схема алгоритма системы управления цилиндрами. На основании показания тензодатчика установленного между толкающих брусьев отвала бульдозера и параметров базовой машины определяется момент сопротивления, затем происходит вычисление  $M_{н1}$  обозначающе-

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

го номинальный момент при части отключенных цилиндров,  $M_{н2}$  показывающего момент сопротивления при котором осуществляется отключение цилиндра и равного номинальному кр. моменту с меньшим на один числом цилиндров. Далее проверяется в какую рабочую область характеристики двигателя попадает момент сопротивления. Если момент сопротивления меньше номинального, но больше выражения  $M_{н2} + (M_{н1} - M_{н2})$ , то двигатель работает в необходимом режиме, цикл повторяется. Если момент сопротивления меньше выражения  $M_{н2} + (M_{н1} - M_{н2})/2$ , но больше  $M_{н2}$  то происходит включение режима отключения цилиндров через цикл ( $z_c=1$ ), которое активно до следующего цикла и перед его началом проверяется необходимость его выключения ( $z_c=0$ ) или продолжения ( $z_c=1$ ). Если момент сопротивления меньше  $M_{н2}$  то происходит отключение одного цилиндра, цикл повторяется. Если момент сопротивления больше номинального  $M_{н1}$  и имеет место отключение цилиндров то происходит включение цилиндра, цикл повторяется, если момент сопротивления больше номинального и работают все цилиндры то цикл начинается сначала.

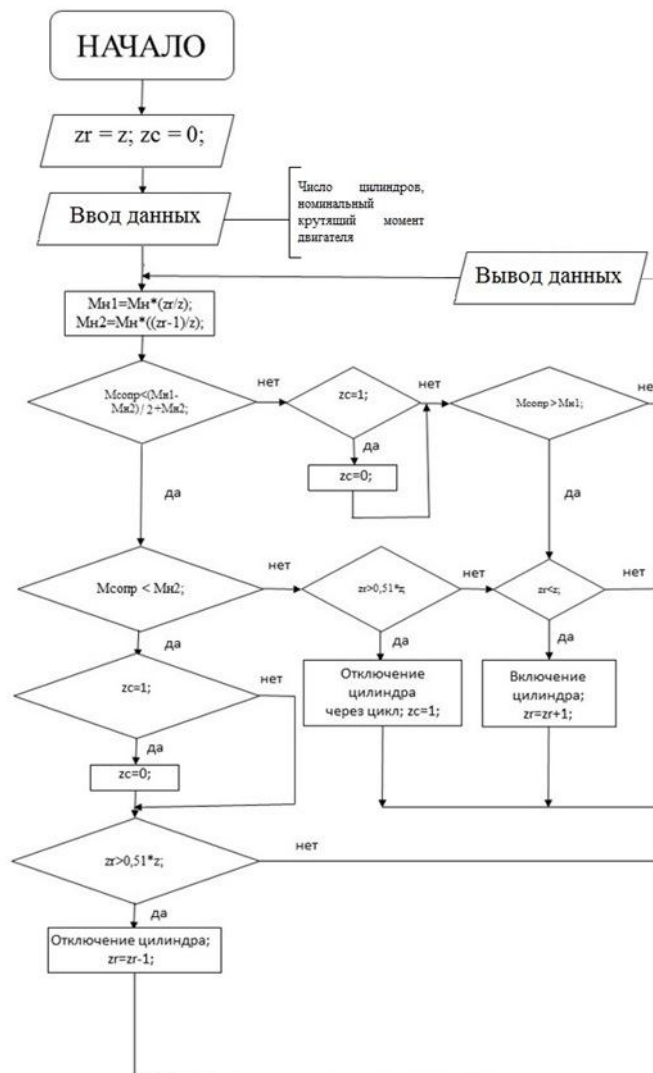


Рис. 3. Блок-схема алгоритма системы отключения цилиндров

Также в алгоритме присутствует ограничение на число отключаемых цилиндров (не более половины). Таким образом в зависимости от нагрузки происходит выбор числа работающих цилиндров и возможно задавать выходные параметры на основе действующих нагрузок.

### **Имитационное моделирование системы автоматического отключения цилиндров**

Разработанный алгоритм автоматического отключения части работающих цилиндров двигателя при управлении мощностью реализован в среде имитационного моделирования Matlab Simulink.

На рисунке 4 изображены результаты моделирования рабочего процесса бульдозера б 10м в среде Matlab Simulink с применением автоматического алгоритма отключения цилиндров. Время моделирования 40 сек. Нагрузка увеличивается через каждые 10 сек., охватывая большую часть мощностного диапазона бульдозера. На слайде изображены (сверху вниз): Момент сопротивления на коленчатом валу ДВС, соответствующий действующим нагрузкам, Нм, крутящий момент ДВС, Нм, частота вращения ДВС рад/с, число активных цилиндров, режим отключения цилиндров через цикл (осуществляется отключение цилиндра каждый второй рабочий цикл двигателя для большей точности управления), где: 1 – включен режим отключения через цикл, 0 – выключен, например, если число активных цилиндров равно 3 и отключение через цикл активно, т.е. равно единице, то это означает что постоянно работают два цилиндра, третий работает через цикл, четвертый не работает и т. д., на нижнем графике показана используемая мощность ДВС, кВт.

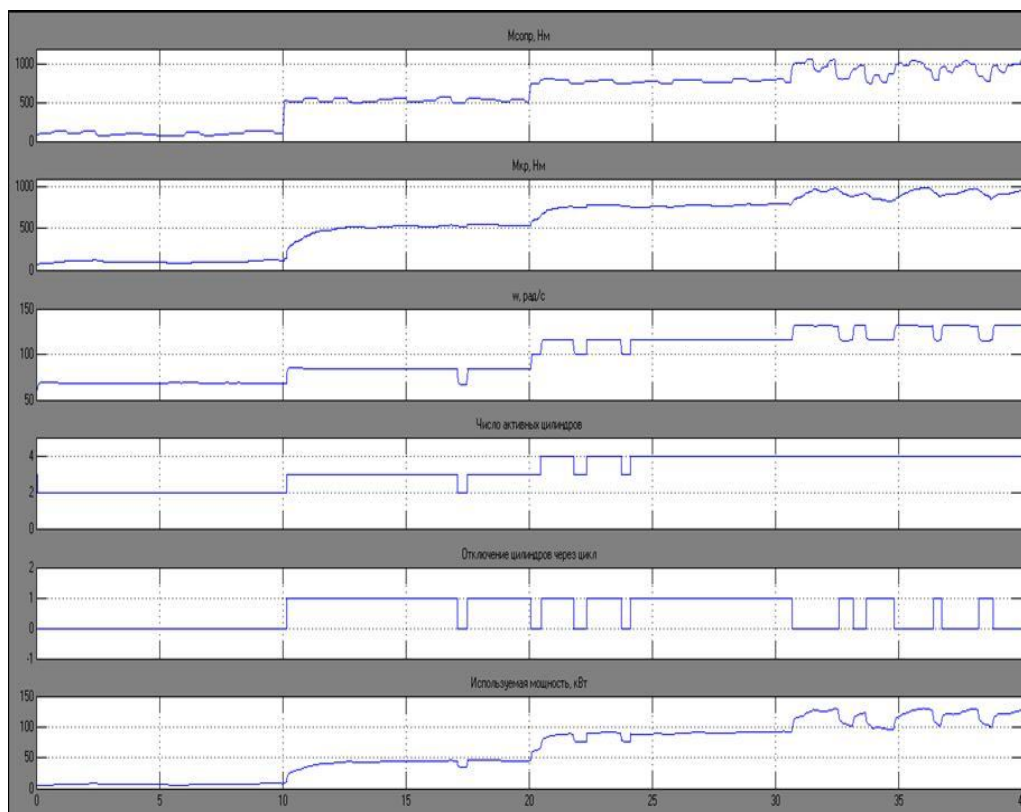


Рис. 4. Результаты имитационного моделирования в среде Matlab Simulink

### **Вывод**

Таким образом, используя способ автоматического отключения цилиндров при рабочем процессе ЗТМ на режимах неполной загрузки двигателя, можно изменять используемую мощность двигателя, чтобы добиться максимальной эффективности, достигнуть большей топливной экономичности, снизить вред, наносимый окружающей среде выхлопными газами, оптимизировать работу двигателя при изменяющемся в процессе работы моменте сопротивления, повысить эффективность работы ЗТМ.

### **Библиографический список**

1. Зеер, В.А. Моделирование кривошипно-шатунного механизма ДВС с отключаемыми цилиндрами / В. А. Зеер, А. А. Мартынов // Известия томского политехнического университета. – 2008. – №4. – С. 40-44.
2. Колчин, А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов / А. И. Колчин, В. П. Демидов – 4-е., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 496 с.: ил.
3. Денисов, В.П. Оптимизация рабочего процесса землеройно-транспортных машин с учетом случайного характера нагрузок: Монография. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2005. – 123 с.
4. Лев, Е.М. Дизельные двигатели А-01, А-А1М и А-41. (Устройство, эксплуатация и ремонт) / Е.М. Лев, Е.И. Клецков, В.А. Наговицин. – М.: «Колос», 1972. – 235 с.

*Журавлев Сергей Сергеевич (Россия, г. Омск) – аспирант ФГБОУ ВПО СибАДИ (644080 Россия, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: zhuravliovss@list.com).*

*Зубарев Константин Викторович (Россия, г. Омск) – аспирант ФГБОУ ВПО СибАДИ (644080 Россия, г. Омск, пр. Мира 5, e-mail: zhuravliovss@list.com).*

УДК 656.055

## **АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ОБУЧАЮЩИХСЯ В АВТОШКОЛЕ ГОРОДА ТЮМЕНЬ**

П.Г. Колупаева, А.С. Гаваев

***Аннотация:** в статье проведен детальный анализ профессиональной подготовки участников дорожного движения. Дана оценка влияния уровня подготовки будущих водителей – женщин на уровень безопасности дорожного движения в целом.*

***Ключевые слова:** начинающий водитель, безопасность движения, профессиональная подготовка, автомобильный транспорт.*

## **ANALYSIS OF STATISTICS OF TRAINEES IN A DRIVING SCHOOL IN TYUMEN**

P.G. Kolupaeva, A.S. Havaev

***Abstract.** The article detailed analysis of the training of road users. The estimation of the impact of the level of training of future drivers - women on road safety in general.*

***Keywords:** novice driver, safety, training, road transport.*

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

---

С каждым годом все больше и больше становится автомобилей на улицах городов, а вместе с этим соответственно и новых малоопытных водителей. Конечно, каждый перед выходом на дорогу проходит обучение в автошколах, но так ли все это эффективно?

Водить автомобиль могут научиться почти все, но непрофессионалам на дороге делать нечего. От качества подготовки водителя зависит жизнь каждого участника дорожного движения. Анализ причин дорожно-транспортных происшествий по вине водителей показывает, что 70 % аварий совершают водители, чей водительский стаж не превышает пяти лет [4]. Это свидетельствует о слабости профессиональной подготовки водителя, и следовательно, в процессе подготовки не может быть мелочей, и результирующая данной деятельности должна иметь только реально положительный результат, когда все цели, поставленные на этапах обучения, выполнены. Когда на этапах обучения достигаются поставленные цели, то кандидаты в водители видят реальность в овладении водительским мастерством, обнаруживается скрытый потенциал, склонности, что порождает мотивацию к дальнейшему совершенствованию в данной сфере, наблюдается улучшение психологического и эмоционального настроения. Для осуществления плодотворной деятельности необходимо детально спроектировать каждый этап практического обучения в рамках целостного педагогического процесса с учетом широкого спектра факторов, отражающих качественный показатель контингента обучающихся.

Практика показывает, что женщины лучше усваивают теоретическую часть обучения, что обусловлено потребностью формирования необходимых знаний как фундаментной основы, обеспечивающей надежность и уверенность в процессе управления автомобилем в суровых дорожных условиях [1].

В ходе обработки статистических данных наилучших результатов достигают женщины в возрасте от 25 до 35 лет, что соответствует этапу сформированности у женщин комплекса жизненно важных личностных черт и позиций (рис. 1).

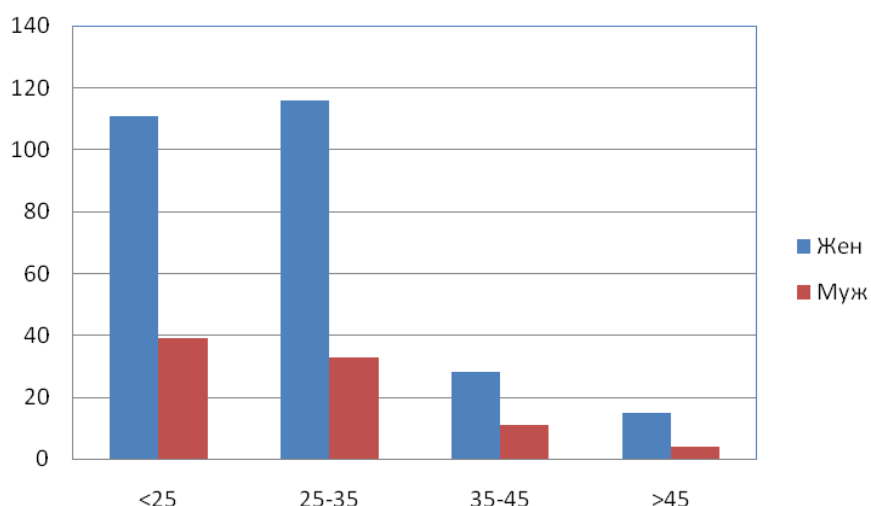


Рис. 1. Количество обучающихся в автошколе по возрастам за 2015 г.

Согласно статистическим данным, женщины реже попадают в дорожно-транспортные происшествия ввиду присутствующего им материнского инстинкта, ак-

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

---

кумулятивного создания безопасных условий при использовании транспортного средства. Женщины имеют больше мотивационных факторов, влияющих на положительно протекающий учебный процесс: стремление к совершенству в любой деятельности, обретение комфорта и свободы с использованием автомобиля, приобретение нового жизненно важного статуса. Стоит отметить, что даже ориентиры профессиональной деятельности женщин не сказываются негативным образом на качестве подготовки водителей [2].

Женщины давно уже поняли, что безопасность на дороге – превыше всего, поэтому сейчас все больше женщин добросовестно занимается в автошколах, что подтверждает статистика (рис. 2).

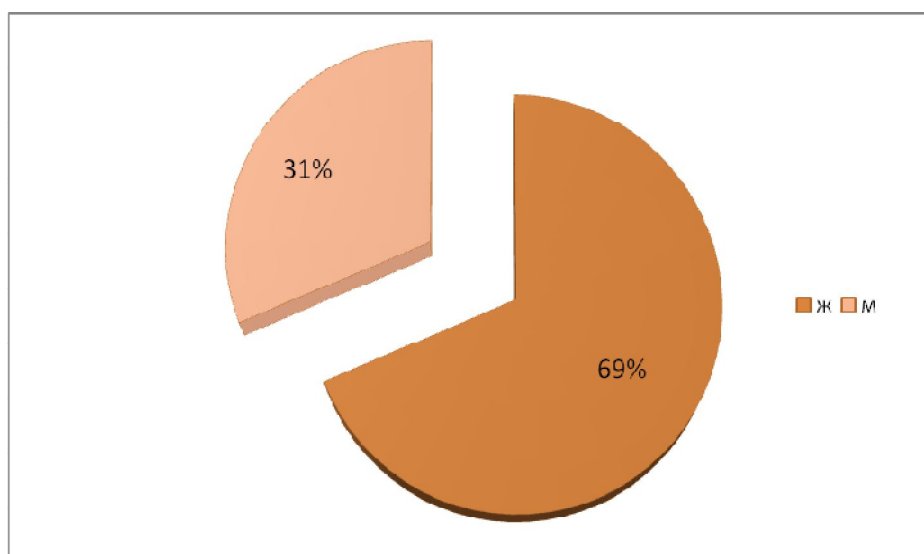


Рис. 2. Соотношение числа мужчин и женщин, обучающихся в автошколе в 2015 г.

Но ведь еще в детском возрасте все мальчишки «грезят машинами», сначала их коллекционируя, а потом, приобщаясь к изучению их устройства, совершенствуясь от управления велосипедом к мотоциклу и автомобилю. Поэтому мужчины детально знают все нюансы строения своего транспортного средства, особенности его эксплуатации и обслуживания, зачастую оставаясь незаконопослушной категорией водителей. Адекватно техническому развитию, сопоставимому необходимости и возможности обучению, мужчины становятся водителями раньше женщин, хотя цена успеха гораздо выше. Наиболее плодотворно деятельность по обучению мужчин водительскому ремеслу протекает в возрасте до 25 лет, когда на первое место среди условий, обуславливающих данную деятельность, выходят неосознанность и безответственность (рисунок 1).

Ввиду того, что водительское удостоверение на право управления транспортным средством могут получить лица, достигшие 18-летнего возраста, отсчет осуществляется с данного возрастного уровня. При этом учитываются личностные особенности и другие факторы, влияющие на качество подготовки водителей при уже существующей мотивации (таблица 1) [3].



## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Таблица 1 – Факторы, влияющие на качество подготовки водителей

Возрастной контингент	Положительные факторы	Отрицательные факторы
до 25 лет	Умственная активность, восприимчивость к новой деятельности, хорошие психофизиологические качества.	Низкая ответственность, отсутствие материальной и экономической заинтересованности, употребление алкоголя и наркотических веществ
25-35 лет	Умственная активность, восприимчивость к новой деятельности, формирование ответственности и материнского инстинкта, возможность к совершенствованию собственных умений, хорошие психофизиологические качества.	Дефицит времени, употребление алкоголя и наркотических веществ
35-45 лет	Уравновешенность в поведении, хорошие психофизиологические качества.	Дефицит времени, употребление алкоголя, комплекс возраста
после 45 лет	Сформированность гражданской позиции, высокое чувство ответственности, уравновешенность в поведении, жизненный опыт, деловитость.	Снижение работоспособности, ухудшение психофизиологических качеств, употребление алкоголя

Стоит также отметить, что каждому кандидату в водители присущи сугубо индивидуальные черты, отражающие предрасположенность личности к данному виду деятельности, склонности к конкретным областям познания, восприимчивость к методам и формам познания в рамках данного учебного процесса.

Нужно помнить, что безопасность на дорогах зависит не от того, кто за рулем - мужчина или женщина, а от сознательности и внимательности самого водителя.

### Библиографический список

1. Грановский, В.А. Безопасность движения на автомобильном транспорте. Ч. 1. Организация и управление безопасностью движения в транспортном комплексе: учебное пособие / В.А. Грановский, Е.А. Кравченко. – Краснодар: Изд-во КубГТУ, 2004. – 117 с.
2. Романов, А.Н. Автотранспортная психология / А.Н. Романов. – М.: 2002. – 224 с.
3. Молоткова, Н.В. Основы управления транспортным средством и безопасность движения / Н.В. Молоткова, А.О. Хренников. – Тамбов, 2004. – 40 с.
4. Тюменская область: Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gibdd.ru/r/72/stat/>

**Колупаева Полина Геннадьевна** (Россия, г. Тюмень) – студентка ТюмГНГК, Институт Транспорта (644080 Россия, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72, e-mail: gavaev@bk.ru)

**Гаваев Александр Сергеевич** (Россия, г. Тюмень) – кандидат технических наук, ТюмГНГК, Институт Транспорта (644080 Россия, г. Тюмень, ул. Мельникайте, 72, e-mail: gavaev@bk.ru)

УДК 656.224:629.4.004.67

### КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА КАК ОТКРЫТОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОРГАНИЗАЦИОННО- ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

И.С. Лексутов

**Аннотация.** В статье показаны проблемы и перспективы железнодорожного транспортного сектора как открытой организационно-технической системы. Рассмотрены современные особенности автоматизации и реформирования отрасли применительно к ремонту и эксплуатации грузовых вагонов.

**Ключевые слова:** грузовой вагон, железнодорожный транспорт, открытые системы, автоматизированные системы.

### CONCEPTUALIZATION RAILWAY AS OPENING AUTOMATED ORGANIZATIONAL TECHNICAL SYSTEM

I.S. Leksutov

**Abstract.** The article shows the problems and prospects of the railway transport sector as an open organizational and technical system. The modern features of automation and reform of the industry in relation to the repair and maintenance of freight wagons.

**Keywords:** wagon, railway transport, open systems, automated systems.

В настоящий момент железнодорожный транспорт России выходит на ключительную стадию реформирования, основными целями которого являлись: повышение доступности услуг по транспортировке грузов, обновление основных фондов железнодорожной инфраструктуры и повышение экономической эффективности работы предприятий. Способами реформирования стали: увеличение до ста процентов доли частных собственников вагонного парка, образование операторских компаний, распоряжающихся грузовыми вагонами, обновление вагонного парка за счет инвестиций операторских компаний. Обновление ремонтной инфраструктуры планировалось путем передачи в частную собственность ремонтных депо.

С момента создания железнодорожной инфраструктуры, данная система обладала многими признаками открытой. Так, были определены интерфейсы взаимодействия колес вагонов и пути, интерфейсы взаимодействия вагонов между собой и локомотивом, интерфейсы взаимодействия локомотивов и вагонов с инфраструктурой через устройство габаритов и стандартизации процедур проверки габарита и вписывания в него. Фактически вагоны и локомотивы являются некими модулями, из которых составляется поезд. На железную дорогу

допускались различные производители модулей. Сам же составленный поезд является своего рода надмодулем или модулем на более высоком уровне технической системы. Размер этого надмодуля также был стандартизован, так как длину путей станций изменить достаточно сложно, и поэтому станция позволяет принимать определенное количество вагонов стандартной длины. Кроме того, с организационной точки зрения не желательно использовать и поезда уменьшенной длины.

В целях и результатах реформы можно видеть дальнейшее развитие и повышение степени открытости рассматриваемой системы, следующим этапом такого процесса могут стать шаги по передаче эксплуатационных вагонных предприятий в частную собственность, и разделение эксплуатирующей локомотивы компании на несколько частных. Также следует ожидать демонополизации рынка систем автоматизации для железной дороги.

Многие процессы на железной дороге автоматизированы, и степень автоматизации перевозочного процесса постоянно растет. При этом с самого начала железнодорожных перевозок возникла проблема быстрой и точной передачи информации, для чего использовались наиболее совершенные способы на тот момент: телеграфы, телефоны, модемы, а сейчас используются волоконно-оптические сети Ethernet. Широко применяются разнообразные АСУ, средства автоматической технической диагностики. В данный момент железнодорожный транспорт фактически является одной большой многоуровневой автоматизированной системой, где при помощи компьютеров решаются не только вопросы передачи информации в реальном времени, но и вопросы организационные, управления и многие другие, связанные с организацией производства транспортных услуг.

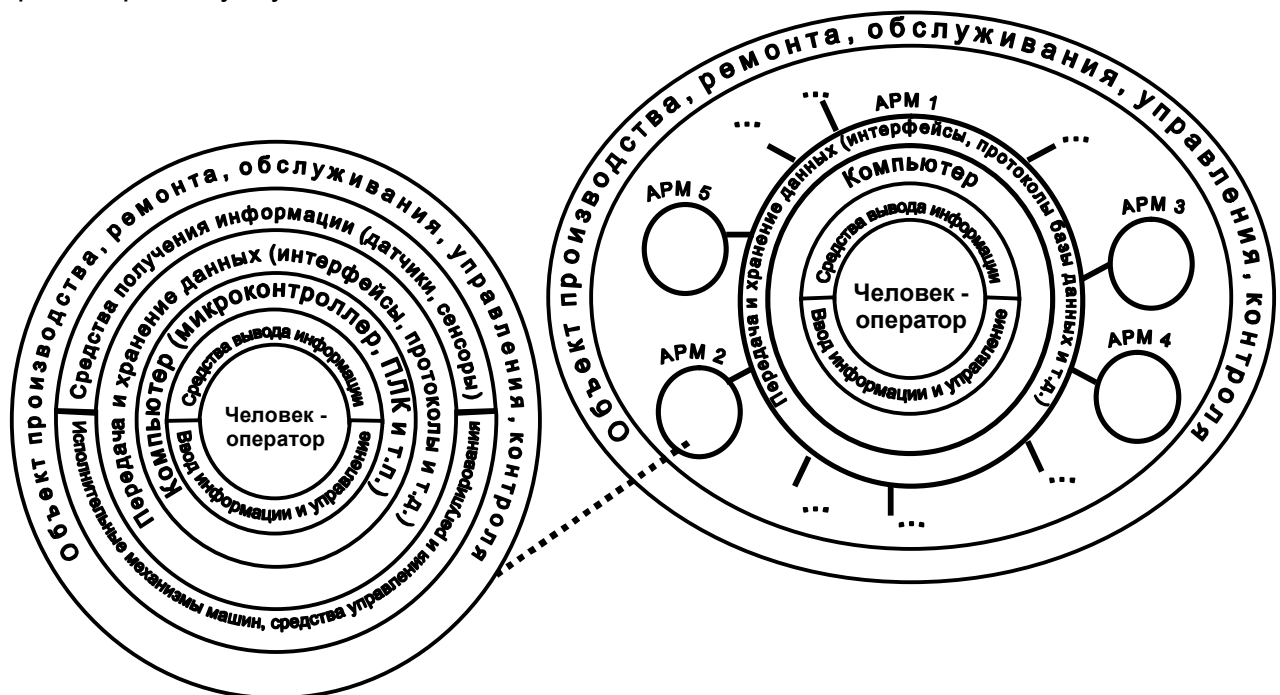


Рис. 1. Схема автоматизированной системы: слева – схема автоматизированного рабочего места (АРМ) локального производственного процесса; справа – сетевые АРМ на более высоком уровне иерархии

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Проблемы, которые возникают даже на самом низком уровне, влияют даже в большей степени на безопасность движения и надежность перевозок, чем те, которые существуют на более высоких уровнях системы. Такие проблемы труднее обнаружить и решить из-за организационных особенностей железной дороги и большого разнообразия местных условий на конкретном предприятии. Очевидно, что в таких условиях оправданнее применять открытые, распределенные системы. Вообще говоря, развитие автоматизированных систем идет в направлении большей их открытости.

Автоматизированные системы (АС) являются наиболее динамично развивающимися на железнодорожном транспорте, проникающими во все сферы, и поэтому удобно на их проблемах и отношениях со всей железнодорожной транспортной системой проанализировать дальнейшие пути развития железнодорожного транспорта, в контексте развития открытых систем. На рисунке 1 показана упрощенная схема автоматизированной системы ремонтно-эксплуатационного предприятия железнодорожной инфраструктуры. К таким автоматизированным системам могут относиться, например, станки и обрабатывающие средства с числовым программным управлением, автоматизированные средства сбора информации, автоматизированные системы управления технологическими процессами и другие локальные автоматизированные системы, машины и комплексы, напрямую воздействующие на объекты производства и управляющие средствами производства. Локальная система интегрируется посредством компьютерной сети в надсистему, которая может и не взаимодействовать напрямую с каким либо локальным технологическим процессом или машиной. Такая система оперирует информацией и информационными ресурсами, например базами данных, вагонными моделями, поездными моделями и т.п. данными, и предоставляет доступ к информационным ресурсам и средствам передачи данных своим пользователям, которые, в свою очередь, управляют транспортной производственной системой на более высоком уровне иерархии.

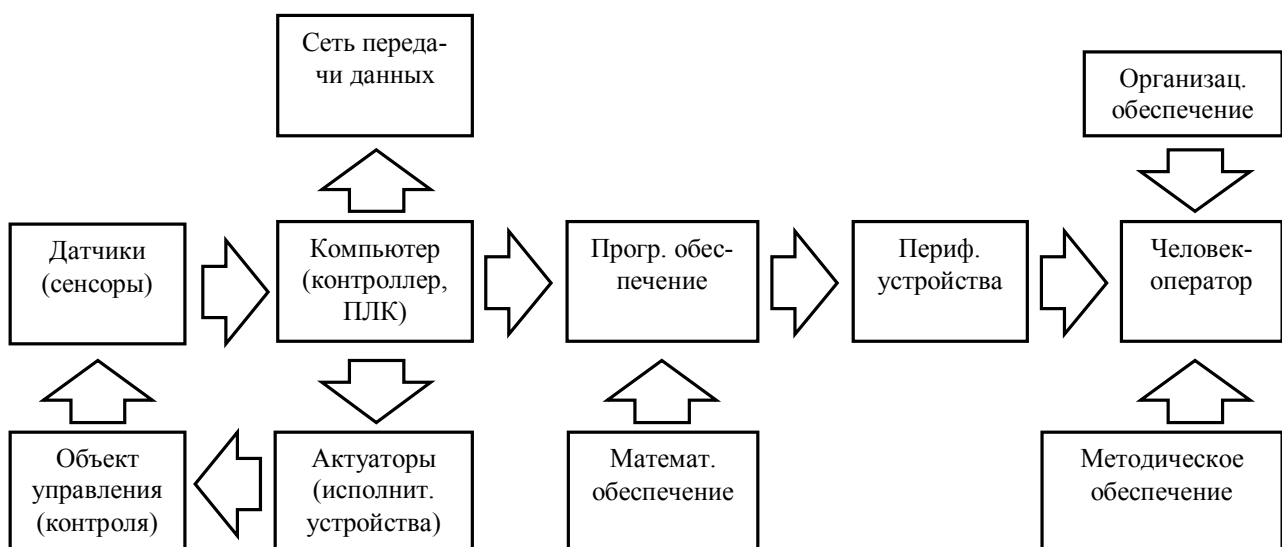


Рис. 2. Схема системы обеспечения работы локальной автоматизированной системы

АС железной дороги строятся по тем же принципам что и остальные, в них имеется несколько видов обеспечения (рис. 2). В своей работе оператор системы руководствуется инструкциями и правилами, которые являются методическим обеспечением. Действует оператор внутри организационной структуры своего предприятия, являясь для одних сотрудников управляемым объектом, а для других – управляющим субъектом. Взаимодействие оператора с компьютером осуществляется посредством периферийных технических средств, к которым относятся: монитор, клавиатура, мышь, сканер, принтер и другие средства отображения и ввода информации. Компьютер в свою очередь управляет производственным процессом, выдавая команды исполнительным механизмам, например, стрелочных переводов, станков или машин и получая информацию о состоянии управляемого объекта через датчики. Управляет компьютером и периферийными устройствами программное обеспечение, реализующее определенные алгоритмы и математические принципы, которые можно назвать математическим обеспечением АС. Компьютер при помощи сетевых протоколов способен передавать данные по компьютерным сетям с большой скоростью и на большие расстояния, связываясь с другими компьютерами, которые могут являться рабочими местами систем более высокого уровня.

Все рассмотренные на схемах связи компонентов АС могут быть открытыми, в таком случае, мы имеем дело с идеальной открытой системой. Фактически же можно говорить о некоторой степени открытости систем. Известно, что открытость автоматизированной системы может проявляться в аппаратной области когда, например, объединение компонентов производится через стандартные аппаратные интерфейсы, открытость бывает программная, когда существует возможность изменения и замены программного обеспечения автоматизированной системы. Кадровая открытость позволяет быстро, как модуль, заменять эксплуатирующий и обслуживающий персонал системы, операторов. Способы организации работы также должны иметь возможность изменения.

Когда говорят об открытых промышленных автоматизированных системах, то вкладывают обычно в это понятие о модульности, когда модули могут быть дополнены или заменены на более современные или подходящие в конкретной ситуации. Для реализации модульности используют стандартизованные интерфейсы взаимодействия модулей. Интерфейсы могут быть разных видов. Например, различают физические интерфейсы, типы организации компьютерной сети, методы контроля ошибок в передаваемых сообщениях, протоколы обмена данными, форматы организации размещения данных в файле, интерфейсы между взаимодействующими программами, диапазоны изменения аналоговых сигналов. Также существуют пользовательские интерфейсы операторов системы, языки программирования промышленных контроллеров и компьютеров, управляющие команды модулей ввода-вывода, языки управления базами данных, операционные системы, средства связи аппаратуры о программным обеспечением. Существуют интерфейсы сопряжения конструктивных элементов шкафов, стоек, корпусов, разъемов, крепежных элементов. Цель стандартизации – это обеспечение совместимости модулей сложных систем. Модульность – это способность аппаратного или программного обеспечения к модификации путем добавления, удаления или замены отдельных модулей (компонентов системы) без воздействия на оставшуюся ее часть. Модульность обеспечивается при проектировании системы на архитектурном уровне.

Выделяют следующие положительные качества открытых систем, обусловленные их архитектурой [1]: взаимозаменяемость компонентов разных производителей; интероперабельность (возможность совместной работы) с компонентами других производителей, приложений и подсистем; масштабируемость, расширяемость, высокая адаптируемость приложений, данных и персонала, способность к интеграции, высокая доступность (англ. high availability) или готовность. Эти качества востребованы на железнодорожном транспорте, однако некоторые особенности препятствуют реализации концепции открытых систем. К особенностям железнодорожного транспорта относится то, что владелец инфраструктуры и обеспечивающих предприятий, к которым относятся эксплуатационные депо – это одна компания. При этом разным предприятиям, входящим в одну компанию, приходится работать в различных условиях, обусловленных местными особенностями природы, климата, вопросов касающихся видов и разнообразия эксплуатируемых вагонов, количества вагонов, состава собственников данных вагонов. Следует особо отметить, что железнодорожный транспорт обладает следующей особенностью. Имеется четкое разделение между грузовладельцем, перевозчиком груза, эксплуатантом вагона и оператором (собственником) данного вагона. Причем часто существует разделение собственника и оператора подвижного состава. Как правило, все это разные юридические лица со своими интересами и взаимоотношениями. Масштаб и разнообразие операторов вагонов значительно варьируется.

В свете вышесказанного на железнодорожном транспорте возникают свои системные проблемы. Нередки случаи, когда используемая АС ведет себя по-разному на предприятиях разной мощности, не обеспечивая нужной производительности работ, требует при эксплуатации больше персонала и трудозатрат. Своевременное устранение этих проблем не гарантировано даже в том случае, если соблюдена формальная последовательность мероприятий фазы жизненного цикла «Внедрение», которые распределены по нескольким последовательным стадиям[2]: подготовка объекта автоматизации к вводу АС в действие; предварительные испытания; опытная эксплуатация; приемочные испытания. Здесь нужно учитывать различный масштаб предприятий инфраструктуры и местные условия. Все стадии внедрения единой инфраструктурной АС нужно будет проводить параллельно или последовательно на различных предприятиях, с устранением обнаруженных проблем, что очевидно требует больших затрат времени и сил.

При организации сложной системы обычно ожидают синергетичности при объединении ее компонентов. Однако на практике могут наблюдаться наоборот, явления диссинергии. Примером в области железнодорожного транспорта служит ситуация, когда на устаревший персональный компьютер оператора эксплуатационного депо устанавливается множество новых программ, задачей которых является автоматизация документооборота с возросшим количеством собственников вагона. Хотя установленные опытным путем (и по упрощенной методике) нормы времени на выполнение отдельных трудовых операций и показывают возможность обработки предполагаемого объема данных, однако при этом не учитывается суммарный эффект, когда программное обеспечение использует одни и те же ограниченные ресурсы. Нехватка оперативной памяти и вычислительных ресурсов приводят к частым «зависаниям» программ, и задержкам в обработке документов. Добавляет задержки и другой, накладываю-

щийся и похожий эффект, который наблюдается вследствие организации движения по железной дороге тяжеловесных поездов. Использование при перевозке грузов поездов с увеличенным примерно вдвое количеством вагонов должно повысить эффективность перевозок за счет увеличения пропускной способности. При этом повышенное потребление электроэнергии локомотивом такого поезда приводит к перегрузке сети и отключению станционных устройств, к которым относятся и компьютеры. А так как компьютеры устаревшие и не оборудованы системами бесперебойного питания, информация, введенная в них операторами, пропадает и требует повторной обработки.

Стратегические цели развития железнодорожного транспорта требуют повышения основных показателей эффективности. Одним из основных таких показателей является пропускная способность. Считается, что пропускную способность железной дороги можно увеличить не только при использовании тяжеловесных поездов, но и за счет применения так называемых инновационных вагонов, обладающих повышенной грузоподъемностью по сравнению со стандартными. Хотя от использования таких вагонов и ожидается рост эффективности железнодорожных перевозок, однако нестандартная конструкция приводит к неожиданным эффектам, проявляющимся в организационно-технической системе. Такие вагоны достаточно сильно отличаются по использованным в них узлам и конструкции, применяемым материалам. Поэтому текущий ремонт таких вагонов на предприятиях инфраструктуры запрещен, и производится в немногочисленных сервисных центрах. Транспортировка этих вагонов производится по одной железной дороге, по путям где совместно с грузовым организовано и пассажирское движение. При этом стандартные вагоны в неисправном состоянии, которое угрожает безопасности движения, не транспортируются, а неисправность устраняется на месте ее обнаружения или в ближайшем депо. Для транспортировки же нестандартных вагонов требуется организовать специальный маршрут и поезд, который занимает пути, при этом не перевозя полезного груза.

По аналогии со стандартами интерфейсов на аппаратном уровне, организационная структура также может стать открытой. В любом случае, целью реализации открытости является достижение приемлемой быстроты реакции системы на внешние воздействия, для максимизации показателей эффективности при достижении стратегических целей компании. Поэтому высокая адаптируемость системы к изменениям внешних факторов является основной целью обеспечения открытости организационно-технической системы. Имея это в виду, в некоторых местах стартизацию можно ослабить. Например, в области организации производства, при оформлении технологических документов и процедуры их изменения. Не должно быть организационных задержек и неоправданных затрат времени для изменения существующей технологии, когда результатом изменения будет повышение экономичности и качества производимых товаров и услуг. Тем не менее, для этого важно все же стартизировать процедуры модификации системы, с целью получения более эффективной ее структуры и организации работы.

В автоматизированных системах важнейшей составляющей является программное обеспечение. В настоящее время это наиболее сложная часть АС. При этом, если стремиться к открытым системам, то и эта часть АС должна соответствовать общему тренду. Наличие возможности изменить программное обеспечение и модульный состав АС не означает практическую возможность

использования возможности. Если у эксплуатирующего персонала нет специализированных знаний в области программирования, или когда, например, в штате эксплуатационного или ремонтного депо не предусмотрен программист, то фактически автоматизированная система перестает быть открытой. Кроме того, снижать доступность изменения программного обеспечения может использование платных средств написания программ для АС. Этого можно избежать, если для программирования использовать бесплатное, доступное для скачивания, соответствующее наиболее доступным стандартам программирования средство для создания управляющих программ. Примером реализации такого подхода может служить среда OWEN-Logic ([www.owen.ru](http://www.owen.ru)) которая предназначена для написания управляющих программ для программируемых реле (простейших промышленных контроллеров) по стандарту functional block diagram (FBD), являющегося разновидностью графического языка программирования – наиболее доступного и наглядного способа создания программного кода. Язык функциональных блоковых диаграмм FBD описывает связи между входными переменными и выходными переменными функциональных блоков (стандарт IEC-1131). Эти функции описываются в виде сочетания элементарных функциональных блоков. Каждый функциональный блок представляется прямоугольником, внутри которого имеется обозначение функции, выполняемой блоком. На рисунке 3 показан пример управляющей программы для моечной машины вагоноремонтного производства [3]. Программы на языке FBD напоминают электрические принципиальные схемы логических устройств и формально соблюдают алгоритмы их работы. Таким образом даже на программном уровне вполне возможно повысить открытость автоматизированной системы за счет использования специальных средств программирования.

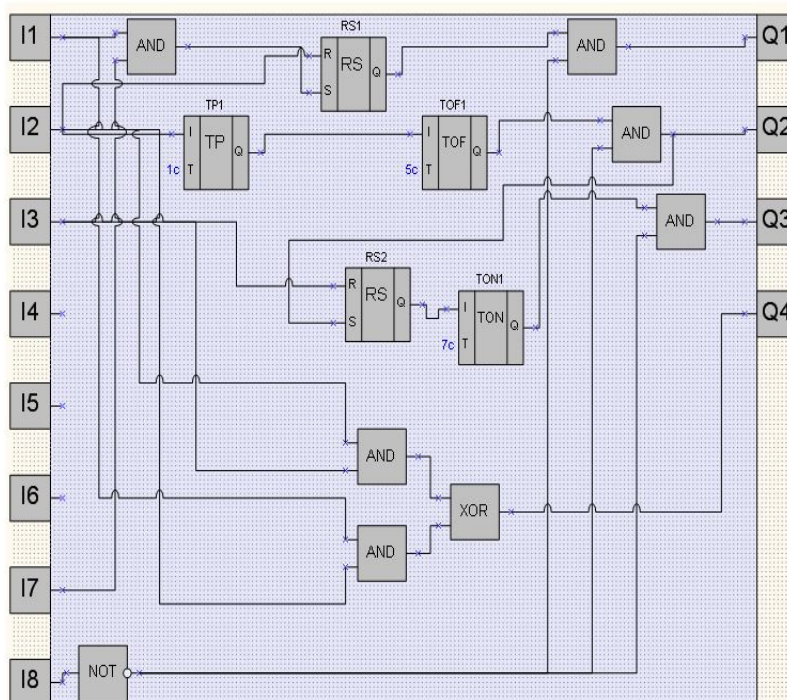


Рис. 3. Вид FBD-программы управления моечной машиной на железнодорожном предприятии:  
I1..I8 –управляющие входы; Q1..Q4 – выходы управления механизмами



Концептуализировав железнодорожный транспорт как открытую систему можно однозначно выделить положительные и негативные явления, препятствующие ее дальнейшему развитию. Зная основные принципы и цели развития открытых систем можно увидеть, что нарушение стандарта по длине поезда, таким образом, является негативным явлением, снижающим взаимозаменяемость путей и универсальность самих станций, так как не на всех из них возможно обрабатывать поезда нестандартной длины. Затруднена также возможность изменения организации работы железнодорожной станции из-за жесткой специализации путей для приема особых поездов. Кроме того, становится более затратной операция ремонта станционных путей, так как они невзаимозаменяемые. Выделение специализированных, специально оборудованных путей, предназначенных для каких-то определенных задач, также является негативным явлением, которое делает неочевидной важность универсальных ремонтных машин, способных устранять неисправности вагонов в любом месте возникновения. В последнее время локомотивы также становятся специализированными, так как не все способны вести тяжеловесные поезда. Повышение массы отдельных поездов приводит к необходимости повышения мощности энергетических систем инфраструктуры с неизбежным простоем этих избыточных мощностей в моменты пропуска составов с нормальным весом. Некоторых проблем автоматизации можно было бы избежать, если ввести стандартизованные процедуры, например, адаптацию организации работы инфраструктурных предприятий железнодорожного транспорта к местным условиям. Необходимо стандартизировать процедуру ввода в эксплуатацию автоматизированных систем, адаптацию их работы, проектирование под местные условия и масштабы предприятий. Не менее важно сделать доступной возможность настройки АС на конкретном рабочем месте, изменение ее функционала в зависимости от местных условий и потребностей.

### Библиографический список

1. Денисенко, В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В.В. Денисенко. – М.: Горячая линия Телеком, 2013. – 606 с.
2. Рудинский, И.Д. Технология проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления. Учебное пособие для вузов / И.Д. Рудинский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2011 – 304 с.
3. Лексутов, И.С. Методические указания к выполнению самостоятельных работ при изучении дисциплины «Автоматизированные рабочие места вагоноремонтного производства» / И. С. Лексутов. – Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2015. – 35 с.

*Лексутов Илья Сергеевич (Россия, г. Омск) – доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ОмГУПС, канд. техн. наук., доцент (644046, Россия, г. Омск, пр. Маркса, 35, e-mail: Leksutov@mail.ru).*

## РАЗДЕЛ II

### СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

---

УДК 621.879.44

#### СИЛА СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ РАБОЧЕГО ОРГАНА ЦЕПНОГО ТРАНШЕЙНОГО ЭКСКАВАТОРА В ПОПЕРЕЧНОЙ ПЛОСКОСТИ

М.Ю. Евтушенко, М.Е. Агапов

**Аннотация.** В статье описан цепной траншейный экскаватор и взаимодействие рабочего органа цепного траншейного экскаватора в поперечной плоскости с грунтом при появлении возмущающих воздействий. Выявлены зависимости силы сопротивления грунта движению рабочего органа в поперечной плоскости от глубины траншеи. Представлены математические уравнения, позволяющие рассчитать силу сопротивления грунта движению рабочего органа цепного траншейного экскаватора в поперечной плоскости от глубины траншеи.

**Ключевые слова:** землеройные машины, рабочий орган, экскаватор, взаимодействие грунта и рабочего органа.

#### FORCE RESISTANCE TO MOVEMENT OF WORKING BODY OF THE CHAIN TRENCH EXCAVATOR IN CROSS-SECTION

M.Y.Evtushenko, M.E.Agapov

**Abstract.** In article it is described chain trench excavator and interaction of working body chain trench excavator in cross-section with a ground at occurrence of revolting influences. Dependences of force of resistance of a ground to movement of working body in a cross-section plane from depth a tranche are revealed. The mathematical equations are presented, allowing to calculate force of resistance of a ground to movement of working body chain trench excavator in a cross-section plane from depth of a trench.

**Keywords:** digging cars, working body, excavator, interaction of a ground and working body.

#### Введение

В настоящее время высокими темпами идет строительство дорог и магистральных трубопроводов, что приводит к использованию землеройных

машин. Большое распространение получили экскаваторы непрерывного действия[1,2].

Экскаваторами непрерывного действия называются землеройные машины, разрабатывающие грунт непрерывно. Непрерывность рабочих процессов отличает экскаваторы непрерывного действия от землеройных машин циклического действия, таких, как, например, одноковшовые экскаваторы, у которых копанье грунта производится периодически и последовательно[3].

Достоинства специализированной машины становятся более наглядными в сравнении с другими методами прокладки траншеи. Так, одноковшовые экскаваторы не дают четкой, ровной и одинаковой глубины, а комки вынутаго грунта порой нельзя использовать для обратной засыпки. Производительность одноковшовых экскаваторов намного ниже из-за дискретности рабочего процесса (набор грунта в ковш, выемка грунта из траншеи, освобождение грунта из ковша, возврат ковша в траншею, перестановка экскаватора) траншейный же экскаватор выполняет выемку грунта непрерывно, передвигаясь самостоятельно со скоростью, задаваемой рабочим органом[3].

На сегодняшний день цепной траншейный экскаватор (ЦТЭ) – самая востребованная машина для рытья траншей. Цепной экскаватор стал ею благодаря отличному качеству возводимых траншей – его подтверждает опыт многочисленных российских организаций, использующих цепной экскаватор[3].

Траншейный экскаватор предназначен для рытья различных траншей прямоугольного профиля, также он может использоваться для решения самых разных задач[3]:

- для прокладки кабельных линий связи,
- для прокладки линий электропередач,
- для прокладки трубопроводов,
- для выполнения легких планировочных работ и пр.

Цепной экскаватор может применяться для работы в талых и мёрзлых грунтах.

Цепные экскаваторы изготавливаются и для малых объемов работ. Преимущество в работе специализированных траншейных экскаваторов заключается в быстрой, чистой и стабильной прокладке траншеи, высоком качестве, снижении трудовых затрат, возможности повторного использования вынутаго грунта для засыпки траншеи и общей экономической эффективности[3].

### **Основная часть**

Для получения траншеи необходимого качества нужно соблюдать геометрическую форму траншеи, которая согласно СНиПу должна быть вертикальной. Поэтому для работы экскаватора необходимо подготавливать поверхность, по которой он будет двигаться. Можно исключить подготовительные работы, если использовать ЦТЭ с устройством управления рабочим органом (РО) в поперечной плоскости, которое позволит держать РО в вертикальном положении, посредством поворота РО в поперечной плоскости[1,2].

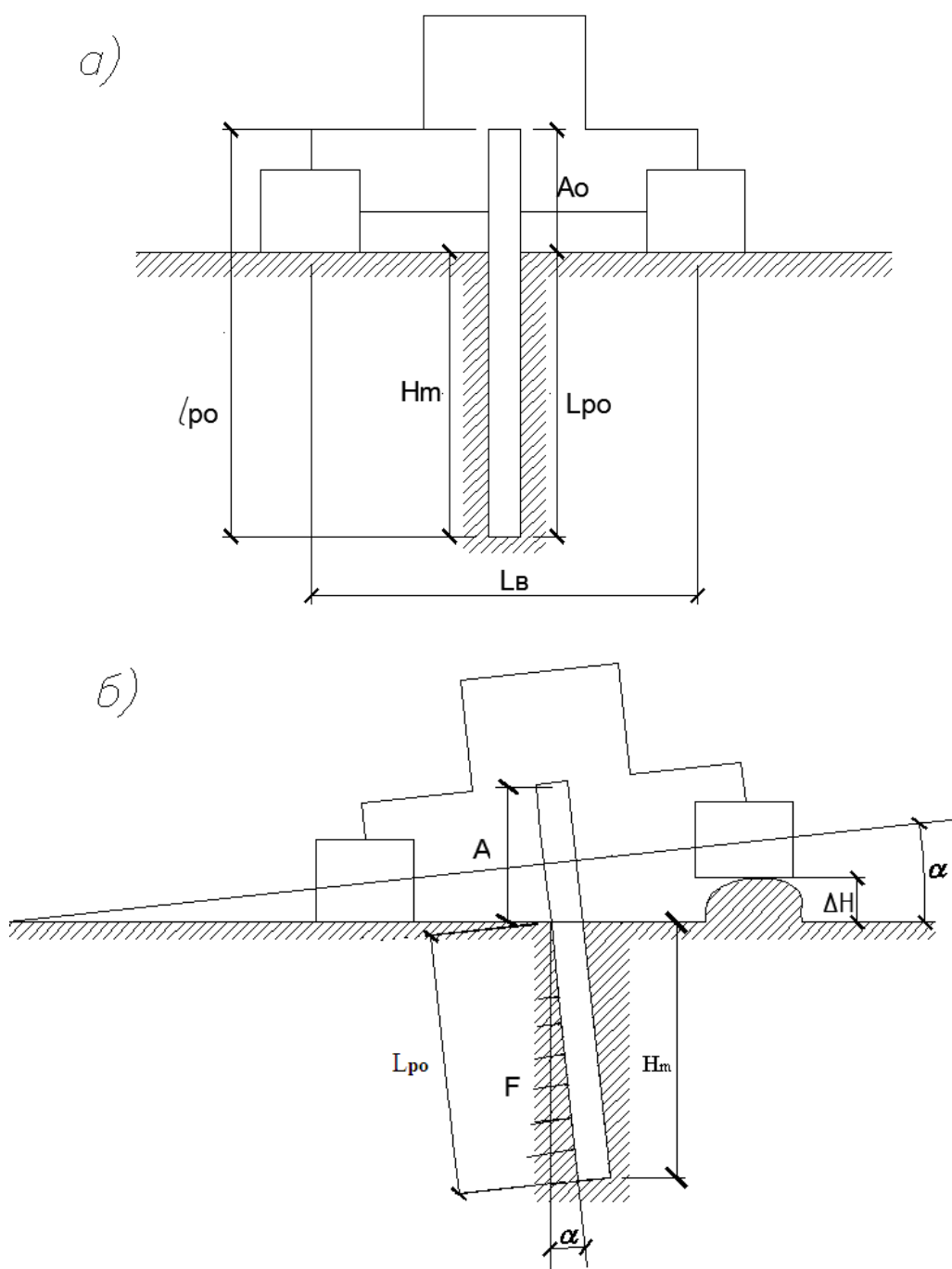


Рис.1. Расчетная схема взаимодействия РО с грунтом в поперечной плоскости:  
 а) цепной траншейный экскаватор в исходном положении;  
 б) цепной траншейный экскаватор при наезде на неровность.

Т.к. РО во время работы заглублен в грунт, то во время его поворота со стороны грунта будет возникать сила сопротивления движению РО[1].

Для составления математических уравнений были составлены расчетный схемы[1].

При составлении расчетных схем[1,2]:

## СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

1. учитывается изменение вертикальной и поперечной координаты положения РО;

2. машину представляем упрощенно, отражая базу, гусеницы и РО;

3. РО шарнирно крепится к раме и зафиксирован гидроцилиндром;

Сила сопротивления движению РО неравномерно распределена по длине РО. Чем больше глубина траншеи тем сила сопротивления больше.

Сила сопротивления движению РО будет зависеть от коэффициента бокового давления, глубины траншеи, плотности грунта и площади боковой поверхности части РО, заглубленной в грунт. В свою очередь коэффициент бокового давления и плотность грунта зависят от категории грунта (таблица 1)[1].

$$H_m = L_{PO} \cdot \cos \alpha; \quad (1)$$

$$A = A_0 \pm \Delta H; \quad (2)$$

$$\Delta H = L_b \cdot \sin \alpha; \quad (3)$$

$$F = P_{cp} \cdot S; \quad (4)$$

$$l_{PO} = (A + H_m) \cdot \cos \alpha; \quad (5)$$

$$P_{cp} = \frac{H_m \cdot \xi \cdot \gamma'}{2}, \quad (6)$$

где  $F$  – сила сопротивления грунта движению рабочего органа цепного траншейного экскаватора в поперечной плоскости,  $H_m$  - глубина траншеи,  $l_{po}$  - длина РО,  $\Delta H$  - высота неровности под гусеницей,  $L_b$  - ширина базы,  $\gamma$  - угол наклона РО в поперечной плоскости,  $L_{po}$  - длина рабочего органа погруженного в грунт,  $S$  - площадь боковой поверхности части РО,  $P_{cp}$  - среднее значение нормального давления грунта на боковую поверхность РО,  $\xi$  - коэффициент бокового давления,  $\gamma'$  - плотность грунта[1].

Коэффициент бокового давления показывает, какая часть вертикальной нагрузки передается в сторону. Численно он равен отношению бокового давления к вызвавшей его вертикальной нагрузке.

Таблица 1 – Категории и виды

Категория грунтов	Виды грунтов	Плотность, кг/м <sup>3</sup> , $\gamma'$	Коэффициент бокового давления, $\xi$
I	Песок, супесь, торф	600...1600	0,3 — 0,4
II	суглинок, лёсс, гравий, песок со щебнем	1750... 1900	0,5 — 0,7
III	тяжелый суглинок, гравий крупный, растительная земля с корнями, суглинок со щебнем или галькой, глина, жирная глина со щебнем, сланцевая глина	1900...2000	0,7 — 0,75

# СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

---

продолжение таблицы № 1

IV	Плотный отвердевший лёсс, дресва, меловые породы, сланцы, туф, известняк иракушечник	1200...2800	0,75 — 0,9
V...VII	Граниты, известняки, песчаники, базальты, диабазы, конгломерат с галькой	2200...3000	0,9 — 0,99

В результате, чтобы повернуть РО в поперечной плоскости, необходимо преодолеть силу сопротивления движению на РО со стороны грунта [1].

### Библиографический список.

1. Агапов, М.Е. Моделирование процесса взаимодействия рабочего органа цепного траншейного экскаватора с грунтом в поперечной плоскости в программном комплексе MATLAB / М.Е. Агапов // Вестник ИрГТУ – 2014. – № 3. – С. 21-24.

2. Агапов, М.Е. Система управления цепного траншейного экскаватора / М.Е. Агапов // Развитие жорочно – транспортного и строительного комплексов и освоение стратегически важных территорий Сибири и Арктики: Вклад науки: материалы междунар. науч. – практич. конф. Книга 2. 15-16 декабря 2014 г. [Электрон. ресурс]. – Омск 2014. – С. 43-46

3. <http://www.tehn.oglib.ru> [Электрон. ресурс] (дата обращения 25.04.2015 г.).

**Евтушко Марина Юрьевна** (Россия, Омск) – студентка, ФГБОУ ВПО «СибАДИ», гр. ЭУНБ-14П1 (644080, пр. Мира ,д. 5, e-mail: [genrel-angelika@mail.ru](mailto:genrel-angelika@mail.ru)).

**Агапов Максим Евгеньевич** (Россия, Омск) – преподаватель, ФГБОУ ВПО «СибАДИ», каф. Механика (644080, пр. Мира ,д. 5, e-mail: [genrel-angelika@mail.ru](mailto:genrel-angelika@mail.ru)).

## РАЗДЕЛ III ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

---

УДК 625.731.2

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В УПРУГОМ СЛОЕ

А.С. Белокопытов, С.А. Матвеев

**Аннотация.** В данной статье предложено использовать экспоненциальную зависимость для описания закона распределения перемещений по глубине упругого слоя, лежащего на жестком основании. Дается сравнение предложенной зависимости с результатами расчетов методом конечных элементов для различных толщин слоя.

**Ключевые слова:** упругий слой, перемещение, функция распределения перемещений, коэффициент затухания, метод конечных элементов, экспоненциальная зависимость

### DISPLACEMENTS DISTRIBUTION IN AN ELASTIC LAYER

A.S. Belokopytov, S.A. Matveev

**Abstract.** In this article it is offered to use exponential dependence for the description of the law of distribution of displacements on depth of the elastic layer lying on the rigid basis. Comparison of the offered dependence with results of calculations by method of final elements for various thickness of a layer is given.

**Keywords:** elastic layer, displacements, displacements distribution function, decrease coefficient, method of final elements, exponential dependence

Рассмотрим упругий слой толщиной  $h$ , нагруженный на поверхности равномерно распределенной полосовой нагрузкой интенсивностью  $q$  (рис. 1).

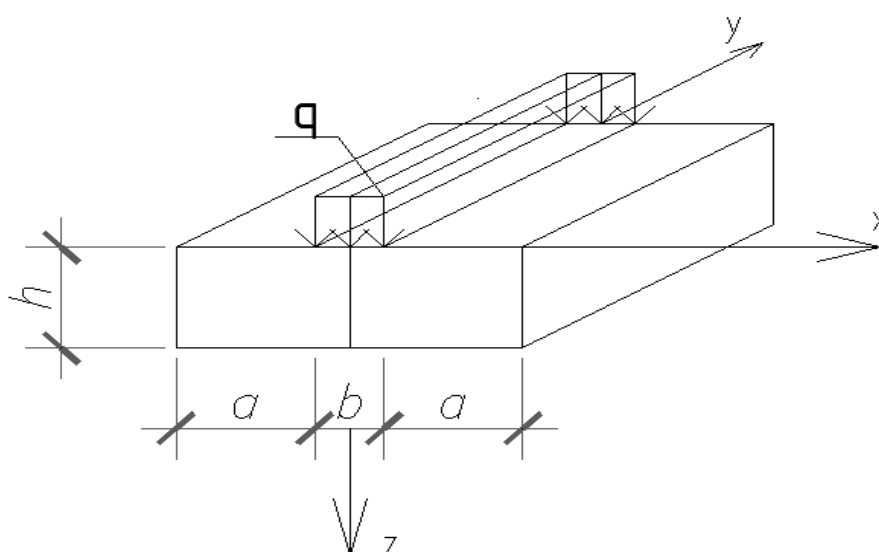


Рис. 1. Расчетная схема упругого слоя

Для определения вертикальных перемещений  $w(x, y, z)$  по глубине слоя используем зависимость

$$w(x, y, z) = w_0(x, y)\psi(z). \quad (1)$$

Здесь  $w_0(x, y)$  - перемещения координатной поверхности;  $\psi(z)$  - функция распределения по толщине слоя перемещений  $w(x, y, z)$ :

$$\psi(z) = B \exp[-\gamma z], \quad (2)$$

где  $B$  - константа, характеризующая осадку на поверхности,  $\gamma$  - коэффициент затухания осадки по глубине слоя.

Экспоненциальная зависимость, аналогичная выражению (2), используется в методе ХАДИ [1] для описания закона распределения модулей упругости слоев дорожной одежды по глубине, а также в работах [2,3] при описании закона распределения перемещений по толщине многослойной конструкции.

Рассматривая данную задачу как плоскую задачу теории упругости, расчетную схему представим в следующем виде (рис. 2):

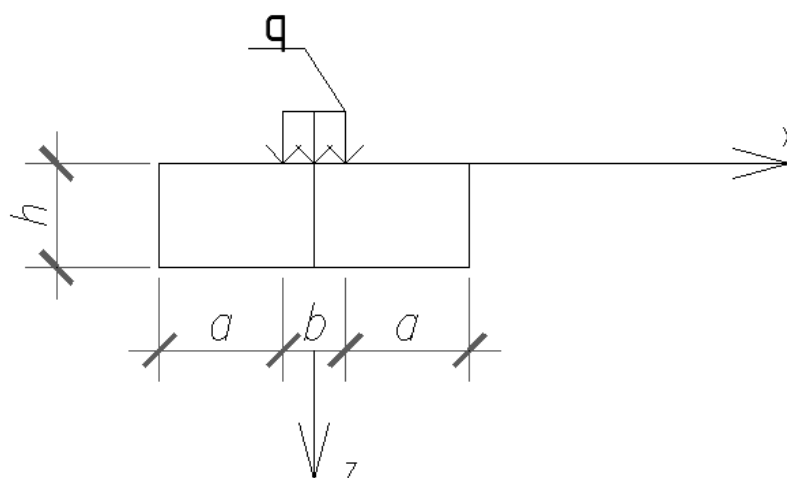


Рис. 2. Расчетная схема упругого слоя для плоской задачи



Для однослойной системы постоянная  $B = 1$ . Тогда функция распределения перемещений (2) будет иметь вид:

$$\psi(z) = \exp[-\gamma z]. \quad )$$

На поверхности слоя при  $z=0$  имеем  $\psi(0)=1$ . Задаваясь значениями  $\gamma$ , можем определить значения  $\psi(z)$  и полученные данные отобразить графически (рис. 3).

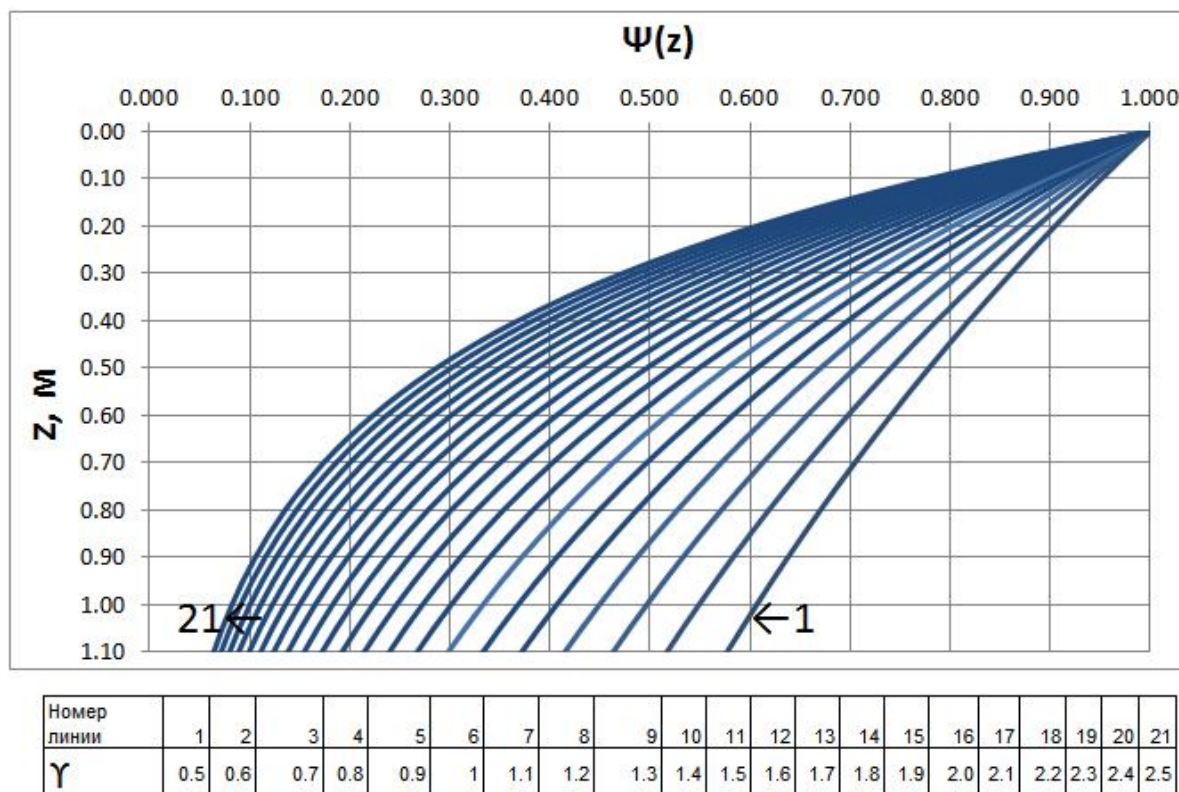


Рис. 3. График изменения функции перемещения по глубине слоя в зависимости от коэффициента затухания

Из представленных графиков видно, что с увеличением  $\gamma$  функция  $\psi(z)$  перемещается влево, при этом происходит более интенсивное затухание перемещений  $w$  по глубине  $z$ .

Теперь смоделируем нашу задачу в конечно-элементной постановке, для чего используем программный комплекс «ЛИРА-САПР». Конструкцию рассмотрим как балку-стенку (рис. 4) размерами 1X1м, узлы основания жестко закреплены, размеры конечных элементов 0,05мX0,05м, модуль упругости  $E = 130$  МПа, коэффициент Пуассона  $\nu = 0,33$ , распределенная нагрузка  $q=0.105$  КН/м, действующая в пределах грузовой площадки шириной 0,3м. Найдем перемещения  $w(x, y, z)$  в точках, расположенных на оси  $z$  при  $x = y = 0$ .

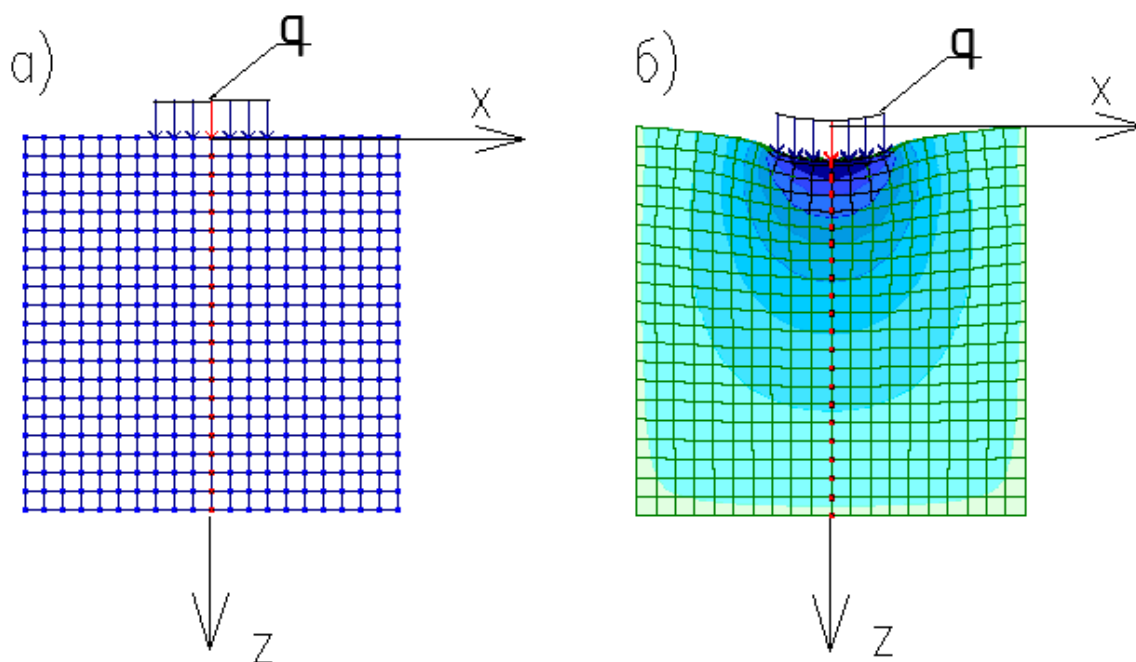


Рис. 4. Расчет упругого слоя методом конечных элементов:  
а – расчетная схема; б – результаты расчета

Расчеты перемещений узлов, расположенных на оси z, дали следующие результаты (таблица 1):

Таблица 1 – Результаты расчета методом конечных элементов

№ узла	Z	w(z)	$\Psi_1(z)$	№ узла	Z	w(z)	$\Psi_1(z)$
1	0.00	0.809	1.000	12	0.55	0.213	0.264
2	0.05	0.750	0.927	13	0.60	0.183	0.227
3	0.10	0.680	0.840	14	0.65	0.156	0.192
4	0.15	0.606	0.749	15	0.70	0.130	0.160
5	0.20	0.536	0.662	16	0.75	0.105	0.130
6	0.25	0.472	0.584	17	0.80	0.082	0.101
7	0.30	0.415	0.514	18	0.85	0.060	0.074
№ узла	Z	w(z)	$\Psi_1(z)$	№ узла	Z	w(z)	$\Psi_1(z)$
8	0.35	0.365	0.452	19	0.90	0.038	0.047
9	0.40	0.321	0.397	20	0.95	0.018	0.023
10	0.45	0.281	0.348	21	1.00	0.000	0.000
11	0.50	0.246	0.304				

Используя полученные результаты построим графики изменения перемещений  $w(x, y, z)$  в точках с координатами  $x = 0, y = 0, 0 \leq z \leq h$ , при значениях  $h = 1\text{ м}; 1,5\text{ м}; 2\text{ м}$  (рис. 5):

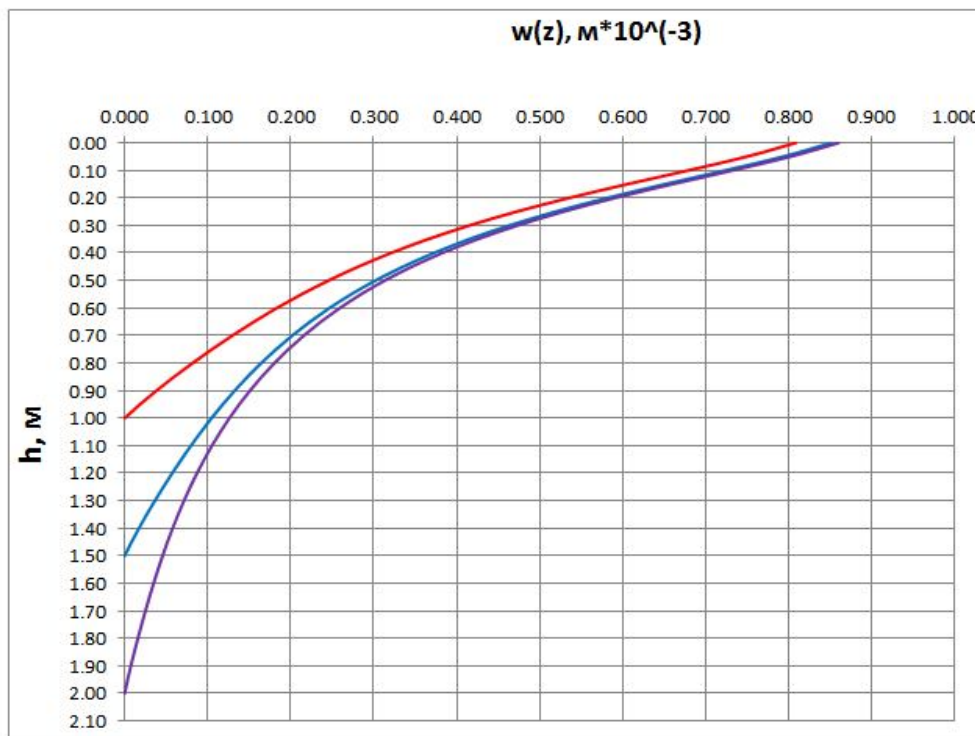


Рис. 5. Изменение перемещений  $w$  по глубине слоя

Значения осадок  $w(0)$  на поверхности слоя толщиной  $h = 1\text{ м}; 1,5\text{ м}; 2\text{ м}$  равны соответственно  $w_{01} = 0,808\text{ м}$ ,  $w_{02} = 0,852\text{ м}$ ,  $w_{03} = 0,861\text{ м}$

Вычисляя отношения  $\frac{w(x, y, z)}{w_{0i}}$  для различных толщин  $h = 1\text{ м}$  ( $i=1$ );  $h = 1,5\text{ м}$  ( $i=2$ );  $h = 2\text{ м}$  ( $i=3$ ), получим графическое представление реальных зависимостей  $\psi_1, \psi_2, \psi_3$  распределения перемещений  $w$  по глубине слоя для различных толщин слоя.

Полученные зависимости  $\psi_1, \psi_2, \psi_3$  соответственно для слоев  $h = 1\text{ м}; 1,5\text{ м}; 2\text{ м}$  показаны на графиках (рис. 6,7,8) в сравнении с аналитической функцией  $\psi(z)$ , представленной выражением (2).

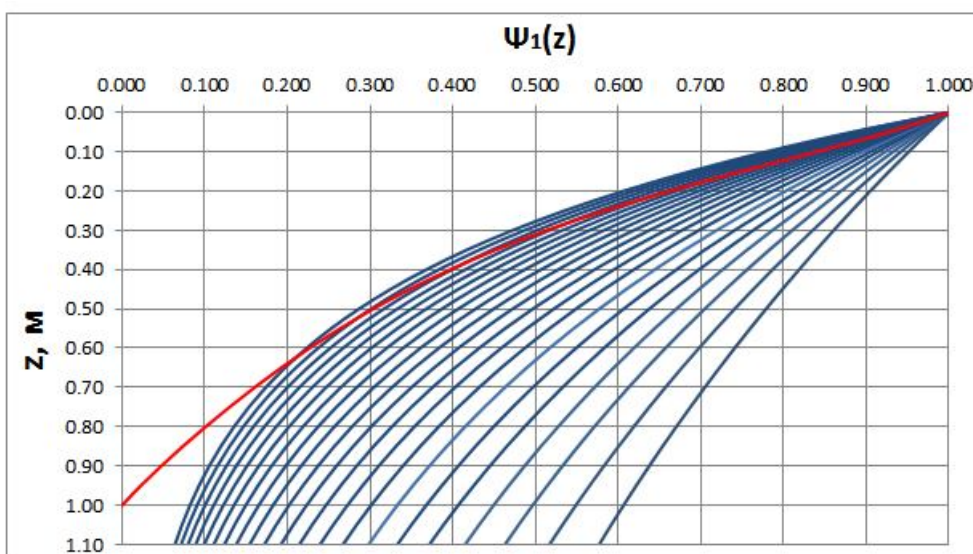


Рис. 6. Сравнение графика функции  $\psi(z)$  с графиком  $\psi_1(z)$  при толщине слоя  $h = 1\text{ м}$

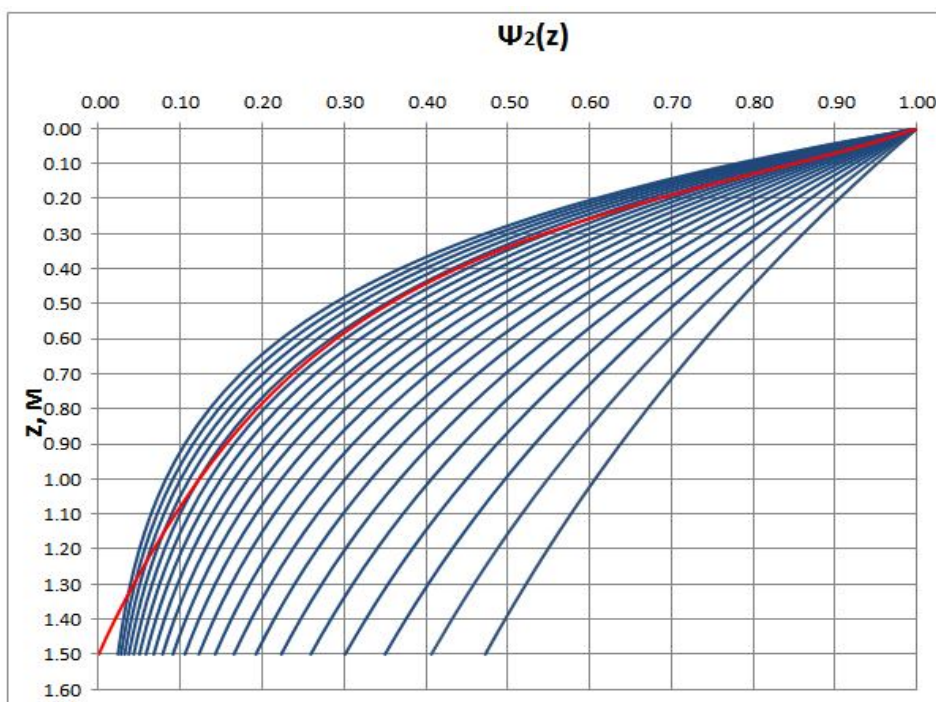


Рис. 7. Сравнение графика функции  $\psi(z)$  с графиком  $\psi_2(z)$  при толщине слоя  $h = 1,5\text{ м}$

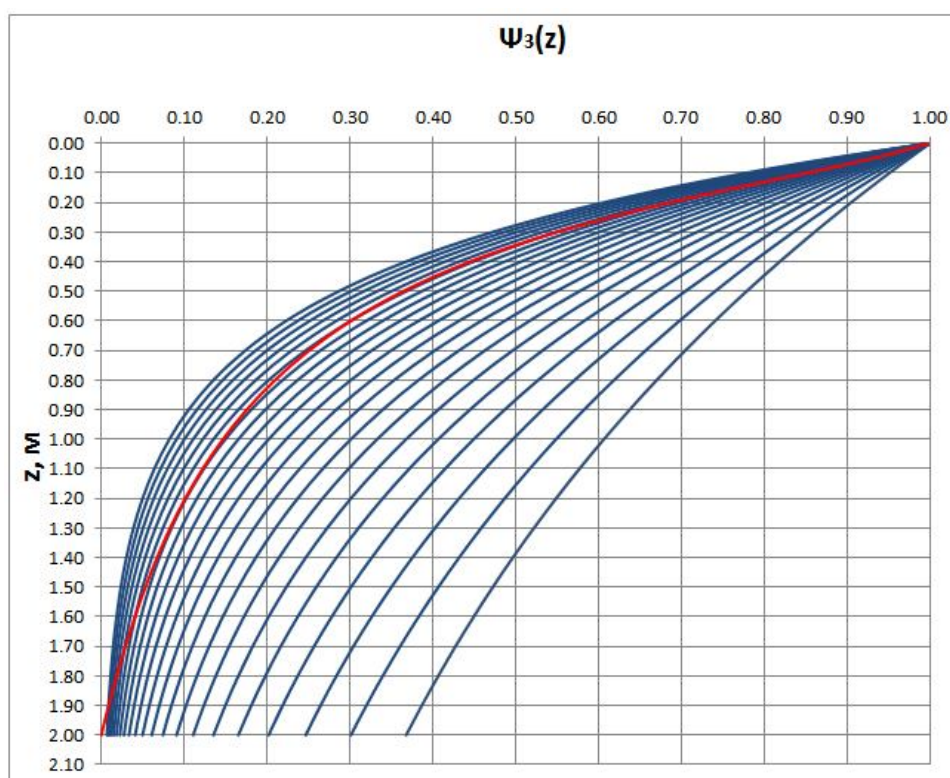


Рис. 8. Сравнение графика функции  $\psi(z)$  с графиком  $\psi_3(z)$  при толщине слоя  $h = 2$  м

### Выводы

Для слоя толщиной  $h = 2$  м экспоненциальная зависимость с коэффициентом затухания  $\gamma = 1$  идеально подходит для описания закона распределения перемещений на глубину до 1,5 м ( $0 \leq z \leq 1,5$  м). При большей глубине наблюдаем интенсивное затухание перемещений. Так, на глубине более 1,5 м перемещения, определяемые с помощью МКЭ и описываемые экспоненциальной функцией, не превышают 5% от максимальных перемещений на поверхности слоя. На такой глубине, соизмеримой с глубиной активной зоны грунта, точность определения перемещений теряет практический смысл ввиду малости перемещений.

Для слоя толщиной  $h = 1,5$  м экспоненциальная функция с коэффициентом затухания  $\gamma = 0,9$  идеально подходит для описания перемещений на глубину до 1,1 м ( $0 \leq z \leq 1,1$  м).

Наихудший результат экспоненциальная функция показывает при описании перемещений в слое толщиной  $h = 1$  м. Такую функцию можно использовать для описания перемещений лишь в верхней части слоя, при  $0 \leq z \leq 0,65$  м и при разбросе значений коэффициента затухания  $\gamma$  в диапазоне от 0,5 до 1,0.

Предложенная модель распределения перемещений по толщине слоя может быть использована при расчете многослойных систем, включая слои, армированные плоскими и объемными георешетками [4, 5].

### Библиографический список

1. Бабков, В.Ф. Проектирование автомобильных дорог / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. – Ч.1: Учебник для вузов. – М.: Транспорт. – 1979. – 367 с.
2. Расчет неоднородных пологих оболочек и пластин методом конечных элементов / В.Г. Пискунов, В.Е. Вериженко, В.К. Присяжнюк и др.; Под ред. В.Г. Пискунова. – Киев: Вища шк. – 1987. – 200 с.
3. Матвеев, С.А. Расчет напряжений многослойного упругого основания / С.А. Матвеев, А.С. Белокопытов // Развитие дорожно-транспортного и строительного комплексов и освоение стратегически важных территорий Сибири и Арктики: вклад науки: материалы Международной научно-практической конференции. – Омск: СибАДИ. – 2014. – Кн. 1. – С. 108-111.
4. Матвеев, С.А. Армированные дорожные конструкции: моделирование и расчет / С.А. Матвеев, Ю.В. Немировский. – Новосибирск: Наука. – 2006. – 348 с.
5. Матвеев, С.А. Использование геосинтетических материалов для армирования дорожных конструкций / С.А. Матвеев, В.В. Сиротюк. – Ханты-Мансийск. – 2010. – 474 с.

**Белокопытов Артем Сергеевич** (Омск, Россия) – студент, гр. СМТ-12Д1, ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644098 г. Омск, 14 военный городок 73-36, e-mail: [gluk45619@gmail.com](mailto:gluk45619@gmail.com)).

**Матвеев Сергей Александрович** (Омск, Россия) – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080 г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: [dfsibadi@mail.ru](mailto:dfsibadi@mail.ru)).

УДК 69.059.72

### ВДАВЛИВАНИЕ МНОГОСЕКЦИОННЫХ СВАЙ ИЗ АРМИРОВАННОГО ПЛАСТИКА ПРИ УСИЛЕНИИ ФУНДАМЕНТОВ

А.С. Нестеров, В.А. Гриценко

**Аннотация:** В данной статье рассматривается технология погружения составных свай методом вдавливания. Прослеживается, что достоинством вдавливания является: отсутствие динамических нагрузок, как на саму сваю, так и на фундаменты окружающих сооружений, что исключает осадки, трещины, разрушения и т.п.; отпадает необходимость в усиленном армировании ствола сваи. В заключении обосновывается мысль о том, что усиление фундаментов с применением свай, изготовленных из бетона армированного стеклотканью, и погружаемых методом вдавливания, может успешно конкурировать с другими технологиями.

**Ключевые слова:** фундамент, основание, реконструкция, усиление, домкрат, погружение свай, метод вдавливания, технология, эффективность.

**INDENTATION MULTISECTION PILE OF RP  
IF STRENGTHEN THE FOUNDATION**

A.S. Nesterov, V.A. Gritsenko

**Abstract.** *This article considers the technology immersion composite piles indentation. It observed that the indentation advantage is: the absence of the dynamic loads on both the pile and the surrounding buildings on foundations that excludes precipitation, crack, fracture, etc; eliminating the need for enhanced reinforcement pile shaft. In conclusion it substantiates the idea that strengthening the foundations with piles made of concrete reinforced with fiberglass, and immersed indentation can compete successfully with other technologies.*

**Keywords:** *foundation, base reconstruction, strengthening, jack, piling, indentation, technology, efficiency.*

**Введение**

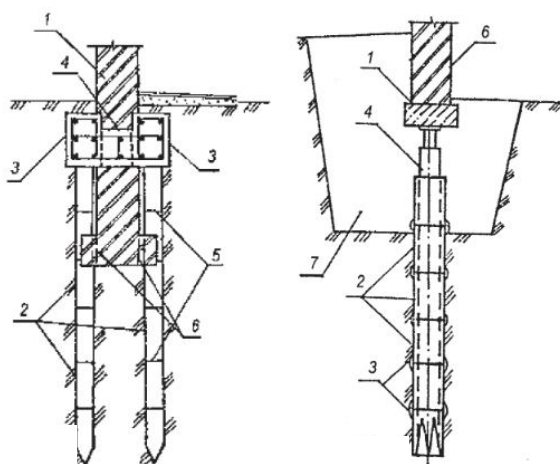
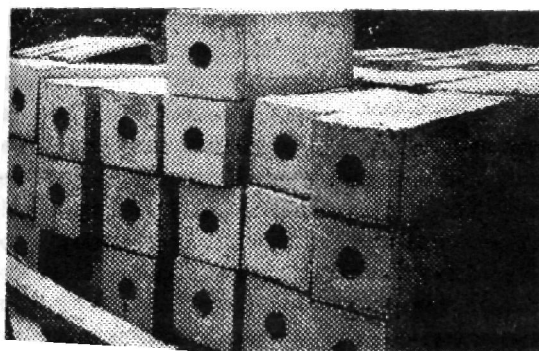
Анализ отечественного и зарубежного опыта реконструкции зданий и сооружений показал, что применение динамических и вибрационных методов погружения свай приводят к осложнению напряженно деформированного состояния грунтового основания, вызывают неравномерные осадки фундаментов. Для исключения опасных воздействий на старые здания на слабых грунтах и с учетом стесненности существующих помещений, в ряде случаев целесообразно применять погружение свай методом вдавливания многосекционных как железобетонных свай, так и металлических труб [1].

Установлено, что статические способы погружения, к которым относится метод вдавливания, обладают большим преимуществом по сравнению другими безударными технологиями, такими как буровые и вибрационные методы.

Основным достоинством технологии вдавливания является: практическое отсутствие динамических нагрузок, как на саму сваю, так и на фундаменты окружающих зданий и сооружений, что исключает неравномерные осадки и как следствие трещины, разрушения и т.п. Отпадает необходимость в усиленном армировании ствола сваи, класс бетона для вдавливаемых свай может быть значительно снижен [2].

**Вдавливание многосекционных свай**

За рубежом широкое распространение многосекционные сваи типа «Мега», которые могут быть изготовлены из железобетонных секций со специальными стыками, позволяющими быстро выполнять соединение, или в виде коротких металлических труб (рис.1). Они могут быть круглого и квадратного сечения, масса элемента — до 100 кг, длина — до 100 см [3].



а)

б)

в)

Рис.1. а) – ж/б секции для изготовления свай типа «Мега»; б) – усиление фундаментов с использованием вдавливаемых многосекционных свай с передачей нагрузки от стены на составные железобетонные сваи, погружаемые вдавливанием; в) вдавливание коротких металлических труб отдельными звеньями

Секции свай последовательно стыкуют по мере вдавливания домкратом до той длины, при которой обеспечивается требуемое предельное сопротивление, либо достигается контрольная величина фактического отказа сваи.

Последовательность работ по вдавливанию свай «Мега» следующая:

Нижний первый элемент с заостренным наконечником (в слабых грунтах без заострения) погружается домкратом. Упором служит распределительная железобетонная балка или сам усиливаемый фундамент. Нарращивание сборных стыкованных элементов производят до тех пор, пока острие сваи не достигнет плотных грунтов, что обеспечит необходимую несущую способность системы в целом.

Головной элемент устанавливают последним. При этом площадь его поперечного сечения больше площади сечения сваи.

После погружения сваи до проектной отметки под нагрузкой, превышающей расчетную в 1,5–2 раза, ее заклинивают специальными стойками. Стойки устанавливают между распределительной балкой и оголовком сваи, а полученное отверстие заполняют бетоном. Опытные данные свидетельствуют, что допустимая нагрузка на сваю сечением 300x300 мм составляет не более 400 кН, на сваю сечением 200x200 мм около 200 кН.

Недостатком метода усиления оснований и фундаментов вдавливаемыми сваями является большой объем ручных земляных работ. При этом есть опасность, что при вскрытии шурфом или траншеей перегруженного фундамента до его подошвы, особенно в условиях слабых грунтов при высоком уровне подземных вод, может произойти его дополнительная существенная осадка. Кроме этого, вдавливание свай может привести к перемятию и расструктуриванию слабого глинистого грунта, что так же повлечет за собой ополнительные деформации основания [4].

С целью улучшения технико-экономических характеристик конструкции многосекционной сваи, в лаборатории геотехники и фундаментостроения



ФГБОУ СибАДИ разработана конструкция секции, имеющая оболочку из армированного пластика, обладающего высокими прочностными свойствами, выдерживающими значительные напряжения на сжатие и растяжение (рис.3, Табл.). и ствол из бетона с низким содержанием цемента или пескобетона [5].

Разработана технология усиления фундаментов методом статического вдавливания многосекционных свай армированного пластиком.

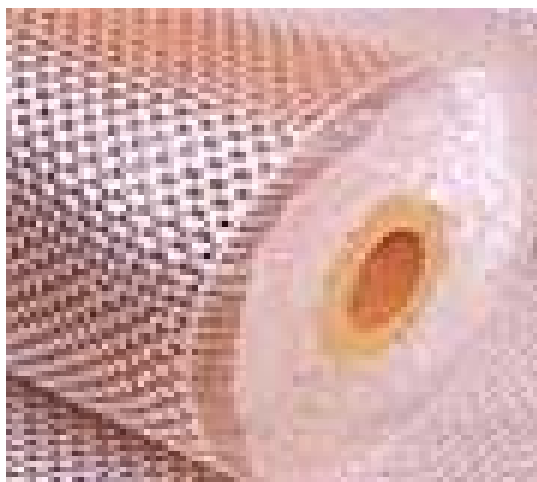


Рис. 2. Материал из армированных пластиков на основе стекловолокна

Таблица 1 – Основные физико-механические свойства армированных пластиков

Наименование показателя	Значение показателя для стеклопластиков на основе различных смол		
	полиэфирная	эпоксидная	фенолформальдегидная
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,4 – 1,75	1,6 – 1,9	1,5 – 1,8
Предел текучести при растяжении, МПа	140-450	400-600	300-500
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	150 -500	400-800	200-600
Относительное удлинение в момент достижения предела текучести, МПа	150 – 300	200-400	100-300
Модуль упругости при растяжении, МПа	11 - 25	22-32	18-25

**Общая характеристика армированных пластиков.** Армированные пластики широко применяются в авиационно-космической технике, различных отраслях машиностроения, строительстве. К достоинствам армированных пластиков относятся:

- высокая прочность при низкой плотности, что позволяет заменять сталь в конструкциях машин и механизмов;
- устойчивость к воздействию агрессивных сред, что обеспечивает изделиям из них длительные сроки эксплуатации без применения защитных покрытий;
- низкая материалоемкость изготовленных из них изделий, что позволяет снизить массу и расходы на эксплуатацию мобильной техники;

- высокая технологичность, заключающаяся в возможности изготовления крупногабаритных изделий сложной формы без дорогостоящей технологической оснастки и оборудования;

- возможность быстрой корректировки размеров в условиях строительной площадки без применения специального оборудования; - небольшие капитальные затраты на организацию производства изделий из армированных пластиков;

- работоспособность в широком диапазоне температур и напряжений. Наибольшее распространение получили армированные полимерные композиты с использованием в качестве арматуры текстильных материалов на основе стекловолокна, что связано с его доступностью, низкой стоимостью и высокими прочностными свойствами.

Все необходимое сырье для производства стеклопластиков появилось еще в 30-х годах прошлого века. Массовое производство стеклянных нитей и пряжи стало возможным в 1932 году, когда была разработана технология производства стеклянных волокон из расплава. Подходящие для производства стеклопластиков связующие также появились в тридцатых годах XX столетия, когда в США была разработана технология изготовления полиэфирных смол. Чуть позже появились и перекисные отверждающие системы для этих смол. Принципиально с тех пор сырьевая база не изменилась, хотя, конечно, до сих пор проводится ее совершенствование и создание и новых смол, и новых отвердителей, и новых стекломатериалов [6].

Стеклопластик изготавливается из стекловолоконистых армирующих материалов и связующих синтетических ингредиентов. Жесткость материала обеспечивается стеклянными высокопрочными волокнами, а монолитность, равномерное распределение усилий, защита от атмосферных и химических агрессивных воздействий определяется связующими веществами. Кроме того, связующее принимает на себя часть усилий, развивающихся в среде материала под нагрузкой. Использование композитных материалов (стеклопластика) дает определенные преимущества в виде уменьшения веса изделия, увеличения его прочности, высокой коррозионной стойкости, хороших теплоизоляционных свойств. Если материалы находятся во время эксплуатации в условиях высокой влажности, повышенного давления грунта на корпус емкости, использование стеклопластика является отличным решением.

Изделия из стеклопластика обладают столь же высокой прочностью на сжатие, на скручивание, на разрыв, как изделия из металла, но при прочих равных условиях имеют значительно меньший вес, чем металлические конструкции. Это свойство значительно расширяет область применения изделий из стекловолокна, и делает монтаж и транспортировку конструкций из композита более простыми. Открытые солнечные лучи, осадки, перепады температур, агрессивные химические среды не изменяют прочностных характеристик изделий из стеклопластика, поэтому материал может использоваться для возведения внутренних и наружных конструкций. Кроме того, композиты, в составе которых находится эпоксидная или полиэфирная смолы, или стекловолокно, блокируют распространение огня во время пожара. При сгорании стеклопластик не выделяет токсические вещества в воздух – он не дымит и не выделяет в процессе горения диоксид.

### **Заключение**

Армирование полимерной матрицы прочным стекловолокном придает изделию из стеклопластика такие свойства, которые позволяют его использовать во многих направлениях строительства [7].

Использование композитов позволяет возводить надежные облегченные конструкции.

Опыт работ по усилению фундаментов и оснований показывает перспективность применения вдавливания многосекционных свай для усиления фундаментов реконструируемых и аварийных зданий, а также для устройства новых фундаментов стен и оборудования в стесненных условиях. Анализ использования метода вдавливания на объектах обладающих архитектурной значимостью позволяет сделать следующие выводы [8]:

1. Оборудование должно быть малогабаритным и приспособленным для работы в стесненных условиях.

2. При производстве работ динамическое воздействие на конструкции сооружения и грунт основания должно быть сведено к минимуму.

3. Технология производства работ по усилению фундаментов должна быть экологически безопасной и желательной позволяющей производить работы без эвакуации живущих или работающих в здании людей.

4. На этапе подготовительных работ необходимо произвести усиление конструкций с целью вывешивания несущих стен в местах вдавливания свай с целью уменьшения дополнительных деформаций.

5. Необходимость производить контроль усилия нагружения вдавливаемых свай, который позволяет добиться точного соответствия силы расчетного сопротивления свай проектным значениям.

6. Включение свай в работу должно быть осуществлено сразу после окончания производства работ.

7. В условиях программы импортозамещения и с целью улучшения технико-экономических характеристик многосекционных свай, применение новой технологии вдавливания и конструкции секции многосекционной сваи из армированного пластика является актуальным.

### **Библиографический список**

1. Пономаренко, Ю.Е. История и перспективы развития средств механизации для вдавливания свай в Западно-Сибирском регионе / Ю.Е. Пономаренко, А.С. Нестеров, М.П. Мартюшов // Механизация строительства. – 2003. – № 8. – С.13-17.

2. Пономаренко, Ю.Е. Применение оборудования для погружения свай вдавливанием в г. Омске / Ю.Е. Пономаренко, А.С. Нестеров – Омский научный вестник. – Серия: Приборы, машины, технологии. – 2009. – №3 (83). – С.145–148.

3. Магнушев, Р.А. Современные свайные технологии: учебное пособие / Р.А. Магнушев, А.В. Ершов, А.И. Осокин. – М.: Издательство АСВ; СПб ГАСУ, 2007. –160 с.

4. Фрейдман, Б.Г. Перспективы развития метода вдавливания свай / Б.Г. Фрейдман. // Геотехника: актуальные теоретические и практические проблемы. Межвузовский теоретический сборник трудов. – СПб.: СПбГАСУ, 2006. –С.174 –176.

5. Савинов, А.В. Применение свай, погружаемых вдавливанием, для усиления и устройства фундаментов в условиях реконструкции исторической застройки г. Саратова / А.В. Савинов. – Саратов: СГТУ, 2000. – 124 с.

6. Новский, А.В. Опыт возведения и усиления фундаментов в условиях плотной городской застройки г.Одессы / А.В. Новский, В.А. Новский, В.Г. Суханов, Е.И. Мищенко. – СПбГАСУ, 2005. – С. 62–68.

7. Конач, В.М. Современные технологии усиления оснований и фундаментов / В.М. Конач. – Архитектура и строительство России – 2008. – №6. – С. 36-39.

8. Штоль, Т.М. Технология возведения подземной части зданий / Т.М. Штоль, В.И. Теличенко, В.И. Феклин. – М.: Строиздат, 1990. – 288 с.

**Нестеров Андрей Сергеевич** (Россия, Омск) – кандидат технических наук, ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5, e-mail:kaf\_igof@sibadi.org)

**Гриценко Виталий Алексеевич** (Россия, Омск) – старший преподаватель, ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5, e-mail:kaf\_igof@sibadi.org)

УДК 624.15

### ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА ВДАВЛИВАНИЯ ПРИ ПОГРУЖЕНИИ СТАЛЬНОГО ШПУНТА НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНОГО ПЕРЕХОДА

Ю.Е. Пономаренко, А.С. Нестеров

**Аннотация:** Рассмотрено применение стальных шпунтовых свай при устройстве ограждающих конструкций подземного перехода в своре ул. Чокана Валиханова при пересечении пр. К. Маркса и станции Омского метрополитена «Библиотека Пушкина». Уделено внимание вопросам анализа существующих технических решений погружения шпунтовых свай и особенностям конструкций шпунтовых ограждений. Простота и надежность конструкции из стального и сварного трубчатого шпунта обеспечивает высокие эксплуатационные показатели в суровых природно-климатических условиях Западной Сибири.

**Ключевые слова:** конструкции, шпунт, свая, погружение, технология, эффективность.

### APPLICATION OF THE PRINCIPLE OF STEEL DIVE INDENTATION DOWEL FOR THE CONSTRUCTION OF THE UNDERPASS

U. E. Ponomarenko, A. S. Nesterov

**Abstract:** The use of steel sheet piles at the device walling underpass in the pack of st. Chokan Valihanov at the intersection of Prospect. Marx and Omsk Metro station "Pushkin Library". Paid attention to the analysis of existing technical solutions dipping sheet piles and sheet piling design features. The simplicity and reliability of the design of steel and welded tubular dowel provides high performance in harsh climatic conditions of Western Siberia.

**Keywords:** design, tongue, pile, dive, technology, efficiency.

### **Введение**

Первые несколько подземных переходов были сооружены в Москве в 1959 г. К достоинствам подземного пешеходного перехода можно отнести безопасность пересечения улицы в разных уровнях, увеличение скорости транспортного потока, отсутствие светофоров, снижение опасности образования пробок и как следствие уменьшение объема токсичных выхлопных газов. Как правило, именно автомобильный транспорт является основной причиной загрязнения воздушной среды экосистемы города. К недостаткам можно отнести большие экономические затраты, временное перекрытие транспортных магистралей и перенос инженерных коммуникаций.



Рис. 1 Общий вид подземного перехода в створе ул. Ч. Валиханова – пр. К. Маркса

Согласно государственной программе «Развития транспортной системы» города Москвы на 2013-2014 г.г. запланировано строительство около 40 подземных пешеходных переходов. В Омске первый подземный пешеходный переход был сдан в эксплуатацию к юбилею «Великой Октябрьской Социалистической Революции» в 1967 году [1]. А в 2013-2014 г. Закончено строительство подземного пешеходного перехода на пересечении улиц Чекана Валиханова и пр. К. Маркса (Рис. 1).

### **Применение принципа вдавливания при погружении стального шпунта**

Для крепления стен котлованов под подземный переход было принято решение применить стальной шпунт из прокатного профиля. Для глубоких котлованов и на слабых грунтах обычно применялись шпунты корытного профиля, в том числе и наиболее тяжелого типа Ларсен – IV, Ларсен – V из низколегированной стали марки 16ХГ (рис.2), но они характеризуются недостаточной прочностью при восприятии изгибающих моментов. поэтому при проектировании таких сооружений приходится идти на дополнительные дорогостоящие мероприятия, позволяющие

снизить горизонтальные нагрузки на шпунт: применение каменных разгрузочных призм, экранирующих свайных рядов, разгрузочных эстакад.

Забивка шпунта осуществляется аналогично забивке свай, однако при этом необходимо учитывать специфику шпунтового профиля (применение специальных наголовников), возможно погружения пакетами по несколько свай. Удары молота о шпунт более жесткие по сравнению со свайей, что приводит к более быстрому износу, как погружающего оборудования, так и шпунтовой сваи. Шпунт типа Ларсен при забивке «в замок» предъявляет повышенные требования к качеству производства работ, требует тщательного выравнивания свай по вертикали и в плане, иногда возникает необходимость в дополнительной бурении. В целом стоимость забивки шпунта значительно выше стоимости забивки свай.



Рис.2 Ограждение из тяжелого шпунтового профиля типа Ларсен, погруженное методом вдавливания на строительстве подземного перехода

При погружении одиночных шпунтин возникают осложнения связанные с разворачиванием их в плане и деформацией. Поэтому шпунт типа «Ларсен» приходится иногда погружать пакетами из двух шпунтин. Это приводит к необходимости производить дополнительные технологические операции на строительной площадке. Увеличение лобового сопротивления в плотных грунтах приводит к тому, что сопротивление пакета погружению резко возрастает. Количество ударов при погружении может достигать до 300 и более на 1 м погружения. В этих условиях у части пакетов происходит смятие верхних концов. После повреждения головы пакета дальнейшее погружение его невозможно, так как большая часть энергии удара расход уже не на погружение, а на еще большую деформацию головы пакета [3].

При повторном использовании шпунтовых свай замковые соединения часто деформируются и разрываются, что приводит к некачественному выполнению работ по устройству ограждения. Может возникнуть так называемый «Увод», при котором погружаемая шпунтина, из-за неисправности замка тянет

вниз за собой ранее погруженную. Надо сказать, что при использовании метода статического вдавливания это явление полностью исключено, т.к. замки не испытывают никакого динамического воздействия, а следовательно не могут деформироваться.

Подбирают шпунтовый профиль в зависимости от условий работы и глубины заложения объекта, поскольку с увеличением глубины погружения, пропорционально увеличивается активное давление грунта на ограждающую конструкцию.



Рис. 3. Вдавливание шпунта типа Ларсен на начальном этапе строительстве подземного перехода в районе пр. Маркса

В связи с вышесказанным при проектировании подземного перехода на пересечении пр. К. Маркса, ул. Ч. Велиханова было принято решение погружать шпунтовые сваи типа Ларсен из стандартного прокатного профиля длиной 12 м. методом вдавливания. Это было связано также с тем, что строительство осуществлялось в центре города, на пересечении с основной транспортной магистралью (пр. К.Маркса), практически вплотную к жилым зданиям. В такой ситуации необходимым условием строительства является соблюдение всех санитарно-экологических требований и норм.

Основным достоинством технологии вдавливания является: практическое отсутствие динамических нагрузок, как на саму сваю, так и на фундаменты окружающих зданий и сооружений, что исключает неравномерные осадки, трещины, разрушения и т.п. [2]. Сваевдавливающие установки могут погружать сваи вплотную к существующим стенам и подземным коммуникациям, вертикально и под углом до  $20^{\circ}$ . Кроме динамического воздействия вдавливание позволяет исключить опасные вибрации, шум, загазованность воздуха, неизбежные при работе дизель-молотов, а так же значительно снизить энергозатраты [2]. Опыт эксплуатации установок типа «Томич» (рис. 3) и УВС-В-6 (рис. 4) при вдавливания заводских свай, показал их эффективность при работе на рас-

стояниях до 1,2 м от конструкций существующих зданий и сооружений (при условии погружения свай в предварительно разрыхленный грунт); вблизи коммуникаций; в слабых грунтах, как альтернатива буронабивным и забивным технологиям, при рисках развития недопустимых деформаций грунтов.



Рис. 4. Вдавливание шпунта установкой СВУ-В-6 на строительстве подземного перехода в г. Омске

При устройстве ограждения стен котлована должна строго соблюдаться последовательность технологических операций. Перед погружением шпунта осматривают и очищают замки от грязи, грунта и проверяют прямолинейность замков протаскиванием по ним шаблона. Наголовник жестко закрепляют на шпунте с помощью клинового наголовника. Затем шпунтину поднимают и заводят нижним концом в замок ранее погруженной шпунтины. После чего выравнивают, опускают рабочий орган вдавливающей установки на наголовник шпунтовой сваи и погружают шпунт до проектной отметки. Затем наголовник освобождают от шпунтины и переносят к месту соединения со следующей шпунтиной [3].

На одном из участков строительства (со стороны магазина «Голубой Огонек») шпунтовые сваи погружались с помощью сваевдавливающей установки УСВ-В-6 «Тайзер» изготовленной в г. Саратове (рис.4). Надо сказать, что применение метода вдавливания полностью оправдало возложенные на него надежды. Хотя этому методу присущие и некоторые недостатки. К недостаткам метода вдавливания относятся:

1. Сложность создания большого по величине вдавливающего усилия [2].
2. Ограничения применимости метода при определенных грунтовых условиях (прослойки плотных и средней плотности песчаных грунтов, пылеватоглинистых грунтов твердой и полутвердой консистенции) [2].



3. Возможность возникновения определенных динамических нагрузок воздействующих на массив окружающего грунта при ударе установке о грунт [2].

В случае погружения шпунтовых профилей эти недостатки не имели решающего значения. В силу незначительной величины поперечного сечения вдавливаемой поверхности, необходимости в развитии больших вертикальных вдавливающих усилий не возникало. При наличии щадящего воздействия погружающей установки на голову и замки шпунтовых свай, можно сказать, что метод вдавливания идеально подходит для устройства шпунтовых ограждений. Немаловажным качеством вдавливающих установок является то, что они способны развивать плавные выдергивающие усилия, достигающие значительных величин. Это особенно актуально для временных шпунтовых ограждений, т.к. последующее извлечение шпунта является большой проблемой при его повторном использовании.

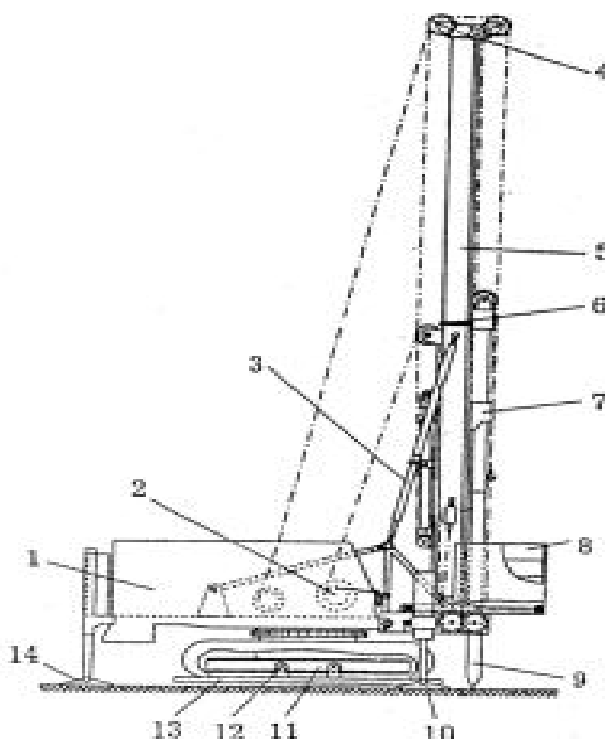


Рис 5 Конструктивная схема сваевдавливательной установки СВУ-В-6.

1 – базовая машина; 2 – главная лебедка; 3 – гидроцилиндр раскоса; 4 – полиспастные блоки; 5 – портал; 6 – вдавливающий орган; 7 – наголовник; 8 – пригрузы; 9 – свая; 10 – передний аутригер; 11 – рама; 12 – катки; 13 – опорная плита; 14 – задний аутригер

На объекте строительства установка СВУ-В-6 перемещается на гусеничном ходу по опорной металлической плите, подвешенной снизу к базовой машине, что приводит к снижению общего давления установки на грунт. Оборудование смонтировано на базовой машине – кране РДК-25. Масса установки около 50 т, с пригрузом до 112 т [2].

Для удобства передислокации с объекта на объект установка легко разбирается на отдельные блоки, способна разгружать поставляемые на объект сваи.

Установка СВУ-В-6 (рис. 5) отвечает следующим требованиям [2]:

- работает без вспомогательных машин;

- самостоятельно погружается на транспортные средства и разгружается с них;
- погружает сваи с усилием не менее 1000 кН,
- выдергивающее усилие до 600 кН;
- осуществляет квазистатический режим погружения со скоростью 0,5–2,5 м/мин, усилие вдавливания в квазистатическом режиме не менее 800 кН;
- погружает сваи вплотную к существующим стенам, вертикально и под углом до 20°;
- имеет возможность выполнять вибропогружение и импульсную добивку свай, а также их сочетание, вибровдавливание и добивку на фоне вдавливания.

Реальная производительность установки СВУ-В-6 составляет 20–25 свай в смену.



Рис. 6. Разбуривание контурной траншеи в мерзлом грунте

В результате анализа работы вдавливающей установки можно сделать следующий вывод: – при работе установки на объекте строительства много времени затрачивается на вспомогательные операции. Например, на строповку и подтаскивание сваи тратится до 25–30% времени. Этого можно было бы избежать, если бы установка была оснащена вспомогательным крановым оборудованием, позволяющим складировать сваи ближе к месту непосредственного вдавливания. Установка сваи под наголовник занимает до 15–20% времени. Это происходит в связи с тем, что оператор установки имеет ограниченный обзор и не видит поверхность грунта с точкой вдавливания сваи. Так как на строительной площадке установка СВУ-В-6 перемещается на гусеничном ходу по опорной металлической плите, необходимо, чтобы проектная отметка головы

шпунтовой сваи находится ниже уровня планировки, что вынуждает додавливать сваю с помощью инвентарной вставки ниже поверхности грунта или предварительно отрывать контурную траншею. Это приводит к необходимости использования дополнительного оборудования. Как впрочем и предварительноерыхление мерзлого грунта в зимний период (рис.6).

Ранее НПО «Мостовик» занимался проектированием и строительством подземного пешеходного перехода в районе ул. Кр. Путь. Переход совмещен с входом на станцию метро «Библиотека Пушкина». В связи с глубоким заложением станций и сложными инженерно-геологическими условиями площадки строительства была принята технологическая схема устройства ограждения стен котлована с применением трубошпунтовых свай ТШС 6-2006-А.208-00-СВСУ-13, погруженных в грунтовое основание методом вибропогружения. По данной технологии только при сооружении станции «Библиотека Пушкина» было изготовлено более 750 свай, длиной 15,5 м, диаметром 720 мм. (рис.7). Для погружения трубошпунтовых свай использовался вибропогружатель 48HFV[4] .

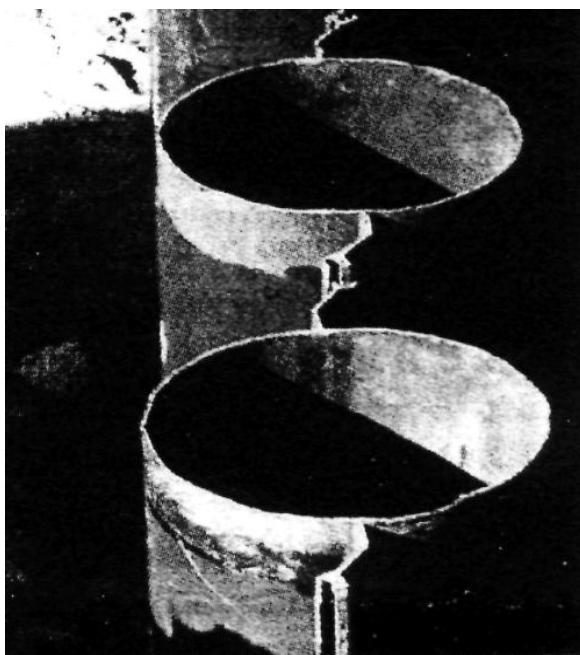


Рис. 7. Трубошпунтовые сваи с замковыми соединениями типа ШК-1

Особенностью производства работ по устройству ограждающих стен котлована станции метрополитена «Библиотека Пушкина» является то, что строительство проводилось в непосредственной близости от свайных фундаментов мостового перехода [4]. Причем глубина котлована была приблизительно на одном уровне с подошвами свай, составляющих несущие конструкции данного фундамента. Это явилось причиной принятия проектного решения предусматривающего применения трубошпунтовых свай ТШС 6-2006-А.208-00-СВСУ-13 с последующим их включением в конструктивную схему защиты станции метрополитена от давления грунта и подземных вод.

Вибрационный метод погружения свай и шпунта , в нашей стране начал применяться с середины прошлого века, почти одновременно с методом вда-

ливания свай, задолго до начала широкого использования его на Западе. Но при вибрационном способе погружения в грунтовом массиве возникают колебания, способные вызвать опасные изменения в конструкции фундаментов прилегающих зданий, вызвать неравномерные осадки основания и повреждение подземных коммуникаций. По сравнению с вибрационным, метод вдавливания не дает динамического воздействия на грунт и подземные конструкции зданий [5]. На строительной площадке шпунт с успехом можно погружать как установками с торцевой передачей вдавливающего усилия (СВУ-В-6), так и с боковой передачей (УСВ-120М, УСВ-160). Правда во втором случае установки необходимо оснащать специальным шарнирным наголовником, вдавливающий узел которого имеет вставки, повторяющие профиль шпунта [5,6].

Слабым звеном металлических конструкций является коррозия металла. В целом потери от коррозии считаются настолько большими, что оцениваются специалистами до 30% от массы черного металла. Для защиты шпунта от коррозии необходимо покрывать его эмалями и грунтовкой: ЭП-5116; ЭП-057; ЭП-1155 [7]. После окончания работ по нулевому циклу шпунты следует извлекать и использовать на другом объекте строительства. Для извлечения шпунтов используют свае и шпунтовыдергиватели. Иногда шпунты извлекают с помощью гидравлических и винтовых домкратов. В настоящее время в Санкт-Петербурге шпунтовые сваи тяжелых профилей успешно вдавливаются и извлекаются сваевдавливающими установками, такими как УСВ-120М и УСВ-160 с помощью специального наголовника [6,8]. Процесс извлечения сваи состоит из следующих операций: установки на вдавливающий узел специального клыка; соединение со сваей через вырезанное отверстие или серьгу; выдергивание сваи. Свеедавливающая установка осуществляет только срыв сваи, дальнейшие операции по извлечению шпунтовой сваи производятся краном, который работает в паре с установкой. Если нет необходимости выдергивать стальные шпунты, их срезают с помощью газорезки.

### **Заключение**

Анализ опыта строительства ограждающих конструкций и сооружений из стального шпунта тяжелых профилей и сварного трубчатого шпунта дает основание для следующих выводов:

1. Сооружения с применением шпунтовых свай типа «Ларсен» и ТШС возводятся промышленным методом из конструкций заводского изготовления, погруженных в грунт, в том числе и методом статического вдавливания;
2. Затраты материалов, энергии и экологическое воздействие при возведении 1 п.м. сооружения оказывается минимальным по сравнению с применением других строительных технологий;
3. Конструкции замковых соединений шпунтовых свай типа «Ларсен» и сварного трубчатого шпунта, при применении вдавливания не деформируются, что позволяет использовать их повторно;
4. Относительная простота конструкций шпунтовых свай типа «Ларсен» и сварного трубчатого шпунта обеспечивает высокие эксплуатационные показатели даже в суровых природно-климатических условиях.
5. Применение метода вдавливания при погружении шпунтовых свай особенно актуально в условиях плотной городской застройки так как позволяет исключить опасные вибрации, шум, загазованность воздуха, а так же значительно снизить энергозатраты;

6. Сваевдавливающие установки типа СВУ-В-6 и УСВ-160 позволяют не только погружать шпунтовые сваи в щадящем режиме, но и извлекать его при необходимости.

### Библиографический список

1. Пономаренко, Ю.Е. Применение оборудования для погружения свай вдавливанием в г. Омске. Омский научный вестник / Ю.Е. Пономаренко, А.С. Нестеров. – Серия: Приборы, машины, технологии.– 2009. – №3 (83). – С. 145–148.
2. Пономаренко, Ю.Е. Машины и оборудование для погружения свай методом вдавливания / Ю.Е. Пономаренко., А.С. Нестеров, Е.В. Ступаченко. –Омск: Изд-во СиБАДИ, 2012. – 80 с.
3. Верстов, В.В. Исследование сравнительной эффективности заглубления стального шпунта в плотный грунт различными погружающими машинами / В.В. Верстов, А.Н. Гайдо // Механизация строительства – 2013. – № 2. – С. 44-49.
4. Интернет ресурс [www. Mostovik.ru](http://www.Mostovik.ru)
5. Новский, А.В. Опыт возведения и усиления фундаментов в условиях плотной городской застройки г.Одессы / А.В. Новский, В.А. Новский, В.Г. Суханов, Е.И. Мищенко. – СПбГАСУ, 2005. – С. 62–68.
6. Верстов, В.В. Гайдо А.Н., Иванов Я.В. Технология и комплексная механизация шпунтовых и свайных работ: Учебное. пособие. 2-е изд. стер. / В.В. Верстов, А.Н. Гайдо, Я.В. Иванов. – СПб.: Изд. «Лань», 2012. – 288 с.
7. Штоль, Т.М. Технология возведения подземной части зданий / Т.М. Штоль, В.И. Теличенко, В.И. Феклин. – М.: Строиздат, 1990. – 288 с.
8. Гончаров, В.В. Трубчатый сварной шпунт на объектах Ханты-Мансийского автономного округа / В.В. Гончаров, В.Ф. Новицкий. М., Транспортное строительство.– 2004. –№11. –С. 20–23.

**Пономаренко Юрий Евгеньевич** (Россия, Омск) – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «СиБАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5)

**Нестеров Андрей Сергеевич** (Россия, Омск) – кандидат технических наук, ФГБОУ ВПО «СиБАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, д. 5, e-mail: [kaf\\_igof@sibadi.org](mailto:kaf_igof@sibadi.org))

## РАЗДЕЛ IV ЭКОНОМИКА

---

УДК 339.138

### КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ МАРКЕТИНГОВОЙ ЛОГИСТИКИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Ю.Н. Бокарева, А.В. Терентьев

**Аннотация.** В условиях создания спроса с одной стороны, и удовлетворения спроса с другой стороны не должны рассматриваться как отдельные функции; маркетинговая логистика сочетает черты логистики и маркетинга; маркетинг выявляет, стимулирует и формирует спрос, а логистика его своевременно удовлетворяет посредством быстрой и точной поставки продукта конечному потребителю.

**Ключевые слова:** понятие «маркетинговой логистики»; взаимосвязь маркетинга и логистика; логистика удовлетворяет поставки продукта потребителю.

### CONCEPTUAL ASPECTS MARKETING LOGISTICS CUSTOMER SERVICE

Y. N. Bokareva, A. V. Terentiev

**Abstract.** In creating demand conditions on the one hand and to meet the demand on the other hand not to be considered as separate functions; Marketing Logistics combines the features of logistics and marketing; Marketing identifies, stimulates and creates demand and logistics in a timely manner it satisfies through fast and accurate delivery of the product to the end user.

**Keywords:** the concept of "marketing logistics"; relationship marketing and logistics; Logistics satisfies the delivery of the product to the consumer.

Для многих известных и авторитетных ученых в области экономических процессов капитализм как концепция рыночных действий сводится к пресловутому потребительскому поведению покупателей, примитивно реагирующим на маркетинговые инициативы и где совершенно не работает традиционная «невидимая рука рынка». В мировой экономике происходят преобразования отдельных функций маркетинга и логистики в интегрированную функцию «маркетинговой логистики». В условиях современных рыночных отношений, создания спроса с одной стороны, и удовлетворения спроса с другой не должны рас-

смаиваться как отдельные функции. А. И. Семененко считает, что «маркетинговая логистика означает, что речь идет о таком объекте, как маркетинговая система какой-либо экономической, относительно независимой структуры и к ней прилагается логистический подход как средство системы целостной оптимизации» [3]. Маркетинговый подход предполагает планирование, оперативное управление и контроль физических потоков готовых продуктов, начиная с мест возникновения потоков исходного сырья, комплектующих деталей и т.п. и заканчивая доведением до потребителей, в целях наиболее эффективного удовлетворения их запросов [1].

По мнению П. И. Вахрина маркетинговая логистика представляет собой науку о планировании, контроле и управлении транспортированием, складированием и другими материальными и нематериальными операциями, совершаемыми в процессе доведения готовой продукции до потребителя в соответствии с интересами и требованиями последнего [4]. Другими словами маркетинговую логистику можно определить, как некую совокупность мероприятий отделов сбыта и сбытовых посредников по перемещению товаров по избранным каналам сбыта к покупателям. Маркетинговая логистика позволяет решать целый ряд задач: ассортиментная загрузка производства на основе сформированного маркетинговыми службами портфеля заказов, определение технологии оптимального перемещения ресурсов и продуктов, выработка стандартные требований к упаковке, качеству продуктов, выявление центров возникновения потерь времени, нерационального использования материальных и трудовых ресурсов. Концептуальные аспекты маркетинговой логистики реализуются посредством анализа, планирования, организации и контролирования всех операций по перемещению и складированию до прибытия продукции на рынок, а также связанных с ними каналов распределения.

Во время стремительного научно-технического развития, появления новых технологий, товаров и услуг, усиления конкурентной борьбы, роль маркетинга и логистики на международном рынке значительно возросла. Переход к рыночной экономике вплотную подвели российские предприятия к осознанию проблемы необходимости практического применения маркетинговых принципов в своей повседневной деятельности. Эффективное функционирование предприятия невозможно без использования маркетингового подхода ко всем бизнес-процессам, происходящим в производственной системе. Логистика дополняет и развивает маркетинг, увязывая потребителя, транспорт и поставщика в мобильную, согласованную систему с единой техникой и технологией. Интенсивные и глубокие изменения на рынке, существенно влияющие на реализацию поставок, новые технологии и давление издержек привели к возникновению неизвестных ранее проблем, которые вынуждают предприятия выработать новую концепцию управления материальными потоками, получившую название «маркетинговой логистики».

Проблемы рассматриваются в работах таких авторов, как А.К. Брыкина, А.Д.Дубкова, В.И.Моргунова, Х. Пэк, З. Фегеле и другие. В работах указанных авторов рассматриваются различные подходы к проблемам функциональной взаимосвязи маркетинга и логистики, методам анализа переменных маркетинговой логистики. Таким образом, изучение проблем организации маркетинговой логистики на предприятии и разработка рекомендаций по ее совершенствованию. Для достижения поставленной цели исследования требуется решить сле-

дующие задачи: рассмотреть современные подходы к пониманию сущности понятия «маркетинговая логистика», а также взаимодействие маркетинговой и логистической деятельности; определить современное состояние отечественной и зарубежной теории и практики маркетинговой логистики; рассмотреть теоретические и методические основы реализации маркетинговой логистики в деятельности фирмы; оценить существующую организацию маркетинговой логистики; проанализировать современное состояние интеграции маркетинга и логистики в деятельности фирмы.

Термин «маркетинговая логистика» впервые в отечественной теории предложен профессором Г. Л. Багиевым [2] в 1998 г. По его мнению, термин «маркетинговая логистика» имеет две трактовки:

1) раздел предпринимательской логистики, включающий методологию, теорию, методику оптимизации потоков всех видов, которые сопровождают маркетинговую деятельность;

2) совокупность методов, с помощью которых в системе маркетинга осуществляются синтез, анализ и оптимизация потоков всех видов, сопровождающих товар или услугу от производителя до конкретного покупателя, а также коммуникации субъектов маркетинговой системы в процессе их взаимодействия.

Таким образом, маркетинговая логистика сочетает черты логистики и маркетинга. Маркетинг – это концепция управления, ориентированная на требования рынка, а логистика ориентирована на материальный поток. При правильном сочетании логистики и маркетинга при реализации товарно-материальных ценностей, возможно, достичь качественного и своевременного удовлетворения спроса конечного потребителя.

Маркетинг и логистика на этапе распределения товарной продукции не просто дополняют друг друга, а тесно взаимосвязаны и взаимозависимы. Логистика и маркетинг тесно переплетаются в ходе удовлетворения нужд и потребностей клиентов при минимальных затратах. Основным являются функции маркетинга, который отвечает на вопрос «что нужно?», функции логистики вторичны, она отвечает на вопрос «как это сделать?». Маркетинг и логистика считаются равноправными частями единого целого – системы реализации продукции предприятия. При оптимальном одновременном использовании маркетинга и логистики повышается не только эффективность сбыта, но и всего предприятия. Основные области взаимодействия логистики и маркетинга представлены на рисунке 1.1. Традиционно основными областями взаимодействия являются:

а) установление стоимости на реализуемую продукцию. При этом маркетинг устанавливает стоимость с учетом себестоимости, конкурентоспособности среды, планируемого уровня доходов и расходов, связанных с доведением готовой продукции до потребителя;

б) оформление продукции. Основная цель логистики определяется конкретными требованиями, ограничениями по виду и размеру упаковки, исходя из стандартизации и унификации транспортного средства;

в) мониторинг объемов продаж и регионов сбыта. От точности данных сведений во многом зависят решения логистических задач, которые связаны с реорганизацией распределительной системы;



## ЭКОНОМИКА



Рис. 1. Взаимосвязь маркетинга и логистики

г) создание распределительных систем. Здесь главными задачами маркетинга являются: выбор наиболее выгодной распределительной системы и ее применение к каждому региону сбыта. Логистика же организует перемещения товаров к потребителям через всю систему распределения;

д) проектирование складской системы в системе распределения. Маркетинг обязан составлять прогнозы на распределение готовой продукции для каждого региона сбыта и каждой товарной группы.

А логистика занимается разработкой стратегии складирования, устанавливает оптимальное количество складов и разработкой системы снабжения складов;

е) формирование политики обслуживания клиентов. Эта задача является задачей маркетинга. Однако, она не может быть решена без анализа возможностей компании по оказанию услуг и размерам логистических затрат по их оказанию;

ж) управление заказами клиентов. Маркетинг занимается исходным этапом данной процедуры. Логистика берет на себя процессы, связанные с подготовкой заказов и доставкой покупателю;

з) логистика в области запасов является областью, в которой могут возникнуть разногласия между логистикой и маркетингом. Позиция маркетинга сводится к тому, что нужно угодить всем потребностям покупателей (потребителей). Логистика придерживается иной позиции, а именно: уровень обслуживания должен быть гибким, с учетом особенностей покупателей.

Таким образом, в последние годы предпринимательские круги западноевропейских стран обратили свое внимание на необходимость устранения такого положения дел, при котором логистика и маркетинг изолированно формировались, развивались и использовались предпринимателями лишь частично, когда из целостной системы выхватывались лишь те функции и элементы, требуемые для решения практических задач текущего периода. На основании сведений взаимосвязи маркетинга и логистики можно сделать вывод, что маркетинг выявляет, стимулирует и формирует спрос, а логистика его своевременно удовлетворяет посредством быстрой и точной поставки продукта потребителю.

### Библиографический список

1. Белых, В.И. Моделирование процесса стратегического планирования предпринимательских структур. Современные проблемы менеджмента и маркетинга в развитии экономики региона. Материалы всеросс. научно-практической конференции / В.И. Белых, А.В. Терентьев. – Омск: Изд-во «Прогресс» ОЭИ, 2007. – 331 с.

2. Багиев, Е.Г. Маркетинг / Е.Г. Багиев. – СПб: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 74 с.

3. Семенов, А.И. Маркетинговая логистика / А.И. Семенов. – СПб.: Политехника, 2011. – 349 с.

4. Вахрина, П.И. Инвестиции: Учебн. пособие / П.И. Вахрина. – М.: Дашков и Ко, 2011. – 384 с.

**Бокарева Юлия Николаевна** (Россия, Омск) – магистрант, ФГБОУ ВПО «СибАДИ», гр ТППМ-15Э1 (644080, пр. Мира, д. 5, e-mail: solovevaun@mail.ru).

**Терентьев Александр Владимирович** (Россия, Омск) – кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «СибАДИ», каф. "Логистика" (644080, пр. Мира, д. 5, e-mail: terentyev\_11@mail.ru).

УДК 339.138

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ МАРКЕТИНГОВОЙ ЛОГИСТИКИ

А.А. Лисневская, А.В. Терентьев, Ю.Н. Бокарева

**Аннотация.** *Необходимость в управлении взаимодействием маркетинга и логистики; маркетинг представляет собой систему управления; система маркетинговой логистики на предприятии.*

**Ключевые слова:** *маркетинг; проблемы маркетинговой логистики; функции маркетинговой логистики; организация транспортировки груза методами маркетинговой логистики.*

## CURRENT STATUS OF NATIONAL THEORY AND PRACTICE OF MARKETING AND LOGISTICS

A.A. Lisnevskaya, A.V. Terentiev, Y.N. Bokareva

**Abstract.** *The need to manage the interaction of marketing and logistics; Marketing is a management system; marketing logistics system in the enterprise.*

**Keywords:** *marketing; marketing logistics problems; marketing logistics functions; Organization of cargo transportation methods of marketing logistics.*

Необходимость в управлении областью взаимодействия маркетинга и логистики возрастает с насыщением рынков и с повышением чувствительности потребителей к скорости и к качеству обслуживания. Маркетинг востребован практикой в связи с возникшими трудностями со сбытом товаров исторически в наиболее ранний период, чем логистика. В середине XX в. направленность производства на выпуск необходимого на рынке продукта и применение маркетинговых методов изучения спроса и воздействия на спрос оказались решающим фактором повышения конкурентоспособности. В современных условиях «уйти вперед» только на базе применения маркетинга уже нельзя. Выявленный маркетингом спрос должен своевременно удовлетворяться посредством быстрой и точной поставки («технология быстрого ответа»). Этот «быстрый ответ» на возникший спрос возможен лишь при налаженной системе логистики. Исторически выйдя на экономическую арену в более поздний период, логистика дополняет и развивает маркетинг, увязывая потребителя, транспорт и поставщика в мобильную, технико-технологическую и плано-экономическую согласованную систему [2].

Логистическая интеграция позволяет обеспечить поставку требуемого товара с минимальными затратами, так как себестоимость проходящего по цепи товара, будет низкой только в том случае, если эта цепь логистически организована. Проведенные в Великобритании исследования показали, что в стоимости продукта, попавшего к конечному потребителю, более 70% составляют рас-

ходы, связанные с хранением, транспортировкой, упаковкой и другими операциями, обеспечивающими продвижение материального потока. Сквозной мониторинг материального потока обеспечивает снижение материальных запасов на 30-70% (по данным 2000 года промышленной ассоциации США снижение запасов происходит в пределах 30-50%). Во второй половине 80-х годов XX вв. перед предпринимателями развитых капиталистических стран встали задачи пересмотра всей концепции логистики и максимального использования ее потенциала в новых условиях. При разработке такой политики специалисты службы сбыта должны ориентироваться на концепцию сквозной логистики, распространяемой на все предпринимательство и охватывающей производство в широком смысле, как по горизонтали, так и по вертикали, а также включающей в себя планирование, управление предметными и информационными потоками от создания продукции до ее распределения [3].

Анализируя более конкретно эту проблему, следует отметить, что основной упор в планировании с помощью логистических методов делается на выявлении и учете потребительских и иных характеристик продукции, а также определении их зависимости от рыночных факторов. Прежде всего, сюда включаются конкуренция, спрос на рынке, доступность рынка и ряд других факторов. Для успешного продвижения товара на рынок необходимо провести ряд подготовительных проектов-исследований, включающих: планирование объема и номенклатуры товаров с учетом зависимости от различных факторов; проверку планирования путем моделирования сбытовой деятельности фирмы и определения его (планирования) достоверности; принятие плана действия по сбыту и использование его показателей для производственных программ. Этот анализ обычно проводит специальная аналитическая группа отдела сбыта фирмы или компании. На современном этапе развития маркетинговой логистики практически отсутствуют работы, в которых целостно была бы представлена методология инновационного развития маркетинговой деятельности логистических компаний [1]. Логистические организации, ставившие своей целью закрепление своих позиций в конкурирующем сегменте рыночной среды в стратегическом аспекте должны решить для себя следующие взаимосвязанные задачи: выявить основные направления и этапы эволюции теорий маркетинга и современных методов управления логистическими структурами, а также концепции развития маркетинга различных научных школ; установить взаимосвязь между инновационным маркетингом и развитием современной логистикой; разработать методологический подход к инновационной концепции маркетинговой логистики; установить тесноту функциональной взаимосвязи между маркетинговой и логистической деятельностью; разработать и апробировать алгоритм и методический аппарат маркетингового мониторинга по оптимизации корпоративных издержек маркетинга и логистики [2].

В результате анализа тенденций развития маркетинга и современных методов управления в различных компаниях установлена четкая взаимосвязь между инновационным маркетингом и логистическими функциями, что вызывает необходимость разработки логистических технологий, сочетающих в себе современные маркетинговые исследования. В настоящее время высказывается обоснованное мнение, что включение маркетинга в логистику в качестве ее органической составной части может послужить одним из наиболее эффективных путей совершенствования сбытовой деятельности. С точки зрения логистиче-

ского подхода следует различать, во-первых, концепцию маркетинга как общую философию бизнеса, пронизывающую коммерческую организацию деятельности сбытовых служб, и, во-вторых, концепцию маркетинга как функциональную деятельность специализированной службы по изучению рынков сбыта выпускаемой продукции, выработке политики цен и составлению прейскурантов, организации рекламы и т. д.

Таким образом, можно выделить две главные проблемы маркетинговой логистики, встречающиеся на многих российских предприятиях: недостаточное внимание к организации маркетинговой логистики на предприятии либо отсутствие службы, непосредственно занимающейся вопросами «маркетинговой логистики». Примером организации такой службы в компании, может послужить практический опыт по внедрению, реализации и функционированию маркетинговой логистики. В настоящее время компания широко представлена на рынке пищевых продуктов города Омска и за его пределами. Клиентская база Компании насчитывает более одной тысячи партнеров в девяти регионах России, а также в Республике Казахстан, среди которых «Ашан», «Лента», «Планета Холидей», «Наш Магазин», «Геомарт», список партнеров постоянно растет. Ассортимент продукции, производимой Омской рыбопромышленной компанией, разнообразен (более 200 наименований): это пресервы из рыбы и морепродуктов, салаты из морской капусты, рыба холодного и горячего копчения, вяленая, слабосоленая и пряного посола, а также замороженная продукция и рыбные полуфабрикаты. В торгово-промышленной компании ООО «Омская РПК» вопросы маркетинговой логистики решаются в основном подразделениями, схема которых, составленная на основе организационной структуры ООО «Омская РПК», представлена на рисунке 2.1.

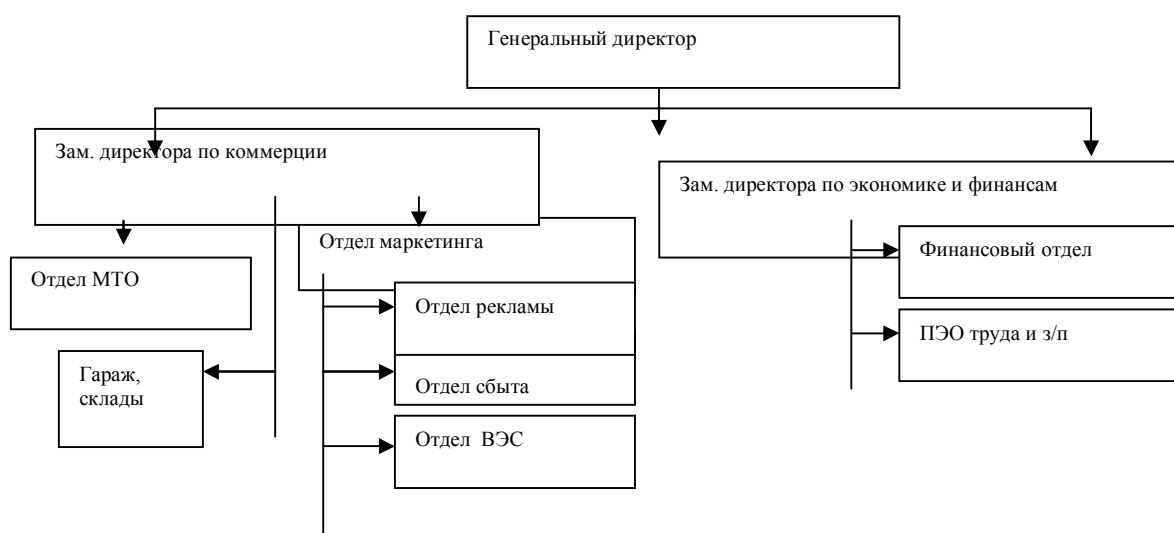


Рис. 2. Структура отделов, выполняющих функции маркетинговой логистики

Необходимо отметить, что рисунок 2.1 дает расширенное понимание о структурных подразделениях компании, так как в данной схеме они разбиты до уровня отделов на основании сведений, полученных на фирме. С целью систематизации данных о распределении функций маркетинговой логистики необходимо представить ее в виде таблицы 2.1.

## ЭКОНОМИКА

Таблица 2 – Распределение функций маркетинговой логистики между подразделениями

Подразделение предприятия	Функции маркетинговой логистики, выполняемые подразделением
Маркетинговая сфера деятельности предприятия	
Отдел маркетинга, в том числе отдел ВЭС	Исследование рынка сбыта продукции; Прогнозирование рынка сбыта продукции; Планирование распределения; Проведение анализа внутренней среды предприятия. Заключение договоров; Выполнение договоров.
Отдел сбыта	Организация транспортировки поступающих материалов; Организация транспортировки отправляемой покупателю готовой продукции.
Отдел рекламы	Реклама продукции
Производственная сфера деятельности предприятия	
Отдел МТО	Контроль складских запасов и планов закупок.
Складское хозяйство	Складирование готовой продукции; Складирование материалов, полуфабрикатов, комплектующих; Приемка поступающих материалов и готовой продукции; Отгрузка готовой продукции.
Экономическая сфера деятельности предприятия	
Планово – экономический отдел	Технико – экономическое планирование производства.

На данный момент в организации маркетинговые исследования проводятся лишь для определенных объектов среды, как внешней так и внутренней, частота проведения представлена в таблице 2.2.

Таблица 3 – Анализ маркетинговых исследований на предприятии

Объекты исследования	Частота проведения исследований		
	Постоянно	В случае необходимости	Не проводятся
Исследование переменных внутренней среды предприятия			
Качество продуктов предприятия	+		
Технический уровень производства	+		
Анализ организации работы		+	
Исследование переменных внешней среды предприятия			
Анализ эффективности организации поставок	+		
Анализ деятельности посредников			+
Исследование и прогнозирование рынка сбыта продукции		+	
Анализ эффективности каналов распределения продукции	+		
Анализ загруженности каналов распределения		+	

Таким образом, в компании проводятся маркетинговые исследования только отдельных объектов, которые в основном относятся к внутренним переменным предприятия, и их анализ осуществляется на предприятии много лет. При этом исследованию внешних переменных не придается

особого значения, что влечет за собой пробелы в области формирования товарной политики предприятия и организации распределения продукции.

Следующим элементом построения логистической цепи, является составления плана распределения продукции, которая принадлежит к маркетинговой сфере деятельности компании. Реализацией рассматриваемой функции маркетинговой логистики занимается отдел маркетинга, в рамках которого происходит построение логистических структур распределительных каналов с применением различных способов и методов анализа, в случае если данный аспект не как не оговорен при заключении договора на осуществления заказа. В рамках маркетинговой сферы работа компании осуществляется транспортировка готовой продукции, которой занимается отдел сбыта.

Таким образом, система маркетинговой логистики на предприятии ООО «Омская РПК» представляет собой совокупность подразделений, которые выполняют определенные функции в рамках логистического подхода. Поэтому возникает необходимость постоянной координации и контроля за ходом выполнения заказов, которые практически не осуществляются, оказывая негативное влияние на выполнение поставок продукции. В качестве другой возможной причины невыполнения поставок можно выделить слабую компьютеризацию предприятия, что удлиняет время прохождения информационных потоков не только между потребителями, поставщиками и предприятием, но и между его подразделениями (магазинами).

### Библиографический список

1. Терентьев, А.В. Маркетинговые стратегии деятельности предпринимательских структур на транспорте / А.В. Терентьев – Вестник СибАДИ. – № 2 (8). – 2008. – 100 с.
2. Гаджинский, А.М. Основы логистики: Учебное пособие / А.М. Гаджинский. – М.: ИВЦ «Маркетинг», 2013. – 124 с.
3. Литвиненко, В.А. Логистика и маркетинг в управлении производством / В.А. Литвиненко. – М.: Москва, 2015. – 162 с.

*Лисневская Алёна Александровна (Россия, Омск) – магистрант, ФГБОУ ВПО «СибАДИ», гр ТТПм-14Э1 (644080, пр. Мира, д. 5, e-mail: lisnevskaya\_alen@mail.ru).*

*Терентьев Александр Владимирович (Россия, Омск) – кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «СибАДИ», каф. "Логистика" (644080, пр. Мира, д. 5, e-mail:terentyev\_11@mail.ru).*

*Бокарева Юлия Николаевна (Россия, Омск) – магистрант, ФГБОУ ВПО «СибАДИ», гр ТТПм-15Э1 (644080, пр. Мира, д. 5, e-mail: solovevaun@mail.ru).*

**Требования по оформлению рукописей,**  
направляемых в научно — практический сетевой электронный журнал  
«Техника и технологии строительства»

Для публикации принимаются рукописи по направлениям: **технологии строительства** (строительство зданий и сооружения, строительные и дорожные материалы, транспортные сооружения); **строительная техника** (техника для строительства: рекомендации специалистов; дорожно-строительная техника: характеристики и практика применения); **наземный транспорт** (транспортные и технологические машины, эксплуатация автомобильного транспорта); **экономика** (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами; управление инновациями, региональная экономика; логистика; экономика труда; экономика предпринимательства; стандартизация и управление качеством продукции).

Рукопись должна быть оригинальной, не опубликованной ранее в других печатных изданиях, написана в контексте современной литературы, обладать новизной и соответствовать профилю журнала. Автор отвечает за достоверность сведений, точность цитирования и ссылок на официальные документы и другие источники. Редакция принимает на себя обязательство ограничить круг лиц, имеющих доступ к присланной в редакцию рукописи, сотрудниками редакции, членами редколлегии, а также рецензентами данной работы.

1. Заголовок. На первой странице указываются: индекс по универсальной десятичной классификации (УДК) (размер шрифта 12 пт) – слева в верхнем углу; Далее по центру полужирным шрифтом размером 12 пт прописными буквами печатается название статьи, ниже обычным шрифтом (12 пт.) – инициалы, фамилия автора, место работы и наименование города и страны.

Заглавие авторского материала, поступающего в редакцию, на русском и английском языках, должно быть адекватным его содержанию и по возможности кратким.

2. Аннотация. Статья должна иметь развернутую аннотацию (не менее 500 символов) на русском и английском языках. Начинается словом «*Аннотация*» с прописной буквы (шрифт полужирный, курсив, 10 пт); точка; затем с прописной буквы текст (курсив, 12 пт). Аннотация не должна содержать ссылки на разделы, формулы, рисунки, номера цитируемой литературы.

3. Ключевые слова размещаются после аннотации, на русском и английском языках (не более 5 семантических единиц).

4. Содержание научной (практической) статьи должны включать:

- вводную часть, где автором обосновывается актуальность темы и целесообразность ее разработки, определяются цель и задачи исследования;

- основную часть статьи, разделенную на поименованные разделы, где автором на основе анализа и синтеза информации раскрываются процессы и методы исследования проблемы и разработки темы, подробно приводятся результаты проведенного исследования;

- заключительная часть, где автором формулируются выводы, даются рекомендации, раскрываются результаты исследования, содержащие научную новизну, указываются возможные направления дальнейших исследований.

По тексту обязательны ссылки на источники информации оформляются числами, заключенными в квадратные скобки (например [1]). Библиографические описания оформляются в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 и тщательно выверяются. Если ссылка на источник информации в тексте статьи повторяется, то повторно в квадратных скобках указывается его номер из списка (без использования в библиографическом списке следующего порядкового номера и ссылки «Там же»). В случае, когда ссылаются на различные материалы из одного источника, в квадратных скобках указывают каждый раз еще и номер страницы, например, [1, с. 17] или [1, с. 28–29].

5. Библиографический список. Печатается по центру ниже основного текста и через строку помещается пронумерованный перечень источников.

6. Информация об авторах. Места работы всех авторов, их должности и контактная информация (если есть электронные адреса, обязательно указать их).

**Правила оформления рукописи:**

Объем рукописи должен быть не менее **5 страниц** и не должен превышать **7 страниц, включая таблицы и графический материал**. Рукопись должна содержать не более 5 рисунков и (или) 5 таблиц. Количество авторов не должно превышать четырех. Формат А4, шрифт "Arial" (10 пт), отступ первой строки 0,6 см, межстрочный интервал одинарный.

**Поля:** верхнее – 3,5 см, остальные – по 2,5.

**Основной текст рукописи** набирается шрифтом 12 пт.

Все сокращения при первом употреблении должны быть полностью расшифрованы, за исключением общепринятых терминов и математических величин.

Информация о грантах приводится в виде сноски в конце первой страницы статьи.

**Формулы** необходимо набирать в редакторе формул **Microsoft Equation**. Перенос формул допускаются на знаках «плюс» и «минус», реже – на знаке «умножение». Эти знаки повторяются в начале и в конце переноса. Формулы следует нумеровать (нумерация сквозная по всей работе арабскими цифрами). Номер формулы заключают в круглые скобки у правого края страницы.



**Рисунки, схемы и графики** предоставляются в электронном виде включенными в текст, в стандартных графических форматах с обязательной подрисовочной подписью, и отдельными файлами с расширением (**JPEG, GIF, BMP**). Должны быть пронумерованы (Таблица 1 – Заголовок, Рис. 1. Наименование), озаглавлены (таблицы должны иметь заглавие, выравнивание по левому краю, а иллюстрации – подрисовочные подписи, выравнивание по центру). В основном тексте должны содержаться лишь ссылки на них: **на рисунке 1.....**,

**Рисунки и фотографии** должны быть ясными и четкими, с хорошо проработанными деталями с учетом последующего уменьшения. При представлении цветных рисунков автор должен предварительно проверить их качество при использовании черно-белой печати.

**Таблицы** предоставляются в редакторе Word.

**Отсканированные версии рисунков, схем, таблиц и формул не допускаются.**

**В редакцию необходимо предоставить следующие материалы:**

- текст рукописи на русском языке в электронном и бумажном виде. (в редакторе Microsoft Office Word 2003 – шрифт "Arial" (12 пт), отступ первой строки 1,25 см, межстрочный интервал одинарный. с подписью авторов, с фразой: **«статья публикуется впервые» и датой;**

- **регистрационную карту автора:** фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, название организации, служебный адрес, телефон, e-mail;

- **рецензию специалиста с ученой степенью** по тематике рецензируемого материала. Рецензия должна быть заверенная в отделе кадров той организации, в которой работает рецензент;

- **экспертное заключение** о возможности опубликования в открытой печати;

- **лицензионной договор** между ФГБОУ ВПО «СибАДИ» и авторами;

- **справку о статусе** / месте учебы (если автор является аспирантом).

Решение о принятии к публикации или отклонении рукописи принимается редколлегией.

Редакция направляет авторам статьи, требующих доработки, письмо с текстом замечаний. Доработанная статья должна быть представлена в редакцию не позднее **двух недель**. К доработанной статье должно быть приложено письмо от авторов, содержащее ответы на все замечания и указывающее все изменения, сделанные в статье.

*К публикации в одном номере издания принимается не более одной статьи одного автора.*

Редакция сохраняет за собой право производить литературную редакцию и коррекцию материалов в соответствии с требованиями современного русского языка и стилем издания без согласования с автором (-ами). При необходимости более серьезных исправлений правка согласовывается с автором (-ами) или статья направляется автору (-ам) на доработку.

Название файлов должно быть следующим: «Статья\_Иванова\_АП», «Рисунки\_Иванова\_АП», «РК\_Иванова\_АП», «РФ\_ст\_Иванова\_АП»

**Статьи, направляемые в редакцию, без соблюдения выше перечисленных требований, не публикуются.**

**Контактная информация:**

e-mail: [ttc.sibadi@yandex.ru](mailto:ttc.sibadi@yandex.ru);

Почтовый адрес: 644080, г. Омск, просп. Мира. 5. Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия. Редакция научного рецензируемого журнала

«Техника и технологии строительства»,

патентно-информационный отдел – каб. 3226.

Тел. (3812) 65-23-45/

*Поступившие в редакцию материалы не возвращаются.*

*Гонорары не выплачиваются.*

Информация о научном рецензируемом журнале «Техника и технология строительства» размещена на сайте: <http://ttc.sibadi.org/>