

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕТЕВОЙ  
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ**



**СИБАДИ®**



**№2 (34) 2023**

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ  
СТРОИТЕЛЬСТВА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет  
(СибАДИ)»

# **ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Журнал учрежден ФГБОУ ВО «СибАДИ» в 2014 г.  
Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор)

Эл. № ФС77- 70353 от 13 июля 2017 г.

Периодичность 4 номера в год.

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

Выпуск 2 (34)

июнь 2023 г.

Дата опубликования: 29.06.2023

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2023

## ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»  
Техника и технологии строительства

<http://ttc.sibadi.org/>

Научно-практический сетевой электронный журнал. Издается с 2015 г., Выходит 4 раз в год

№ 2 (34)  
дата выхода в свет 29.06.2023

*Главный редактор Жигадло А.П.*, д-р пед. наук, канд. техн. наук, доц., ректор ФГБОУ ВО «СибАДИ».  
*Зам. главного редактора Корчагин П.А.*, д-р техн. наук, проф., проректор по научной работе ФГБОУ ВО «СибАДИ».

*Editor-in-Chief – Zhigadlo A.P.*, doctor of pedagogical sciences, candidate of technical sciences, associate professor, rector, of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia.

*Deputy editor-in-chief – Korchagin P.A.*, doctor of technical sciences, professor, pro-rector for scientific research of the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia.

### **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 ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», г. Томск.

**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 ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)», г. Новосибирск.

**Карпов В.В.**, д-р экон. наук, проф., Председатель ОНЦ СО РАН, 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 ВО «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 ВО «СибАДИ», г. Омск.

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

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

**Щербakov В.С.**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «СибАДИ».

### **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», Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk.

**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, Siberian State University of Means of Communication (SSUMC), Novosibirsk.

**Karpov V.V.**, doctor of Economics, professor, the chairman of the Omsk scientific center of The Russian Academy of Sciences' Siberian branch.

**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 University (SibADI), Omsk, Russia.

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

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

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

**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 University (SibADI), Omsk, Russia.

Учредитель ФГБОУ ВО «СибАДИ».

**Адрес учредителя:** 644080, г. Омск, пр. Мира, 5.

Свидетельство о регистрации Эл № ФС77-70353 от 13 июля 2017 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). С 2015 года представлен в Научной Электронной Библиотеке [eLIBRARY.RU](http://eLIBRARY.RU) и включен в **Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)**.

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

**Редактор** Куприна Т.В.

**Адрес редакции журнала** 644080, г. Омск, пр. Мира, 5

Тел. (3812) 65-88-30. e-mail: [ttc.sibadi@yandex.ru](mailto:ttc.sibadi@yandex.ru)

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2023



## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ I НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

**А. В. Запорожец, А. А. Гембух**

Проблемы в эксплуатации газовых двигателей КАМАЗ 820.62-300

**В. А. Трушичкина, Н. В. Ловыгина**

Вариант планирования перевозки фармацевтической продукции в областном сообщении

**Я. Е. Велиева**

Разработка проекта по реализации задачи транспортной доступности маломобильных групп населения

### РАЗДЕЛ II СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

**Д. А. Воробей, А. А. Майснер, Д. С. Семкин**

Обзор установок горизонтально-направленного бурения и анализ эффективности способов управления траекторией бурения

**Д. А. Воробей, А. А. Майснер, Д. С. Семкин**

Программа для выполнения расчётов потребления газа районом города

### РАЗДЕЛ III ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

**С. П. Филиппова**

Экспериментальное исследование энергоэффективных трехслойных железобетонных стеновых панелей с гибкими связями ГК «СТРОЙБЕТОН»

### РАЗДЕЛ IV ЭКОНОМИКА

**Н.П. Каримова**

Сокращение трудоемкости на изготовление таблички знака линейного опознавательного за счет применения ультрафиолетовой печати ПАО «СУРГУТСТРОЙ»

**С. М. Мочалин, Ю.В. Токарева**

Оптимизация расширенных бизнес-процессов в цифровых цепях поставок с использованием математического программирования



## ПРОБЛЕМЫ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ КАМАЗ 820.62-300

**А. В. Запорожец, А. А. Гембук**

*Управление технологического транспорта и специальной техники,  
ООО «Газпром добыча Ноябрьск» г. Ноябрьск, Россия  
Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ),  
г. Омск, Россия*

**Аннотация.** В статье рассмотрены проблемы при эксплуатации газового двигателя КАМАЗ 820.62-300 с системой питания фирмы ООО «РариТЭК». Исследованы основные причины выхода из строя, повлекшие за собой ремонт двигателей с последующей заменой цилиндропоршневой группы и головок блока цилиндров.

**Ключевые слова:** газовый двигатель, компримированный природный газ, дозатор газа, газовый редуктор высокого давления, газовая система питания

## OPERATIONAL PROBLEMS OF 820.62-300 KAMAZ GAS ENGINES

**A. V. Zaporozhets, Andrei A. Gembukh**

*Technological Transport and Special Machines Department,  
ООО Gazprom Dobycha Noiabrsk, Noiabrsk, Russia  
The Siberian State Automobile and Highway University (SibADI),  
Omsk, Russia*

**Abstract.** The article discusses the problems in the operation of the 820.62-300 KAMAZ gas engine with a power supply system from ООО RariTEK. The main causes of failure, which led to the repair of engines with the subsequent replacement of the cylinder piston group and cylinder heads, are investigated.

**Keywords:** gas engine, compressed natural gas, gas measuring device, high pressure gas reducer, gas power system

### **Введение**

Современные грузовые и специальные автомобили КАМАЗ оснащаются газовыми восьмицилиндровыми двигателями КАМАЗ 820.62-300 с системой питания фирмы ООО «РариТЭК» (рисунок 1), мощностью 300 л.с., экологического стандарта Евро-4, с индивидуальными алюминиевыми головками, турбонаддувом, охлаждением наддувочного воздуха, электронным управлением и системой нейтрализации отработавших газов [1].



Рисунок 1 – Газовый двигатель КАМАЗ-820.62-300 с системой питания фирмы ООО «РариТЭК»

Figure 1 – 820.62-300 KAMAZ gas engine with ООО RariTEK power supply system

Семейство газовых двигателей КАМАЗ 820 было доработано и адаптировано для работы на сжатом природном газе (СПГ) на базе известного семейства дизельных двигателей КАМАЗ 740. Доработана цилиндропоршневая группа, изменен воздушный коллектор, установлены свечи зажигания, подведены газовые дозаторы (форсунки), установлен электронный блок управления (ЭБУ) для газового двигателя.

Производитель заявляет ресурс двигателя 800 тыс. км пробега в составе магистральных автомобилей [1].

Опыт эксплуатации двигателей КАМАЗ 820.62.300 в ООО «Газпром добыча Ноябрьск» показывает, что ресурс значительно ниже, цилиндропоршневая группа и головки блоков цилиндров требуют замены на 30 - 40 тыс. км, после ремонта через 50 - 60 тыс. км. Это приводит к снижению заинтересованности в отечественном производителе газовых двигателей. Повышаются затраты на эксплуатацию двигателей данной серии, снижаются показатели производственной Программы транспортного предприятия, так как автомобили с данными двигателями чаще остальных поступают в ремонтную зону. Увеличивается время в простое, газовых автомобилей, пока происходит ожидание запасных частей и соответственно ремонт двигателей [2].

Целью исследований является определение характерных отказов газовых двигателей КАМАЗ 820 с системой питания фирмы ООО «РариТЭК» при их эксплуатации.

Настоящие исследования базируются на накопленном опыте эксплуатации газовых двигателей КАМАЗ 820 с системой питания фирмы ООО «РариТЭК» находящихся на балансе ООО «Газпром добыча Ноябрьск».

### **Основная часть**

Для определения характерных отказов газовых двигателей КАМАЗ 820 с системой питания фирмы ООО «РариТЭК» при их эксплуатации необходимо рассмотреть работу данной системы.

Конструкция системы питания состоит (на примере шасси КАМАЗ 43114, 43118): газовые баллоны 9 штук по 80 литров за кабиной и 4 штуки по 100 литров слева по борту, баллонные вентили MARK121, трубки высокого давления, фильтр высокого давления VALTEK, два редуктора высокого давления Landi Renzo CNG NG 2-3, фильтр низкого давления PARKER, газовая магистраль низкого давления, один дозатор на цилиндр производства фирмы ООО «РариТЭК» (один дозатор на цилиндр, за развалом цилиндров), направляющая в головке блока цилиндра, специализированное отверстие под свечу зажигания, блок распределительный, высоковольтные провода, высоковольтные катушки, электронный блок управления двигателем АБИТ М20.21, различные датчики (давления, температуры, фаз газораспределения, положения коленчатого вала, кислородные датчики).



Рисунок 2 – Система питания газового двигателя КАМАЗ

Figure 2 – KAMAZ gas engine power supply system

На рисунке 2 представлена стандартная схема «Система питания газового двигателя КАМАЗ» фирмы ООО «РаритЭК».

Принцип работы заключается в следующем: после проверки герметичности системы, водитель оценивает температуру окружающего воздуха, если температура ниже +8 °С, необходимо открыть магистральный вентиль, подающий КПГ к предпусковому подогревателю двигателя, выполняется полный цикл прогрева системы охлаждения, это позволяет предварительно прогреть систему, обеспечить прогрев главных редукторов, подающих газ к двигателю. Затем водитель перекрывает магистральный вентиль на предпусковой подогреватель, открывает магистральный вентиль на двигатель. КПГ поступает через фильтр высокого давления к двухступенчатому редуктору высокого давления (редукторам в зависимости от типа конструкции и установленного оборудования). Редуктор ступенчато снижает давление, автоматически поддерживает его, КПГ поступает по магистрали низкого давления через фильтр низкого давления к дозаторам газа. Электронный блок управления двигателем, считывает показания датчиков давления, температуры, положения коленчатого вала, фаз газораспределения и т.д., подает сигналы на дозаторы подачи газа. Система зажигания поджигает КПГ в цилиндрах [3, 4, 5].

Каждый цилиндр данного газового двигателя имеет отдельную форсунку (дозатор), которая по сигналу бортового компьютера впрыскивает порцию газа в цилиндр двигателя (см. рисунок 3).





Рисунок 3 – Газовый двигатель КАМАЗ-820.62-300 с системой питания фирмы ООО «РариТЭК»  
(один дозатор на цилиндр за развалом)

Figure 3 – 820.62-300 KAMAZ gas engine with ООО RariTEK power supply system  
(one measuring device per cylinder behind the camber)

В эксплуатации, данная система показала низкую надежность. Дозаторы часто выходят из строя, по большей части из-за конструктивных особенностей самого клапана. Замена происходит с высокой частотой. Как только двигатель начинает работать неустойчиво, появляются провалы, появляется шум при работе, результаты диагностики показывают один или два нерабочих цилиндра, производится замена дозатора, конструкция дозатора неразборная.

Анализ отказов данного семейства двигателей подтвердил большое количество отказов дозирующего элемента. Дозатор газа производства фирмы ООО «РариТЭК» отказывает с частотой в среднем 10-20 тыс. км. В лучшем случае производится простая замена дозирующего элемента, в худшем случае неработающий, в очередной раз, дозатор газа приводит к необратимым последствиям в цилиндропоршневой группе.

Дозатор газа предназначен для впрыскивания заданного количества газа во впускной канал головки цилиндра, в зону перед впускным клапаном [6].

Дозатор газа, представленный на рисунке 4, состоит из корпуса, разъема для присоединения дозатора к электронной системе, электромагнитной катушки, клапана тарельчатого типа, технологических отверстий для прохода газа, мелкоячеистой сетки, уплотнительных элементов.



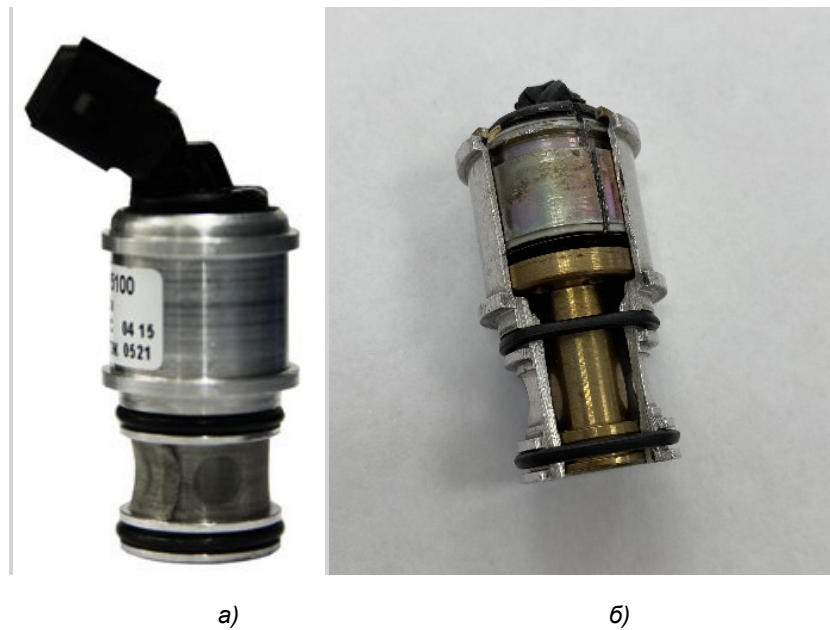


Рисунок 4 – Дозатор газа (производитель ООО «РариТЭК»)  
а) общий вид дозатора газа; б) дозатор газа в разрезе

Figure 4 – Gas measuring device (produced by ООО RariTEK):  
a) general view of the gas measuring device; b) gas measuring device in section

На рисунке 5 представлен коллектор газового двигателя КАМАЗ-820.62-300.

8

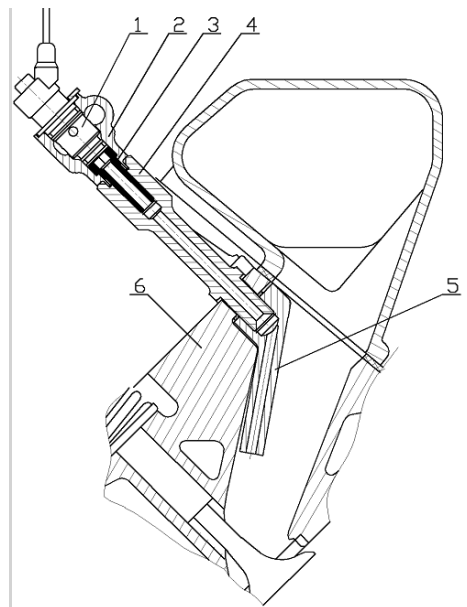


Рисунок 5 – Коллектор газового двигателя КАМАЗ-820.62-300

Figure 5 – 820.62-300 KAMAZ gas engine header

Дозатор 1, устанавливается в газовый коллектор 2, фиксирует положение винт 3, направляющая 4, специальный хвостовик 5 обеспечивает подачу дозы газа в непосредственной близости от впускного клапана цилиндра головки блока 6.

КПГ подается в цилиндры дозированно, необходимое количество рассчитывается электронным блоком управления. Несмотря на работу множества электронных устройств и помощников, возникают перебои в подаче КПГ к цилиндрам. Двигатель начинает работать неустойчиво, появляются посторонние шумы, обороты плавают, значительно увеличивается расход моторного масла.

Первичная диагностика показывает пропуски зажигания, также выдает ошибки на топливные форсунки (дозаторы). После диагностики производится последовательная замена всех элементов газовой системы питания.

Обычно свечи имеют два характерных состояния, по которым можно косвенно определить причину неисправности. Первое состояние демонтированных свечей – белый нагар с большим количеством золистых отложений. Это свидетельствует о том, что в цилиндр поступает бедная смесь, в результате, происходит перегрев свечей зажигания, перегрев камеры сгорания, клапанов. Большое количество золистых отложений на свече, позволяет заключить, что постепенно залегают маслосъемные кольца, масло начинает активно сгорать (см. рисунок 6).



Рисунок 6 – Свеча зажигания газового двигателя КАМАЗ (золистые отложения)

Figure 6 – KAMAZ gas engine spark plug (ash deposits)

Второе состояние демонтированных свечей – залипшие боковой и центральный электроды. Данный отказ происходит при непродолжительной работе на холостом ходу двигателя КАМАЗ, при этом обороты двигателя обычно меньше 1000 об/мин (см. рисунок 7). Учитывая, что зазор газовых свечей должен составлять не более 0,4 мм, диагностический сканер сразу выдает ошибку по цилиндру, пропуски зажигания.



Рисунок 7 – Свеча зажигания двигателя КАМАЗ (залипшие электроды)

Figure 7 – KAMAZ engine spark plug (stuck electrodes)

В первом случае, состояние свечей показывает проблемы с подачей топлива в цилиндры, что является серьезной причиной, необходимо сразу сделать диагностику топливной системы, заменить дозаторы, при необходимости. Во втором случае, неквалифицированная работа водительского состава, данный тип двигателей, не подразумевает работу на холостых оборотах. Допускается работа двигателя КАМАЗ на холостых оборотах не более 5 мин.

Эти явления имеют лавинообразный характер, за процессом некачественно приготовленной топливовоздушной смеси, происходят необратимые процессы внутри двигателя.

Результат некорректной работы газовой системы питания КАМАЗ 820.62-300 представлен на рисунке 8. Происходит прогорание клапанов газораспределительного механизма, залегают кольца, оплавляются головки поршней, образуются задиры в цилиндрах. Косвенные причины начала процесса разрушения, значительное увеличение расхода масла на угар, неустойчивая, «рванная» работа двигателя, плавающие холостые обороты, снижение тяги двигателя [7].

Общий вид демонтированных поршней показывает, какие колоссальные нагрузки испытывает поршень в цилиндре. Некачественно сформированная топливовоздушная смесь, сильно бедная смесь, приводит к детонационным процессам [8]. Природа горения КПП отличается от жидкого моторного топлива, КПП горит медленнее, в результате КПП догорает в районе выпускного клапана, что приводит к перегреву тарелки и седла клапана. Материал, из которого изготовлены поршень, клапаны не предназначен для длительного воздействия критическими температурами. Процесс нарушения баланса подачи, горения и выпуска природного газа показан на рисунках 8-10. На поршне видны характерные задиры, головка поршня, в результате воздействия высокой температуры расплавилась. Клапаны имеют характерную выработку по юбке тарелки, металл тарелки клапана начал процесс разрушения, каверны и крошение, характерный белый налет свидетельствует о высоких температурах.





*Рисунок 8 – Поршни двигателя КАМАЗ 820.62-300 при некорректной работе газовой системы питания*

*Figure 8 – Pistons of 820.62-300 KAMAZ engine when incorrect operation of the gas power supply system*



*Рисунок 9 – Клапаны газораспределительного механизма двигателя КАМАЗ 820.62-300*

*Figure 9 – Valves of 820.62-300 KAMAZ engine gas distribution mechanism*

На рисунке 10 наглядно видно, как высокие температуры воздействуют на двигатель, непосредственно на головку блока. От высоких температур и неправильной топливной смеси, клапан поджало, тарелка клапана разбила седло клапана, частицы металла, которые отвалились от клапана, оставили значительное повреждение седла клапана, восстановление седла может ни к чему не привести.



Рисунок 10 – Головка блока цилиндра газового двигателя КАМАЗ 820.62-300

Figure 10 – Head of 820.62-300 KAMAZ gas engine cylinder unit

Зависимость отказов различна, в среднем 30 – 50 тыс. км, в некоторых случаях раньше. До 2016 года на двигателях КАМАЗ, такие явления, как прогорание клапанов головки блока, оплавление поршней происходило уже при пробеге 10 – 15 тыс. км. После значительного количества обращений на завод – изготовитель, специалистами ПАО КАМАЗ был выпущен ряд технических решений, который способствовал увеличению продолжительности наработки до отказа.

К примеру, была выпущена новая версия программного обеспечения для электронных блоков управления газовыми двигателями КАМАЗ. Суть решения, заключалась в попеременном отключении цилиндров, когда обороты двигателя снижались ниже 1000 об/мин. После снижения оборотов двигателя, попеременно работают цилиндры, сначала первые четыре, потом вторые четыре. Это позволяет снизить разрежение в цилиндрах, снизить тепловую нагрузку на двигатель.

При этом эксплуатация двигателей данного типа показала, что этого не достаточно. В процессе работы, в цилиндрах образуется некачественная топливная смесь, что приводит к неустойчивой работе и различным отказам двигателя КАМАЗ 820.62-300

### **Заключение**

В результате проведенного исследования можно сделать вывод о качественных проблемах в эксплуатации газовых двигателей КАМАЗ 820.62-300. Двигатель отечественного производства, это большой плюс в качестве импортозамещения, но при такой надежности, организации эксплуатирующие газомоторную технику не будут выбирать данный двигатель, как приоритетный.

### **Библиографический список**

1. Двигатель КАМАЗ 820.62-300 [Электронный ресурс]. Режим доступа. <https://avtoalfa.com/tehspravochnik/dvigateli/kamaz/82062-300/?ysclid=lerfsq7egj930280193> (дата обращения 02.03.2023 г.)
2. Макарова И. В., Хабибуллин Р. Г., Беляев Э. И. Совершенствование процесса технического обслуживания газобаллонного оборудования грузовой автомобильной техники с использованием технологии анализа возможности возникновения дефектов (FMEA) // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14903> (дата обращения: 02.03.2023).
3. Ерохов В. И. Однотопливный газобаллонный автомобиль, работающий на сжатом природном газе. часть 1 // Грузовик. 2018. №2. URL: <https://www.mashin.ru/files/2018/gz218.pdf> (дата обращения: 02.03.2023).

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

---

4. Ерохов В. И. Однотопливный газобаллонный автомобиль, работающий на сжатом газе. часть 2 // Грузовик. 2018. №3. URL: [https://www.mashin.ru/files/2018/gz318\\_web.pdf](https://www.mashin.ru/files/2018/gz318_web.pdf) (дата обращения: 02.03.2023).
5. Ерохов В. И. Газобаллонные автомобили (конструкция, расчет, диагностика): Учебник для вузов. М.: Горячая линия. Телеком, 2016. 598 с.
6. Дозатор газа (производитель ООО «РМЗ РАРИТЭК» [Электронный ресурс]. Режим доступа. [Запчасти ГБО Дозатор газа \(производитель ООО "РМЗ РариТЭК"\) - купить по доступным ценам \(raritek.ru\)](#) (дата обращения 02.03.2023 г.)
7. Сейдалиев М. А. Проблема надежности газового двигателя КАМАЗ 820.60 и пути ее решения. Управление качеством в транспортной и социальной сферах: Сборник научных трудов студентов/ под ред. В.И. Рассохи. Оренбург: ОГУ, 2018. 149 с.
8. Васенин А. С., Шумков А. Г. Особенности эксплуатации двигателя КАМАЗ 820.61-260 // Проблемы науки. 2017. № 1 (14). С. 31-32.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Запорожец А. В. – ведущий инженер, производственно-технического отдела, Управления технологического транспорта и специальной техники, ООО «Газпром добыча Ноябрьск».*  
*Гембух А. А. – магистрант группы ЭТКм-21МАЗ1 ФГБОУ ВО «СибАДИ».*

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Zaporozhets A.V. – Leading Engineer, Production and Technical Department, Technological Transport and Special Machines Department, OOO Gazprom Dobycha Noiabrsk*  
*Andrei A. Gembukh – Master's student, the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI).*

**Научный руководитель:** Банкет Михаил Викторович, канд. техн. наук, доц.,  
и.о. директора института «Автомобильный транспорт и нефтегазовая техника»  
ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск.

*Mikhail V. Banket, Academic advisor, Cand. of Sci.,  
Acting Director of Automobile Transport and Oil and Gas Machinery Institute*





## ВАРИАНТ ПЛАНИРОВАНИЯ ПЕРЕВОЗКИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В ОБЛАСТНОМ СООБЩЕНИИ

**В. А. Трушичкина, Н. В. Ловыгина**

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ),  
г. Омск, Россия*

**Аннотация.** Планирование грузоперевозок – сложный процесс, который определяет работу и отношение грузоотправителей, грузополучателей и транспортных предприятий. Рациональные решения на всех этапах планирования перевозок невозможны без точной постановки задач, применения научно обоснованных методов. Организации предлагают возможность выбора способа перевозки груза в зависимости от объема и времени перевозки. В статье рассматривается один из примеров планирования перевозки фармацевтической продукции в областном сообщении предприятием ООО «Медэкспорт-Северная Звезда».

**Ключевые слова:** фармацевтическая продукция, планирование, перевозка, автомобильный транспорт

## PLANNING OPTION FOR PHARMACEUTICAL PRODUCTS TRANSPORTATION IN REGIONAL COMMUNICATION

14

---

**Victoria A. Trushichkina, Nadezhda V. Lovygina**

*The Siberian State Automobile and Highway University (SibADI)  
Omsk, Russia*

**Abstract.** Cargo transportation planning is a complex process that determines the work and attitude of shippers, recipients and transport companies. Rational solutions at all stages of transportation planning are impossible without precise formulation of tasks, the use of scientifically based methods. Organizations offer the possibility of choosing the method of cargo transportation depending on the time of transportation and its volume. The article considers one of the examples of planning pharmaceutical products transportation in regional communication by ООО Medexport Severnaia Zvezda enterprise.

**Keywords:** pharmaceutical products, planning, transportation, road transport

### **Введение**

Оперативное планирование и правильная организация перевозок грузов является залогом успеха и конкурентоспособности предприятия ООО «Медэкспорт-Северная Звезда» по своевременности поставок. Также предприятие заинтересовано в качественном планировании перевозок фармацевтической продукции не только в городском, но и в областном сообщении.

### **Основная часть**

Организация «Медэкспорт-Северная Звезда» является обществом с ограниченной ответственностью (ООО). Предприятие выступает юридическим лицом, имеющим права и обязанности, не противоречащие законам Российской Федерации. Имеет в собственности имущество на самостоятельном балансе, от своего имени может вступать в имущественные и неимущественные права [1].

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Основным видом деятельности предприятия по коду ОКВЭД является:

– 46.46.1 Торговля оптовая фармацевтической продукцией [2].

Фармацевтические изделия относятся к химическим грузам, то есть медикаменты, лекарственное растительное сырье и химические препараты.

По условиям перевозки химические грузы можно разделить на несколько групп:

– обычные (не требуют соблюдения каких-либо условий перевозки);

– специфические (требуют особых мер по сохранности и соблюдению правил безопасности при перевозке, проведении погрузочно-разгрузочных работ) [3].

Фармацевтическая продукция – это вещества и отдельные компоненты (включая фармацевтическую субстанцию), из которых производятся лекарственные препараты. К прочей фармацевтической продукции Федеральная служба государственной статистики относит иммунные сыворотки и вакцины, гормональные противозачаточные препараты, диагностические реагенты, медицинские цементы, перевязочные материалы.

Лекарственные препараты характеризуются как специфические грузы, поскольку они требуют особых условий для транспортировки и хранения, а также к этим грузам применяются особые условия для погрузки, разгрузки и их нужно перевозить в закрытом фургоне транспортного средства.

Фармацевтическая продукция относится к тарно-упаковочным и штучным грузам, которые перевозятся в специализированных транспортных средствах. Если используются неспециализированные транспортные средства, то должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие сохранение качества лекарственных препаратов.

Транспортное средство должно быть оснащено следующим оборудованием:

– холодильные камеры или холодильники;

– оборудование, используемое для регистрации температуры и влажности. Оборудование для поддержания и регистрации температурного режима должно быть занесено в Государственный реестр средств измерений, проходить периодическое техническое обслуживание, поверку и калибровку.

Основным нормативным документом, регламентирующим требования к перевозке лекарств, являются «Правила надлежащей практики хранения и перевозки лекарственных препаратов для медицинского применения, утвержденные приказом Министерства здравоохранения РФ от 31.08.2016 № 646н».

*Упаковка из гофрированного картона широко востребована при транспортировке, хранении и реализации различных товаров. Отличные эксплуатационные характеристики гофрокартона: прочность, легкость, сравнительно низкая стоимость делают его самым универсальным упаковочным материалом. Наиболее массовой продукцией для транспортной тары являются ящики из гофрированного картона (рисунок 1).*



Рисунок 1 – Фармацевтическая продукция (внешний вид)

Figure 1 – Pharmaceutical products (layout)

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Для упаковки на предприятии ООО «Медэкспорт-Северная Звезда» используют ящики из гофрированного картона марки Т-23, она является качественнее и применяется для упаковки следующих товаров: парфюмерная индустрия, декоративная косметика, брендовые товары, пищевая промышленность, бытовая техника, фармацевтическая отрасль и другие. Гофроящики марки Т-23 (60х40х40 см) выдерживают груз до 15–18 кг, а максимальная нагрузка может достигать до 35 кг [4].

Для медицинских препаратов, в том числе хрупкой лекарственной продукции (например, в ампулах) используется особая тара, благодаря которой можно избежать внешних повреждений, в большинстве случаев используется гофрированный картон или воздушно-пузырьковая плёнка, так как именно эта тара является наиболее подходящим вариантом для перевозки лекарственных препаратов.

Для перевозки фармацевтических товаров по дорогам общего пользования чаще всего используют рефрижераторы или фургоны, оборудованные датчиками для регистрации температуры и влажности.

На балансе предприятия ООО «Медэкспорт-Северная Звезда» имеется следующий подвижной состав:

- ГАЗ-2705 (14 единиц);
- ГАЗ-172412 (1 единица).

ГАЗ-2705 – относится к серии малогабаритного российского автомобиля фургона грузового и пассажирского типа, выпускающихся на Горьковском автозаводе. ГАЗ-172412 – изометрический автомобиль-фургон [5]. На предприятии ООО «Медэкспорт-Северная Звезда» эта модель в основном используется для паллетной погрузки товара в транспортное средство (например, специальные заказы для медицинских учреждений в большом объеме). Данные модели представлены на рисунке 2 (а, б).



Рисунок 2 – Внешний вид:  
а – ГАЗ – 2705; б – ГАЗ 172412; в – индустриальный погрузчик BT SPE125L

Figure 2 – Appearance:  
a) GAZ - 2705 (layout); b) GAZ 172412 (layout); c) BT SPE125L industrial loader (layout)

Также ООО «Медэкспорт-Северная Звезда» активно участвует в тендерах, проводимых Министерством здравоохранения Омской области для лечебно-профилактических учреждений г. Омска, как правило, объем товара у тендеров большой и ГАЗ-172412 прекрасно справляется с доставкой такого объема.

На предприятии ООО «Медэкспорт-Северная Звезда» газели оснащены следующим оборудованием:

- термоконтейнер;
- холодильник марки ALPICOOL C75.

Погрузочно-разгрузочные операции являются одним из важных этапов перевозки.

Для погрузки упакованной фармацевтической продукции в кузов автомобиля на предприятии применяется:

- ручной способ погрузки;
- классическая гидравлическая тележка (рохля);
- индустриальный погрузчик.



## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Ручная погрузка используется только при доставке товара по г. Омску и Омской области, а паллетная погрузка уже в такие города, как Новосибирск, Тюмень и Москва. Преимущества ручного способа связаны в основном с возможностью максимально использовать объем транспортного средства.

При ручной погрузке товар с паллет разбирается на малогабаритные единицы – ящики, коробка, пакеты и после этого только загружаются в автомобиль.

Погрузчик ВТ SPE125L – предназначен для штабелирования, а также горизонтального перемещения грузов на складах, производствах и других объектах. Данная модель представлена на рисунке 2, в.

На данный момент предприятие ООО «Медэкспорт-Северная Звезда» использует автомобили-фургоны марки ГАЗ-2705 для перевозки фармацевтической продукции во внутриобластном сообщении.

Компания ООО «Медэкспорт-Северная Звезда» развивает аптечную сеть «Фармакопейка».

В таблице 1 приведены адреса и средняя ежедневная потребность в фармацевтической продукции аптечных магазинов.

В работе [6] Е.Е. Витвицкого разработаны модели при перевозках грузов в городском сообщении, но одна из них идентична модели, которая организована на предприятии ООО «Медэкспорт-Северная Звезда» во внутриобластном сообщении.

ООО «Медэкспорт-Северная Звезда» принадлежит к простой автотранспортной системе с функцией и центральным пунктом погрузки.

Простой автотранспортной системой с функцией и центральным пунктом погрузки является совокупность из пункта погрузки, множества пунктов разгрузки, транспортных связей между ними, автомобилей, грузов, системы управления.

Технологической схемой перевозки является радиальный маршрут, отдельная ветвь которого напоминает развозочный маршрут. На каждой ветви в смене работает один автомобиль для удовлетворения потребности. Технологическая схема представлена на рисунке 3.

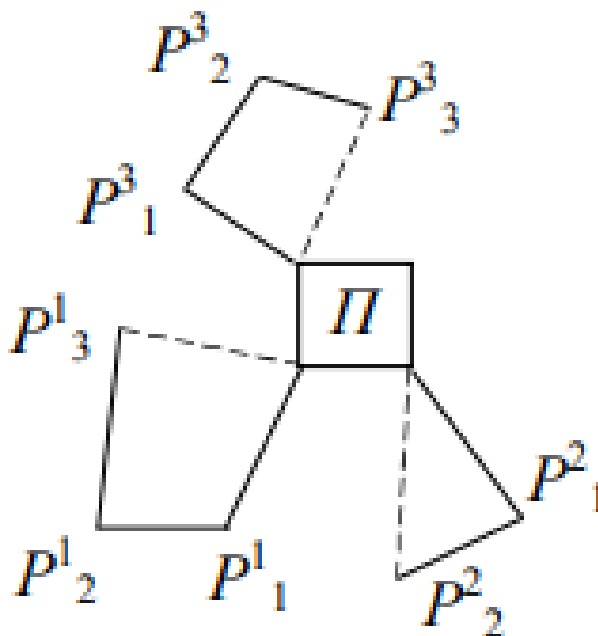


Рисунок 3 – Технологическая схема радиального маршрута с центральным пунктом погрузки

Figure 3 – Radial route flow diagram with central loading point

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Таблица 1  
Адреса и ежедневная потребность в фармацевтической продукции  
аптечных магазинов «Фармакопейка»

Table 1  
Addresses and daily demand in pharmaceutical products for Farmakopeika pharmacy stores

| Адрес   | Потребность, ко-<br>робки | Адрес   | Потребность, ко-<br>робки |
|---|---------------------------|---|---------------------------|
| р.п. Марьяновка,<br>ул. Ленина, 1                 | 13                        | Исилькуль,<br>ул. Коммунистическая, 19        | 14                        |
| р.п. Марьяновка,<br>ул. Пролетарская, 53а         | 11                        | Исилькуль,<br>ул. Коммунистическая, 14        | 11                        |
| р.п. Москаленки,<br>ул. Комсомольская, 80         | 12                        | р.п. Полтавка,<br>ул. Комсомольская, 24       | 14                        |
| р.п. Полтавка, ул. Победы, 15                     | 15                        | с. Азово, ул. Советская, 61                   | 15                        |
| р.п. Шербакуль,<br>ул. Советская, 86              | 15                        | Называевск, ул. Мира, 40                      | 12                        |
| р.п. Крутинка, ул. Ленина, 2                      | 12                        | Называевск, ул. Кирова, 75                    | 14                        |
| с. Азово, ул. Новый проезд, 47                    | 13                        | р.п. Шербакуль,<br>ул. Комсомольская, 15      | 14                        |
| Тюкалинск, ул. Чехова, 55а                        | 17                        | Тюкалинск, ул. Ленина, 25                     | 17                        |
| р.п. Таврическое,<br>ул. Ленина, 42а              | 14                        | р.п. Таврическое, ул. Ленина, 75              | 13                        |
| р.п. Нововаршавка,<br>ул. Красноармейская,<br>2а  | 12                        | п.Саргатское,<br>ул. Солнечная, 39а           | 12                        |
| р.п. Нововаршавка,<br>ул., Красноармейская, 5а    | 15                        | п. Саргатское, ул. Октябрьская, 2             | 11                        |
| р.п. Русская Поляна,<br>пер., Кооперативный, 29   | 12                        | р.п. Большеречье,<br>ул. 50 лет ВЛКСМ, 49а    | 16                        |
| р.п. Павлоградка,<br>ул. Ленина,47б               | 14                        | р.п. Большеречье,<br>ул. Красноармейская, 38а | 17                        |
| р.п. Павлоградка,<br>ул., Колхозная, 9в           | 15                        | р.п. Большеречье,<br>ул. Рабочая, 49          | 20                        |
| с. Одесское, ул. Ленина, 18а                      | 13                        | Тара, ул. Ленина, 75/21                       | 13                        |
| с. Одесское, ул. Дылько, 81                       | 14                        | Тара, ул. Ленина, 95                          | 13                        |
| п. Ростовка, 11                                   | 14                        | Тара, ул. Ленина, 84                          | 13                        |
| р.п. Кормиловка, ул. Ленина, 47                   | 15                        | с. Седельниково, ул. Советская,<br>21         | 17                        |
| Калачинск, ул. Вокзальная, 39                     | 13                        | р.п. Муромцево, ул. Ленина, 35                | 19                        |
| Калачинск,<br>ул. Петра Ильичева, 7               | 14                        | с. Нижняя Омка,<br>ул. Кооперативная, 10а     | 17                        |
| р.п. Оконешниково, ул.<br>Коммунистическая, д. 97 | 17                        | с. Нижняя Омка, ул. Ленина, 77                | 14                        |
| п. г. т. Черлак<br>ул. Зелёная, ул. 122           | 15                        | р.п. Горьковское,<br>Маяковского, 16 ул.      | 15                        |
| п. г. т. Черлак, ул. Ленина, 132                  | 12                        | р.п. Красный Яр,<br>ул. Школьная, 7           | 15                        |
| п.г. т. Черлак, ул. Ленина, 95                    | 12                        | р.п. Красный Яр,<br>ул. Первомайская, 14      | 17                        |
| п.г.т. Крутая Горка, ул.<br>Силина,1              | 18                        | р.п. Любинский,<br>ул. Октябрьская, 50        | 20                        |
| Мкр. Береговой, ул. Школьная,<br>3а               | 17                        | р.п. Любинский,<br>ул. Октябрьская, 64а       | 15                        |
| с. Дружино, ул.<br>Производственная, 2            | 15                        | с. Колосовка, ул. Кирова, 41а                 | 23                        |
| с. Колосовка, ул. Кирова, 63а                     | 21                        | с. Знаменское ул. Ленина, 21,                 | 22                        |
| р.п.Тевриз, ул. Иртышная, 25                      | 24                        | с. Усть-Ишим, ул. Горького, 32                | 22                        |

## НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

Перевозка фармацевтических товаров производится по развозочным маршрутам мелкими отправлениями.

Развозочным маршрутом называется такой кольцевой маршрут, на котором перевозка грузов осуществляется по кольцевой схеме в развозочные пункты, в каждом из которых выгружается часть груза, то есть происходит постепенная разгрузка автомобиля [7].

Задача по осуществлению перевозки груза формулируется следующим образом: разработка маршрутов перевозки и составление расписания доставки товаров в аптечные магазины.

Так как время работы автомобиля на ветви совпадает со временем нахождения его в наряде, следовательно, за время работы автомобиль успевает обслужить только одну ветвь.

В результате группировки пунктов в маршруты методом «ближайшего соседа» для районов были сформированы ветви. Всего было сформировано 7 маршрутов. Маршруты представлены в таблице 2.

Таблица 2  
*Маршруты перевозки фармацевтической продукции*

Table 2  
*Pharmaceutical transportation routes*

| № маршрута | Начальный/конечный пункт маршрута | Промежуточные пункты маршрута   |
|------------|-----------------------------------|---|
| 1          | Семиреченская улица, 130в         | р.п. Марьяновка, ул. Ленина, 1, р.п. Марьяновка, ул. Пролетарская, 53а, р.п. Москаленки, ул. Комсомольская, 80, Исилькуль, ул. Коммунистическая, 14, Исилькуль, ул. Коммунистическая, 19, р.п. Полтавка, ул. Победы, 15, р.п. Полтавка, ул. Комсомольская, 24, р.п. Шербакуль, ул. Советская, 86, р.п. Шербакуль, ул. Комсомольская, 15, с. Азово, ул. Новый проезд, 47, с. Азово, ул. Советская, 61  |
| 2          | Семиреченская улица, 130в         | р.п. Таврическое, ул. Ленина, 75, р.п. Таврическое, ул. Ленина, 42а, р.п. Нововаршавка, ул., Красноармейская, 2а, р.п. Нововаршавка, ул. Красноармейская, 5а, р.п. Русская Поляна, пер. Кооперативный, 29, р.п. Павлоградка, ул. Колхозная, 9в, р.п. Павлоградка, ул. Ленина, 47б, с. Одесское, ул. Ленина, 18а, с. Одесское, ул. Дылько, 81  |
| 3          | Семиреченская улица, 130в         | Называевск, ул. Мира, 40, Называевск, ул. Кирова 75, р.п. Крутинка, ул. Ленина, 2, Тюкалинск, ул. Ленина, 25, Тюкалинск, ул. Чехова, 55а  |
| 4          | Семиреченская улица, 130в         | п. Саргатское, ул. Солнечная, 39а, п. Саргатское, ул. Октябрьская, 2, р.п. Большеречье, ул. 50 лет ВЛКСМ, 49а, р.п. Большеречье, ул. Красноармейская, 38а, р.п. Большеречье, ул. Рабочая, 49, Тара, ул. Ленина, 75, Тара, ул. Ленина, 99, Тара, ул. Ленина, 84, с. Седельниково, ул. Советская, 21, р.п. Муромцево, ул. Ленина, 35, с. Нижняя Омка, ул. Кооперативная, 10а, с. Нижняя Омка, ул. Ленина, 77, р.п. Горьковское, ул. Маяковского, 16 |
| 5          | Семиреченская улица, 130в         | п. Ростовка, 11, р.п. Кормиловка, ул. Ленина, 47, р.п. Кормиловка, ул. Ленина, 10, Калачинск, ул. Вокзальная, 39, Калачинск, ул. Петра Ильичева, 7, р.п. Оконешниково, Коммунистическая, 97, п. г. т. Черлак ул. Зелёная, 122, п. г. т. Черлак, ул. Ленина, 132, п. г. т. Черлак, ул. Ленина, 95  |
| 6          | Семиреченская улица, 130в         | п.г.т. Крутая Горка, ул. Силина, 1, Мкр. Береговой, ул. Школьная, 3а, с. Дружино, ул. Производственная, 2, Красный Яр, ул. Школьная, 7, р.п. Красный Яр, ул. Первомайская, 14, р.п. Любинский, ул. Октябрьская, 50, р.п. Любинский, ул. Октябрьская, 64а  |
| 7          | Семиреченская улица, 130в         | с. Колосовка, ул. Кирова, 41а, с. Колосовка, ул. Кирова, 63а, с. Знаменское, ул. Ленина, 21, р.п.Тевриз, ул. Иртышная, 25, с.Усть-Ишим, ул. Горького,32, с. Большие Уки, ул. Избышева,40  |

Аптечная сеть имеет свои филиалы в 30 городах Урала и Сибири, покрывая 9 регионов страны. Она представлена в Новосибирске, Алтайском крае, Новокузнецке, Барнауле, Красноярске, Кемерово, Томске, Нефтеюганске, Ленинске-Кузнецком, Омской и Тюменской областях и других регионах. Только в тридцати районных центрах Омской области открыто 60 аптечных магазинов «Фармакопейка».

### Заключение

Таким образом, мы рассмотрели существующий вид деятельности предприятия ООО «Медэкспорт-Северная Звезда», транспортную характеристику перевозимого груза, характеристики подвижного состава предприятия и погрузочно-разгрузочного устройства, предложили вариант планирования перевозки фармацевтической продукции.

Транспортировка фармацевтической продукции является неотъемлемой частью оборота лекарственных средств. Важность этой стандартной процедуры нельзя недооценивать, поскольку несоблюдение требований при транспортировке может привести к снижению качества лекарственных средств и значительным потерям для фармацевтической организации.

### Библиографический список

1. Могилевский С.Д. Общество с ограниченной ответственностью: законодательство и практика его применения [Электронный ресурс]: учебник / С. Д. Могилевский. Электрон, дан. Москва: СТАТУТ, 2010. 397 с.
2. Организация ООО «Медэкспорт-Северная Звезда» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.list-org.com/company/5211678> (дата обращения: 17.05.2023).
3. Войтенков С. С., Самусова Т. В., Витвицкий Е. Е. Грузоведение [Электронный ресурс]: учебник / С. С. Войтенков, Т. В. Самусова, Е. Е. Витвицкий. Электрон, дан. Омск: СибАДИ, 2014. 197 с.
4. Ящики из гофрированного картона марки Т 23 – [Электронный ресурс]. URL: <https://gofroline.ru/poleznoe/skolko-kg-vyderzhivayet-korobka-pri-shtabelirovanii.html> (дата обращения: 17.05.2023).
5. Современные грузовые автотранспортные средства [Электронный ресурс]: справочник, 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Агентство «ДОРИНФОРМСЕРВИС», 2004. 594 с.
6. Витвицкий Е. Е. Моделирование транспортных процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. Е. Витвицкий. Электрон, дан. Омск: СибАДИ, 2017. 178 с.
7. Модели и алгоритмы управления обслуживанием и ремонтом автотранспортных средств: учеб. пособие / В. С. Лукинский, Е. И. Зайцев, В. И. Бережной; С.-Петербург. гос. инженер.-экон. акад. СПб.: СПбГИЭА, 1997. 95 с.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Трушичкина Виктория Андреевна – магистрант; e-mail: [trushaha@gmail.com](mailto:trushaha@gmail.com)*

*Ловыгина Надежда Васильевна – канд. техн. наук, доц. кафедры «Организация перевозок и безопасность движения»; e-mail: [nadiahohlova@mail.ru](mailto:nadiahohlova@mail.ru)*

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Victoria A. Trushichkina – Graduate student; e-mail: [trushaha@gmail.com](mailto:trushaha@gmail.com)*

*Nadezhda V. Lovygina – Cand. of Sci., Associate Professor of the Transportation and Traffic Safety Organization Department; e-mail: [nadiahohlova@mail.ru](mailto:nadiahohlova@mail.ru)*





## РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПО РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

Я. Е. Велиева

«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»,  
Омск, Россия

**Аннотация.** В статье описана комплексная программа мер, направленная на улучшение доступности общественного транспорта для людей с ограниченными возможностями. В статье рассмотрены основные проблемы, связанные с транспортной доступностью маломобильных групп населения, а также предложены конкретные меры, которые могут помочь улучшить ситуацию. Статья также подчеркивает необходимость учета потребностей и особенностей маломобильных групп населения при разработке и реализации проекта.

**Ключевые слова:** транспортная доступность, маломобильные группы

## PROJECT DEVELOPMENT TO IMPLEMENT TASK OF TRANSPORT ACCESSIBILITY FOR LOW-MOBILITY POPULATION

Iana E. Velieva

The Siberian State Automobile and Highway University (SibADi)  
Omsk, Russia

**Abstract.** The article describes a comprehensive program of measures aimed at improving the accessibility of public transport for people with disabilities. The article discusses the main problems associated with transport accessibility of low-mobility groups of the population, and also suggests specific measures that can help improve the situation. The article also emphasizes the need to take into account the needs and characteristics of low-mobility groups of the population in the development and implementation of the project.

**Keywords:** transport accessibility, low-mobility groups

### Введение

Маломобильные группы населения - это люди, которые по разным причинам испытывают трудности в передвижении по городу и доступе к общественному транспорту. Это могут быть люди с ограниченными возможностями, пожилые люди, беременные женщины, маломобильные дети и другие категории граждан. Они часто вынуждены полагаться на помощь других людей или специальные услуги такси и транспорта сопровождения.

Маломобильность - это состояние, когда человек ограничен в своих возможностях передвижения и имеет трудности с использованием транспорта. Это может быть связано с возрастом, состоянием здоровья, физическими ограничениями или другими факторами, которые делают человека менее мобильным.

Маломобильность может ограничивать человека в многих сферах жизни, таких как работа, образование, социальная активность и доступность здравоохранения. Например, человек с ограниченными возможностями может испытывать трудности с посещением магазинов, учреждений культуры и социальных мероприятий, если они находятся в недоступном для него месте.

Маломобильность может иметь серьезные негативные последствия для здоровья, социальной активности и качества жизни этих людей. Она может приводить к социальной изоляции, ухудшению физического и психического здоровья, а также ограничению возможностей получения образования, работы и доступа к социальным услугам [1].

В современном обществе транспортная доступность является важной составляющей качества жизни людей. Однако, не все группы населения имеют равный доступ к транспорту. В частности, маломобильные группы населения (пожилые люди, люди с ограниченными возможностями и др.) часто сталкиваются с проблемами доступности транспорта.

Транспортная доступность для маломобильных групп населения является важным социальным вопросом, поскольку они могут испытывать затруднения в доступе к необходимым услугам и ресурсам, таким как медицинская помощь, продукты питания и социальные услуги.

Для решения этой проблемы может быть разработан проект, который будет направлен на улучшение транспортной доступности маломобильных групп населения.

Для улучшения ситуации маломобильных групп населения необходимо разработать и реализовать меры, направленные на улучшение транспортной доступности. Это могут быть программы обновления инфраструктуры общественного транспорта, создание специальных услуг транспорта и сопровождения, а также повышение осведомленности общественности о проблемах маломобильных групп населения [2].

### **Методика**

Для разработки проекта по реализации задачи транспортной доступности маломобильных групп населения была использована методика системного подхода. Системный подход - это методология, которая используется для решения сложных проблем путем анализа системы в целом, а не ее отдельных частей. Он подразумевает рассмотрение системы как совокупности взаимосвязанных элементов, которые взаимодействуют между собой и влияют на функционирование всей системы.

Системный подход помогает лучше понимать и анализировать сложные явления и процессы в различных областях. Он позволяет выделить взаимосвязанные компоненты системы, анализировать их взаимодействие и определять, как изменения в одной части системы влияют на ее функционирование в целом.

Методика включает следующие этапы:

1. Анализ существующей ситуации: необходимо провести исследование текущей ситуации с транспортной доступностью для маломобильных групп населения в регионе, определить наиболее актуальные проблемы, а также выявить причины их возникновения.

2. Определение целей и задач: на основе проведенного анализа необходимо определить цели и задачи проекта. Например, увеличение доступности общественного транспорта для маломобильных групп населения, создание специализированного транспортного сервиса и т.д.

3. Разработка стратегии: на этом этапе необходимо определить стратегию проекта, т.е. способ достижения поставленных целей и решения задач. Например, может быть выбрана стратегия партнерства с общественным транспортом или создания специализированного сервиса.

4. Разработка плана действий: на основе выбранной стратегии необходимо разработать детальный план действий, включающий в себя определение ресурсов, сроков и ответственных лиц.

5. Реализация проекта: на этом этапе происходит реализация плана действий, проводятся необходимые мероприятия по улучшению транспортной доступности для маломобильных групп населения.

6. Оценка результатов: по завершении проекта необходимо провести оценку результатов, сравнить их с поставленными целями и задачами, выявить достигнутые успехи и проблемы.

7. Мониторинг и управление проектом: на протяжении всего процесса необходимо проводить мониторинг и управление проектом, для своевременной корректировки плана действий и устранения возникших проблем.

Важно помнить, что разработка проекта по реализации задачи транспортной доступности для маломобильных групп населения требует совместной работы специалистов из различных областей, включая транспорт, социальную работу, медицину и другие, а также взаимодействия с представителями маломобильных групп населения.

### Результаты

Для проведения опроса маломобильных групп населения о транспортной доступности был разработан опросник, включающий в себя вопросы о том, как часто респонденты пользуются общественным транспортом, какие виды транспорта они предпочитают, какие проблемы с транспортной доступностью они сталкиваются и какие меры они видят для решения этой проблемы.

Опрос был проведен среди различных маломобильных групп населения, включая людей с ограниченными возможностями, пожилых людей, беременных женщин, многодетных семей и других. В опросе приняли участие 500 человек.

Результаты опроса показали, что более 80% респондентов сталкиваются с проблемами транспортной доступности, связанными с отсутствием или недостаточностью общественного транспорта, а также с отсутствием инфраструктуры, облегчающей доступность для маломобильных групп населения, таких как пандусы, лифты, специальные места для парковки и т.д. Более 70% респондентов также отметили, что столкнулись с отказом в использовании общественного транспорта из-за своих ограничений.

Кроме того, респонденты предложили ряд мер, которые, по их мнению, могут помочь решить проблему транспортной доступности для маломобильных групп населения. К ним относятся, в частности, увеличение количества автобусов и маршрутов, оснащенных специальным оборудованием, создание специальных маршрутов для маломобильных групп населения, расширение сети пандусов и лифтов в общественном транспорте, а также улучшение информационной поддержки для пассажиров.

Таким образом, результаты опроса показали, что проблемы транспортной доступности являются значимыми для маломобильных групп населения, и необходимо принимать конкретные меры для их решения.

На основании результатов опроса был разработан проект по реализации задачи транспортной доступности маломобильных групп населения. В рамках проекта предлагается решить проблему транспортной доступности для маломобильных групп населения путем расширения сети общественного транспорта, улучшения инфраструктуры и обеспечения доступности для маломобильных групп населения.

Разработанный проект предполагает создание комплексной программы, направленной на улучшение транспортной доступности маломобильных групп населения. Основные задачи программы включают в себя:

- Создание сети транспортных маршрутов, оптимизированных для маломобильных групп населения, с учетом их потребностей и особенностей. Это может включать в себя установку специальных остановок с низкой посадкой для легкого доступа, а также использование транспортных средств с удобным доступом для людей с ограниченными возможностями.

- Увеличение количества автобусов и маршрутов, оснащенных специальным оборудованием, таким как пандусы и лифты. Также необходимо создать специальные маршруты для маломобильных групп населения, чтобы обеспечить им быстрый и удобный доступ к основным местам города, таким как медицинские учреждения, государственные учреждения и магазины.

- Развитие сети общественного транспорта, включая увеличение числа маршрутов и сокращение времени ожидания на остановках. Это поможет маломобильным группам населения передвигаться по городу без необходимости использовать личный автомобиль.

- Улучшение инфраструктуры. Необходимо расширить сеть пандусов и лифтов в общественном транспорте, а также установить специальные места для парковки маломобильных групп населения на общественных парковках.

- Информационная поддержка для пассажиров, чтобы они могли лучше ориентироваться в городском транспорте. Это может быть достигнуто путем установки информационных табличек на остановках, разработки приложений для смартфонов, а также проведения информационных кампаний для маломобильных групп населения.

- Разработка программы социальной поддержки для маломобильных групп населения, включая организацию доставки на дому и услуги сопровождения при передвижении.

- Согласование с заинтересованными сторонами: важно учитывать мнение и интересы различных заинтересованных сторон, таких как муниципалитет, транспортные компании, общественные организации, маломобильные группы населения и т.д.

- Разработка механизмов участия маломобильных групп населения: необходимо разработать механизмы участия маломобильных групп населения в процессе планирования и реализации проекта, чтобы обеспечить, что их потребности и мнения будут учтены.

- Обучение водителей и персонала общественного транспорта навыкам работы с маломобильными группами населения, включая общение и оказание необходимой помощи [3].

Кроме того, для успешной реализации проекта необходимо учесть множество факторов, таких как бюджет проекта, правовые и законодательные аспекты, а также организационные вопросы, связанные с координацией работы различных структур и организаций.

Также важно обратить внимание на финансовую составляющую проекта. Для его успешной реализации необходимо провести тщательный анализ затрат, определить источники финансирования и установить бюджет проекта. Кроме того, следует учитывать возможность получения дополнительных грантов или субсидий от государственных или частных организаций.

Эффективность проекта может быть оценена по различным критериям, включая уровень удовлетворенности маломобильных групп населения транспортной доступностью, увеличение числа пассажиров общественного транспорта, сокращение количества автомобилей на дорогах и т.д. [4].

Важным аспектом проекта является также информационная кампания, направленная на привлечение внимания к проблеме транспортной доступности маломобильных групп населения, а также на ознакомление населения с планируемыми мерами и изменениями в работе общественного транспорта.

Таким образом, проект по реализации задачи транспортной доступности маломобильных групп населения представляет собой комплексную программу мер, направленных на улучшение доступности общественного транспорта для людей с ограниченными возможностями. Реализация проекта может привести к улучшению качества жизни маломобильных групп населения и сделать город более дружелюбным для всех его жителей.

### **Заключение**

Разработка проекта по реализации задачи транспортной доступности маломобильных групп населения является важным шагом в обеспечении равных возможностей для всех членов общества. Реализация проекта может привести к улучшению качества жизни маломобильных групп населения, а также к сокращению транспортных пробок и улучшению экологической ситуации в городах. Однако, для успешной реализации проекта необходимо учитывать потребности и особенности маломобильных групп населения, а также проводить оценку эффективности проекта на каждом этапе его реализации.

Важно также улучшить общественное сознание и повысить осведомленность о проблемах маломобильных групп населения. Необходимо проводить кампании информирования, тренинги для водителей общественного транспорта и другие мероприятия, которые могут помочь в создании более дружелюбной окружающей среды для маломобильных групп населения.

Таким образом, улучшение транспортной доступности для маломобильных групп населения - это задача, которая требует совместных усилий государства, общественных организаций, транспортных компаний и других заинтересованных сторон. Она имеет большое значение для улучшения качества жизни маломобильных групп населения и создания более равноправного и инклюзивного общества [5].

В целом, проект по реализации задачи транспортной доступности маломобильных групп населения имеет большое значение для улучшения социальной справедливости и обеспечения равных возможностей для всех групп населения. При правильной реализации проекта, его результаты могут быть полезны для других городов и регионов, где также существуют проблемы с транспортной доступностью для маломобильных групп населения.

### **Библиографический список**

1. Коробов М.В. Основные положения Международной классификации функционирования, ограничения жизнедеятельности и здоровья: учебно-методическое пособие. М.: Минтруд России, 2014. 132 с.
2. Владимирова О. Н., Колосова Г. В., Севастьянов М. А. Обеспечение доступности объектов социальной инфраструктуры: сборник нормативно-правовых, организационно-распорядительных и методических документов (учебно-методическое пособие) / под ред. В. Г. Помниковой, СПб: СПбИУВЭК, 2016. 204 с.
3. Современные подходы и практические решения по обеспечению доступности объектов и услуг для инвалидов и иных маломобильных групп населения / Т. Н. Шеломанова, М. В. Рохманова. Санкт-Петербург, 2020. 100 с.
4. Осинская В. Б. Доступность зданий и сооружений для инвалидов и МГН. СП 59.13330.2020 / под ред. Володина А. А. Москва, 2021. 311 с.
5. Феддерсен, Э. Безбарьерное строительство для будущего / Э. Феддерсен, И. Людтке, У. Пау, У. Райнольд, Х. Вульф; отв. ред. У. Пау. Берлин, 2013. 338 с.



# НАЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ

---

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

*Велиева Яна Евгеньевна – магистрант группы ТТМ22-MAZ2.*

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

*Iana E. Velieva – master's student of TTPm22-MAZ2 group.*

**Научный руководитель:** Мочалин Сергей Михайлович д-р техн. наук, проф.  
ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск.

*Sergei M. Mochalin, Scientific Advisor, Dr. of Sci., Professor*



## ОБЗОР УСТАНОВОК ГОРИЗОНТАЛЬНО-НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИЕЙ БУРЕНИЯ

Д. А. Воробей, А. А. Майснер, Д. С. Семкин

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)  
г. Омск, Россия*

**Аннотация.** В данной статье приведен обзор способов бестраншейной прокладки подземных коммуникаций. Выполнен обзор установок горизонтально-направленного бурения, рассмотрен принцип их работы. Приведено описание системы управления траекторией бурения.

**Ключевые слова:** горизонтально-наклонное бурение, ГНБ, трубопровод, газопровод, бурильные установки, скважина

## REVIEW OF HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING RIGS AND ANALYSIS OF EFFICIENCY CONTROL METHODS FOR DRILLING TRAJECTORY

Dmitrii A. Vorobei, Anatolii A. Meissner, Dmitrii S. Semkin

*The Siberian State Automobile and Highway University (SibADI)  
Omsk, Russia*

**Abstract.** This article provides an overview of trenchless methods for laying underground utilities. A review of horizontal directional drilling rigs is performed, the principle of their operation is considered. The description of the drilling trajectory control system is given.

**Keywords:** horizontal-inclined drilling, horizontal directional drilling (HDD), pipeline, gas pipeline, drilling rigs, well

### Введение

В условиях застроенных жилых кварталов и уже существующих магистралей в настоящее время имеется необходимость в бестраншейной прокладке трубопроводов. Данный метод позволяет оставлять ландшафт нетронутым, а также не повреждать элементы благоустройства, такие как покрытия дорог, здания и другие объекты жилого комплекса. Бурение может осуществляться по управляемой траектории, что позволяет обеспечить высокую точность при прокладке коммуникаций согласно проекту.

### Основная часть

Бестраншейные технологии позволяют более эффективно выполнить работу по прокладке трубопроводов в условиях городской застройки, а также являются незаменимыми при устройстве перехода коммуникаций через естественные и искусственные препятствия, такие как автомобильные и железные дороги, реки и др.

Существует несколько способов бестраншейной прокладки трубопроводов:

- прокол или продавливание;
- применение пневматических или гидравлических пробойников;
- горизонтальное бурение;
- горизонтально-направленное бурение.

Методы прокола или продавливания наряду со способами, использующими пневматические и гидравлические пробойники, имеют существенное ограничение по длине прокладываемого трубопровода. Так как в процессе внедрения трубы в грунтовой массив грунт сжимается, то возникают большие силы сопротивления как в лобовой части, так и по боковой поверхности трубопровода в результате действия силы трения грунта. Кроме этого, имеется ряд существенных недостатков: большая деформация грунта вокруг трубы и низкая точность траектории прокладки трубопровода из-за невозможности корректировать случайное отклонение.

Метод горизонтального бурения имеет большие возможности по сравнению со способом прокола или продавливания, однако существенным недостатком остается прямолинейность траектории прокладываемого трубопровода, а также необходимость монтажа оборудования на месте производства работ с применением дополнительных средств механизации [1].

Наиболее универсальным способом бестраншейной прокладки коммуникаций является метод горизонтально-направленного бурения (ГНБ). Установки ГНБ способны проложить трубопроводы и кабели по криволинейной траектории с отклонением до 2 градусов на 1 м трассы. Имеется возможность создать рабочий участок длиной более чем 1 км и диаметром более 1 м без выхода на поверхность. Технология горизонтально-направленного бурения позволяет прокладывать как пластиковые, так и стальные трубы.

Установки ГНБ по силе обратной тяги разделяются на тяжелые, средние и легкие.

Тяжелые установки в настоящее время выпускаются на базе прицепов, полуприцепов или самоходные. Применение установок на базе полуприцепов дает большое преимущество в мобильности при перемещении установки на большие расстояния (рисунок 1).

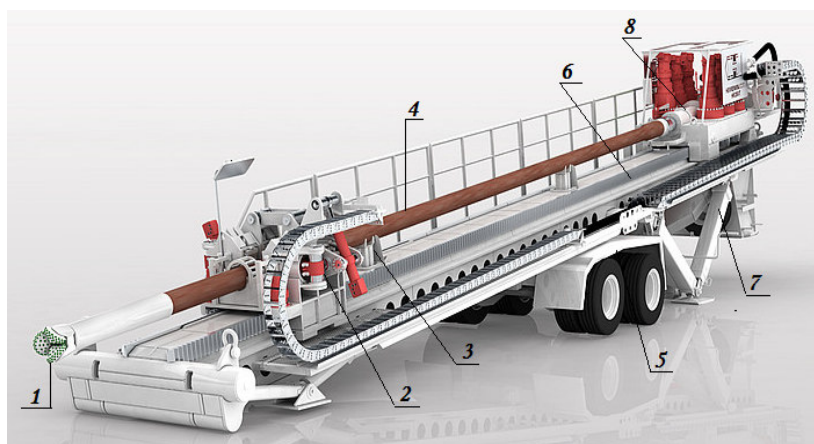


Рисунок 1 – Конструктивная схема установки HerrenknechtHK 250T  
1 – долото; 2 – тиски; 3 – опора для буровых штанг; 4 – буровые штанги;  
5 – шасси; 6 – лафет; 7 – подъемный механизм;  
8 – каретка (приводное устройство)

Figure 1 – Design diagram of Herrenknecht HK 250T installation  
1 – bit; 2 – vice; 3 – support for drilling rods; 4 – drilling rods;  
5 – chassis; 6 – carriage; 7 – hoisting mechanism;  
8 – carriage (drive device)

Главным преимуществом установки на базе полуприцепа является универсальность данной машины. Транспортировка осуществляется на обычных тягачах, что делает ее высоко мобильной. С тягача установка снимается без дополнительного кранового оборудования, с помощью гидравлических опор. Угол входа бурового инструмента задается с помощью гидравлической системы подъемного механизма. Затем производят анкерение установки с помощью упорной стенки. После чего установка готова к работе [2].

Установки среднего класса производят в основном самоходными на гусеничном ходу, который позволяет перемещаться с тягача до непосредственного места производства работ, а также обеспечивает устойчивость машины в процессе работы. Установка ГНБ среднего класса

## СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

---

показана на рисунке 2. Примером установки среднего класса является Forward RX33x120 с кабиной для оператора. Установка имеет достаточно небольшие габариты и может создать тяговое усилие до 33 т и пробуривать скважины на расстояние до 900 м под трубы диаметром 600 мм. Максимальная скорость вращения рабочего органа составляет 180 об/мин, а предельный крутящий момент двигателя – 14 кН·м.



Рисунок 2 – Установка ГНБ Forward RX33x120

Figure 2 – Forward RX33x120 HDD installation

Установки легкого класса развивают усилие обратного протаскивания до 120 кН. В качестве примера такой установки можно привести установку DitchWitch JT10. Максимальное усилие толкания во время бурения может достигать значения до 40 кН, при диаметре скважины до 76 мм. На рисунке 3 представлена установка ГНБ компаний DitchWitch JT10 [3].

28



Рисунок 3 – Установка ГНБ DitchWitch JT10

Figure 3 – Ditch Witch JT10 HDD installation

Кроме установок легкого класса выпускаются также малогабаритные установки, которые, как правило, не имеют собственного хода. Для их работы откапывается котлован, в который опускается оборудование. Общий вид малогабаритной установки приведен на рисунке 4 [4].





Рисунок 4 – Установка ГНБ в котловане

Figure 4 – HDD installation in the pit

Прокладка трубопроводов методом ГНБ осуществляется в три этапа:

- бурение пилотной скважины;
- расширение пилотной скважины (при необходимости);
- протаскивание готового трубопровода в подготовленную скважину.

Один из наиболее ответственных этапов прокладки трубопровода бестраншейным способом является этап бурения пилотной скважины. Особенностью создания криволинейных скважин является возможность управлять траекторией бурения. В настоящее время для корректировки траектории бурения применяется несколько способов:

- продавливание наклонной лопатки;
- использование кривого переводника;
- применение системы двойных буровых штанг;
- использование роторных управляемых систем и др.

Самым распространенным буровым инструментом является наклонная лопатка. Наклонная лопатка позволяет при вращении буровой колонны создавать прямолинейную скважину, при остановке в нужном положении и продавливании ее без вращения отклонять траекторию в противоположную буровой лопатке сторону. Однако недостатком такого способа является то, что при бурении данной лопаткой происходит смятие грунта, а при остановке вращения и продавливании возникают очень большие усилия в прочных грунтах.

Типы наклонных лопаток, используемые для слабых грунтов, представлены на рисунке 5.

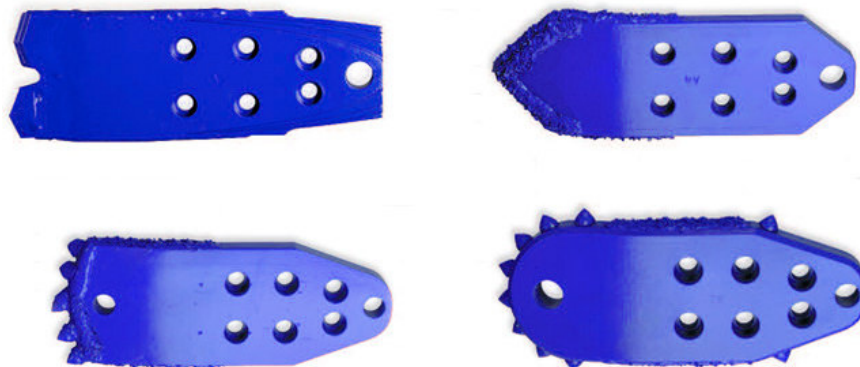


Рисунок 5 – Плоская лопатка

Figure 5 – Flat blade

Для работы в прочных грунтах могут применяться усиленные лопатки или шарошки (рисунок 6).

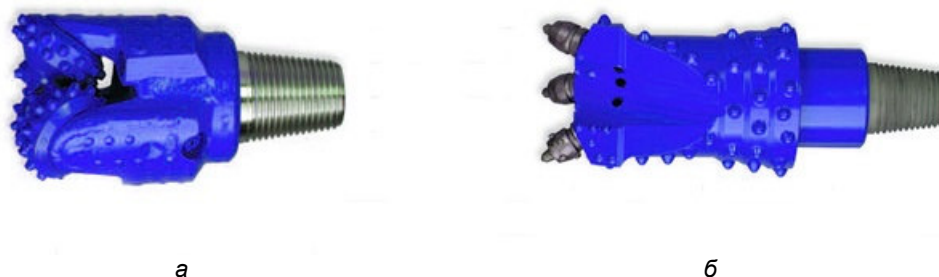


Рисунок 6 – Оборудование для разработки прочных грунтов:  
а – шарошечное долото; б – отклоняющая лопатка для прочных грунтов

Figure 6 – equipment for strong soils digging  
a) roller bit; b) deflecting blade for strong soils

Однако шарошечное долото не позволяет отклонять траекторию бурения продавливанием буровой колонны. При ее использовании установки ГНБ оснащаются кривым переводником и забойным двигателем. При этом для бурения по прямолинейной траектории забойный двигатель вращает буровой инструмент, и вся буровая колонна также приводится в медленное вращение. Для отклонения траектории от прямолинейного направления вращение буровой колонны останавливается, при этом буровой инструмент продолжает вращаться за счет вращения шпинделя забойного двигателя. При этом отклонение происходит в направлении искривления кривого переводника.

Для работы в условиях прочных грунтов корпорация Vermeer разработала технологию бурения скальной породы с применением магнитных вибраторов. Буровые установки были спроектированы на базе машины D36x50 серии II, но были адаптированы к определенной технологии бурения скальной породы (рисунок 7) [3].



Рисунок 7 – Установка ГНБ D36x50 серии II Navigator

Figure 7 – D36x50 Series II Navigator HDD installation

D36x50R серии II оснащены буровой системой MAGnum, специально предназначенной для работы со скальной породой. Благодаря использованию вращающихся магнитов знак о переменной полярности, установленных непосредственно на буровом лафете, обеспечивается высокочастотное ударное воздействие для разрушения и эффективного бурения твердых пород, в том числе скальных.

Такая ударная технология была разработана совместно с машиностроительной компанией FlexiDRILL, зарегистрированной в Новой Зеландии. При осуществлении бурения не в скальных породах система MAGnum может быть отключена простым переключением выключателя, после чего машина будет работать как обычная установка ГНБ. Такая универсальность в применении позволяет выполнять бурение в условиях различных грунтов, что помогает увеличить среднее время использования установки. Для буровой системы MAGnum не требуется специальных буровых штанг – в ней используются стандартные буровые штанги.

Также для работы в сложных грунтовых условиях в настоящее время могут использоваться установки горизонтально-направленного бурения с системой двойных штанг. Например, компания DitchWitch в среднем тяговом классе производит установку JT25. Это одна из самых распространенных машин. Вращающий момент 5420 Нм и усилие обратной тяги в 120 кН (рисунок 8).

Система двойных штанг состоит из внешней штанги, внутри которой проходит внутренняя штанга. Внешняя штанга служит для изменения траектории бурения, а внутренняя – для привода бурового инструмента. По сравнению с забойным двигателем система двойных штанг имеет более высокий коэффициент полезного действия [5].



Рисунок 8 – Установка ГНБ JT25

Figure 8 – JT25 HDD installation

Кроме систем с двойными штангами для работы в скальных, мерзлых и прочных талых грунтах работа может выполняться с помощью забойного пневматического ударника (рисунок 9) [6].



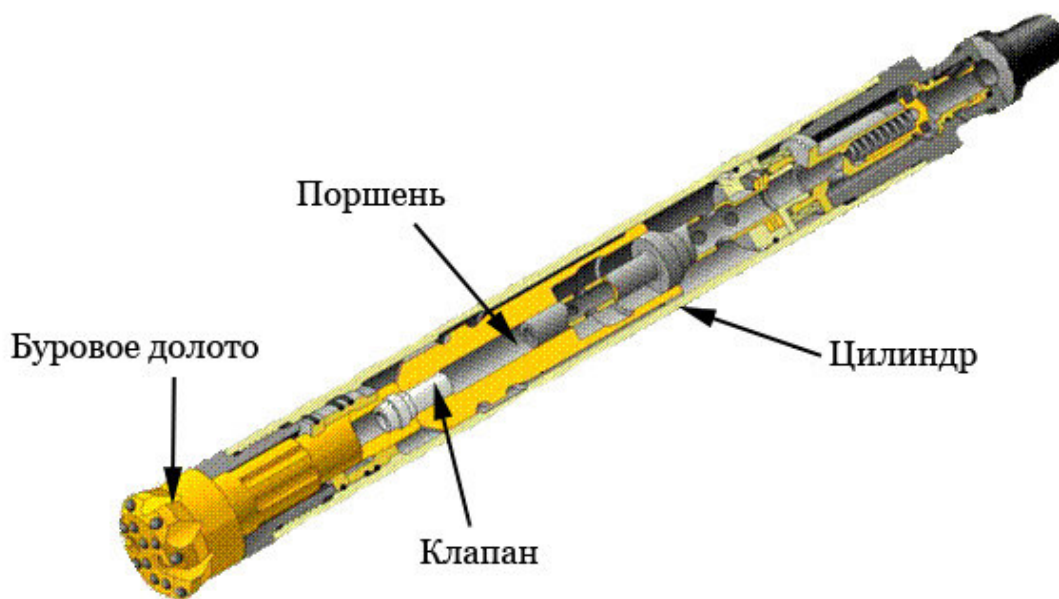


Рисунок 9 – Пневмоударник

Figure 8 – Airhammer

В процессе работы поршень пневмоударника ударяет непосредственно по наковальне, соединенной с буровой коронкой, в то время как корпус обеспечивает прямолинейную и стабильную подачу буровой коронки. Так как удар происходит непосредственно в зоне разрушения породы, то энергия удара не снижается как в процессе работы системы MAGnum. Это обеспечивает минимальное отклонение и увеличивает устойчивость стенки скважины даже в трещиноватой или создающей иные трудности породе. Поскольку затрубное пространство между бурильными трубами и стенкой скважины сравнительно небольшое, благодаря чему поддерживается высокая скорость продувки, что еще более улучшает качество скважины.

### **Заключение**

Таким образом, одним из наиболее универсальных и эффективных способов бестраншейной прокладки трубопроводов является способ горизонтально-направленного бурения. В данной статье был выполнен обзор установок ГНБ, который показал, что существуют различные конструктивные схемы и типоразмеры машин. Кроме этого, для работы в сложных грунтовых условиях в настоящее время предлагаются различные варианты породоразрушающих инструментов и систем управления траекторией бурения. Однако рассмотренные методы управления траекторией бурения имеют недостатки, поэтому повышение эффективности механизмов отклоняющих устройств является актуальной задачей для исследования.

### **Библиографический список**

1. Принцип работы ГНБ. Режим доступа: <https://tkazimut.com/printsip-raboty-gnb/> (дата обращения: 06.05.2023).
2. Типы ГНБ установок. Режим доступа: <https://horizontb.ru/articles/typy-gnb-ustanovok/> (дата обращения: 03.05.2023).
3. 6 лучших установок ГНБ. Режим доступа: <https://expertology.ru/luchshikh-ustanovok-gnb/> (дата обращения: 14.05.2023).
4. Все о горизонтальном бурении. Режим доступа: <https://stroy-podskazka.ru/bury-dlya-zemlyanyh-rabot/o-gorizontalnom-bureniy/> (дата обращения: 01.05.2023).
5. ГНБ и другие. Режим доступа: <http://stroit.ru/stati/gnb/> (дата обращения: 10.05.2023).
6. Особенности метода ГНБ – описание технологии и основные принципы. Режим доступа: <https://t-magazine.ru/pages/gnb/> (дата обращения: 11.05.2023).



### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

*Воробей Дмитрий Александрович – студент.*

*Майснер Анатолий Александрович – студент.*

*Семкин Дмитрий Сергеевич – канд. техн. наук, доц., доц. кафедры «Строительная, подъемно-транспортная и нефтегазовая техника».*

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Dmitrii A. Vorobei – student.*

*Anatolii A. Meisner – student.*

*Dmitrii S. Semkin – Cand. of Sci., Associate Professor, the Construction, Lifting, Transport and Oil and Gas Engineering Department.*



## ПРОГРАММА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЁТОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГАЗА РАЙОНОМ ГОРОДА

Д. А. Воробей, А. А. Майснер, Д. С. Семкин

Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)  
г. Омск, Россия

**Аннотация.** В статье описывается процесс создания программного обеспечения, написанного на языке программирования Microsoft Visual Basic. Данная разработка позволит облегчить вычисления потребления газа районом города, а именно: потребления газа коммунально-бытовыми потребителями и расход природного газа на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий. Этот расчет в дальнейшем может быть использован для расчета необходимого диаметра газопровода.

**Ключевые слова:** программное обеспечение, газопровод, газ, отопление, потребление, трубопровод, нефтегазовая отрасль, горючее

## PROGRAM TO CALCULATE GAS CONSUMPTION IN A CITY PART

Dmitrii A. Vorobei, Anatolii A. Maisner, Dmitrii S. Semkin

The Siberian State Automobile and Road University (SibADI) Omsk, Russia

**Abstract.** The article describes the process of creating software written in the Microsoft Visual Basic programming language. This development will facilitate the calculation of gas consumption by a city district, such as gas consumption by municipal consumers and the consumption of natural gas for heating, ventilation and hot water supply of residential and public buildings. This calculation can later be used to calculate the required diameter of the gas pipeline

**Keywords:** software, gas pipeline, gas, heating, consumption, pipeline, oil and gas industry, fuel

### Введение

В последнее время ведутся масштабные работы по развитию территорий муниципальных и городских образований с целью улучшения условий жизнедеятельности населения на ближайшую перспективу, поэтому власти придают все большее внимание газовым сетям, которые являются системой трубопроводов, проложенных на территории города или населённого пункта, предназначенных для транспортировки горючих газов и распределения их между различными потребителями. Далее будет представлен расчёт, который поможет нам посчитать потребление газа различными предприятиями, жилыми домами и другими категориями населения

### Основная часть

В настоящее время в России активно проводится процесс газификации районов. Газификация позволяет перейти с твердого топлива, например угля, или мазута на экологически чистое топливо – природный газ. Природный газ в основном состоит из метана, характеризуется низким количеством вредных выбросов, высокой тепловой и экономической эффективностью [1].

Главными задачами ПАО «Газпром» в области газификации является:

- активное развитие газификации и газоснабжения на различных территориях Российской Федерации, удовлетворение платежеспособного спроса на газ, повышение условий жизни и

комфорта людей как городского, так и сельского населения, развитие инфраструктуры регионов, а также приведение к новым инвестициям;

- газоснабжение и газификация регионов Российской Федерации.

С 1 декабря 2020 года действует региональная программа газификации Омской области, которая предусматривает расширение сети газопроводов и установку сопутствующего оборудования [2].

Газоснабжение районов города или поселков осуществляется от газораспределительной станции (ГРС). Далее по газопроводу топливо доставляется потребителям. Газопровод – это достаточно сложный инженерный механизм, в котором каждый элемент выполняет свою функцию, имеет свое предназначение и отвечает за непрерывную подачу газа по трубопроводу. Оборудование газопровода включает запорную арматуру, которая предназначена для перекрытия подачи газа по трубе. Есть различные виды запорных арматур, которые могут отличаться по сложности изготовления, по использованному материалу, из которого состоит сама арматура, а также данное оборудование делится на различные классы и виды. С помощью запорных арматур можно регулировать направление подачи газа, объем пропускаемого газа и давление газа. На рисунке 1 представлена запорная арматура [3].



*Рисунок 1 – Запорная арматура*

*Figure 1 – Isolation valves*

В состав газопровода также входит газораспределительный пункт (ГРП), основной задачей которого является снижение давления и удержание его в пределах, необходимых при прокачке газа по трубопроводу. ГРП устанавливаются в отведенных местах в сооружение в виде металлического шкафа.

Также ГРП в автоматическом режиме поддерживает давление на выходе, несмотря на изменившиеся показатели входного давления и расхода. При резком поднятии или снижении выходного давления, близком к аварийному давлению, ГРП полностью прекращает подачу газа. В функционал ГРП входит очистка газа от примесей. На рисунке 2 изображен ГРП шкафной.



Рисунок 2 – Газораспределительный пункт (ГРП)

Figure 2 – Gas Distribution Point (GDP)

Оборудование ГРП включает: регулятор давления, предохранительный запорный клапан, фильтр и запорные устройства. Кроме этого, устанавливается контрольно-измерительная аппаратура – приборы замера расхода, манометры и другое оборудование [4].

Прокладка трубопроводов является сложной задачей, особенно в условиях городской застройки. Прокладке могут мешать существующие коммуникации, автомобильные дороги, зеленые насаждения и прочие объекты. Поэтому сооружение трубопровода в данных условиях, как правило, выполняется с помощью установок горизонтально-направленного бурения. Эти установки позволяют осуществлять прокладку трубопроводов без разработки траншеи. Работы выполняются в три этапа. На первом этапе осуществляется бурение пилотной скважины, которая задает траекторию. Далее выполняется расширение пилотной скважины. Затем осуществляется протаскивание трубопровода в подготовленную скважину. Прокладка трубопровода данным способом не требует выполнения ремонтно-восстановительных работ вдоль трассы трубопровода после строительства. Однако способ горизонтально-направленного бурения является дорогостоящим вариантом прокладки трубопроводов, поэтому на открытой местности применяется траншейный способ прокладки. Траншейный способ включает следующие этапы: разработку траншеи, сварку трубопровода, укладку в траншею и засыпку.

Однако до того как начнутся работы по прокладке трубопроводов, выполняется разработка проекта. Для упрощения расчетов, выполняемых инженерами проектных институтов, предлагается использовать автоматизированный способ расчета потребления газа с помощью компьютерной программы [1].

### Расчет потребления газа

Городские потребители расходуют газ неравномерно. Для определения неравномерного потребления газа городские потребители делятся на такие категории, как:

- Бытовые. В эту категорию входит приготовление пищи и нагревание воды в квартирах жилых домов.
- Коммунально-бытовые. В эту категорию входят бани, прачечные, хлебозаводы, общественные предприятия, больницы и т.д.
- Отопление, вентиляция и централизованное ГВС жилых, общественных и производственных зданий.
- Промышленное потребление для промышленных и технологических нужд предприятий.
- Потребление газа электростанциями для выработки электроэнергии, горячей воды и пара.
- Расход газа определяют отдельно для каждого потребителя [5].



### Расчет годового потребления природного газа коммунально-бытовыми потребителями

Расчет трубопроводов системы газоснабжения начинается с определения объема потребления газа районом города. Для автоматизации расчетов создана компьютерная программа, позволяющая рассчитать потребление газа коммунально-бытовыми потребителями.

Компьютерная программа создана с применением *Microsoft Visual Basic*. Для этого были разработаны формы, которые предлагается заполнить проектировщику, рассчитывающему объем потребления газа. Методика расчета была взята из СНиП-42-01-2002, в котором приводятся формулы и нормативные значения параметров [6, 7].

Формы для заполнения включают заголовок, в котором отражается категория потребителей. Слева окна приведены параметры напротив поля ввода значений. Также у всплывающего окна имеется три кнопки: «Выход», «Расчет», «Далее».

Кнопка «Выход» прерывает выполнение программы. Кнопка «Расчет» запускает выполнение расчета потребления газа соответствующей категорией потребителей. Кнопка «Далее» запускает открытие следующего всплывающего окна.

Рисунок 3 – Форма для расчёта годового потребления природного газа коммунально-бытовыми потребителями

Figure 3 – Form for calculation of annual natural gas consumption by municipal and household consumers

Интерфейс программы разделен на несколько окон, на которых располагаются поля для ввода значений параметров.

На рисунке 3 представлена форма, в которой производится расчёт потребления газа коммунально-бытовыми потребителями. Для того чтобы рассчитать потребление природного газа, потребуется заполнить поля белого цвета, в эти поля будут вноситься различные показатели, выявленные экспериментальным путём или взятые из нормативного документа.

После того как все числовые значения будут внесены, потребуется нажать на кнопку «Расчёт годового потребления природного газа в квартирах  $Q_k$ », данная кнопка запускает функцию расчета по формуле [5]

$$Q_k = Y_k \cdot N (q_{k1} \cdot Z_1 + q_{k2} \cdot Z_2 + q_{k3} \cdot Z_3) / Q_n, \quad (1)$$

где  $Y_k$  – степень охвата населения газоснабжением;

$N$  – общая численность населения, чел.;

$Z_1, Z_2, Z_3$  – соответственно, доля населения, проживающая в квартирах, имеющая:

- централизованное горячее водоснабжение;
- газовый водонагреватель;
- централизованное горячее водоснабжение и газовый водонагреватель;

$q_{k1}, q_{k2}, q_{k3}$  – нормы расхода тепла для нужд газоснабжения различными потребителями, МДж/чел·год.

Сумма долей  $Z_1 + Z_2 + Z_3 = 1$ .

Нормы расхода тепла для нужд газоснабжения различными потребителями, МДж/чел·год, принимаются по данным нормативных документов:  $q_{k1} = 2800$  МДж;  $q_{k2} = 8000$  МДж;

$q_{k3} = 4600$  МДж;  $Q_n = 36,87$  МДж/м<sup>3</sup>. Программный код для расчета приведен на рисунке 4.

```

CommandButton1
Private Sub CommandButton1_Click()
    Yk = Val(TextBox10)
    Cells(1, 1) = "Параметр"
    Cells(2, 1) = "Численные значения"
    Cells(3, 1) = "Единицы измерения"
    Cells(1, 2) = "Yk"
    Cells(2, 2) = Yk
    Cells(3, 2) = "-"
    N = Val(TextBox12)
    Cells(1, 3) = "N"
    Cells(2, 3) = N
    Cells(3, 3) = "чел."
    z1 = Val(TextBox3)
    Cells(1, 4) = "z1"
    Cells(2, 4) = z1
    Cells(3, 4) = "-"
    z2 = Val(TextBox11)
    Cells(1, 5) = "z2"
    Cells(2, 5) = z2
    Cells(3, 5) = "-"
    z3 = Val(TextBox13)
    Cells(1, 6) = "z3"
    Cells(2, 6) = z3
    Cells(3, 6) = "-"
    qk1 = Val(TextBox14)
    Cells(1, 7) = "qk1"
    Cells(2, 7) = qk1
    Cells(3, 7) = "МДж/чел.год"
    qk2 = Val(TextBox15)
    Cells(1, 8) = "qk2"
    Cells(2, 8) = qk2
    Cells(3, 8) = "МДж/чел.год"
    qk3 = Val(TextBox16)
    Cells(1, 9) = "qk3"
    Cells(2, 9) = qk3
    Cells(3, 9) = "МДж/чел.год"
    qn1 = Val(TextBox17)
    Cells(1, 10) = "Qn"
    Cells(2, 10) = qn1
    Cells(3, 10) = "МДж/м^3"
    Qk = (Yk * N * (qk1 * z1 + qk2 * z2 + qk3 * z3)) / qn1
    Cells(1, 11) = "Qk"
    Cells(2, 11) = Qk
    Cells(3, 11) = "м^3/год"
End Sub

Private Sub CommandButton2_Click()
    Unload UserForm1
    UserForm2.Show
End Sub
    
```

Рисунок 4 – Код для расчёта формулы (1)

Figure 4 – Code to calculate formula 1

На рисунке 5 представлена форма, которая позволит рассчитать годовой расход газа на прачечные.

*Рисунок 5 – Форма для расчёта годового расхода на прачечные*

*Figure 5 – Form for annual consumption for laundry facilities calculation*

После того как все числовые значения будут заполнены, пользователю потребуется нажать на кнопку «Годовой расход газа на прачечные Q<sub>п</sub>», данная кнопка запускает функцию расчета по формуле [5]

$$Q_p = N_b \cdot U_{к-б} \cdot N \cdot q_p \cdot z_p / Q_n, \quad (2)$$

где N<sub>б</sub> = (0,1) – норма накопления белья, т/год на 1000 жителей;

z<sub>п</sub> – степень охвата населения прачечными, z<sub>п</sub> = 0,2;

U<sub>к-б</sub> – степень охвата коммунально-бытовых объектов газоснабжением, U<sub>к-б</sub> = 0,7;

q<sub>п</sub> – норма расхода тепла для нужд газоснабжения прачечными, МДж/т, сухого белья.

Норма расхода тепла для нужд газоснабжения прачечными принимается согласно нормативному документу [5], q<sub>п</sub> = 18800 МДж. Программный код для расчета приведен на рисунке 6.

```

CommandButton1
Private Sub CommandButton1_Click()
Ykb = Cells(2, 14)
N = Cells(2, 3)
qnl = Cells(2, 10)
zb = Val(TextBox1)
Cells(1, 17) = "zб"
Cells(2, 17) = zb
Cells(3, 17) = "-"
qb = Val(TextBox2)
Cells(1, 18) = "qb"
Cells(2, 18) = qb
Cells(3, 18) = "МДж/помывку"
Qb1 = (52 * Ykb * N * qb * zb) / qnl
Cells(1, 19) = "Qб"
Cells(2, 19) = Qb1
Cells(3, 19) = "м^3/год"
End Sub

Private Sub CommandButton4_Click()
Unload UserForm3
UserForm4.Show
End Sub

Private Sub CommandButton5_Click()
Unload UserForm3
UserForm2.Show
End Sub

Private Sub CommandButton6_Click()
End
End Sub
    
```

*Рисунок 6 – Код для расчёта формулы (2)*

*Figure 6 – Code to calculate of formula 2*

На рисунке 7 представлена форма, которая позволит рассчитать годовой расход природного газа баннным предприятием.

*Рисунок 7 – Форма для расчёта годового расхода природного газа баннным предприятием*

*Figure 7 – Form for calculation of annual natural gas consumption by a bathing facility*

После того как все числовые значения будут заполнены, потребуется нажать на кнопку «Годовой расход природного газа баннным предприятием Qб», данная кнопка запускает функцию расчета по формуле [5]

$$Q_b = A \cdot Y_{к-б} \cdot N \cdot q_b \cdot z_b / Q_n \quad (3)$$

где  $A$  – количество помывок в год, пом./год;

$z_b$  – степень охвата населения банями,  $z_b = 0,2$ ;

$q_b$  – норма расхода теплоты на одну помывку, МДж/помывку.

Количество помывок, согласно нормам, составляет 52 помывки в год. Норма расхода теплоты на одну помывку принимается согласно нормативного документа [5],  $q_b = 40$  МДж. Программный код для расчета приведен на рисунке 8.

```

CommandButton1
Private Sub CommandButton1_Click()
    Ykb = Cells(2, 14)
    N = Cells(2, 3)
    qn1 = Cells(2, 10)
    zb = Val(TextBox1)
    Cells(1, 17) = "zб"
    Cells(2, 17) = zb
    Cells(3, 17) = "-"
    qb = Val(TextBox2)
    Cells(1, 18) = "qb"
    Cells(2, 18) = qb
    Cells(3, 18) = "МДж/помывку"
    Qb1 = (52 * Ykb * N * qb * zb) / qn1
    Cells(1, 19) = "Qб"
    Cells(2, 19) = Qb1
    Cells(3, 19) = "м^3/год"
End Sub

Private Sub CommandButton4_Click()
    Unload UserForm3
    UserForm4.Show
End Sub

Private Sub CommandButton5_Click()
    Unload UserForm3
    UserForm2.Show
End Sub

Private Sub CommandButton6_Click()
    End
End Sub
    
```

*Рисунок 8 – Код для расчёта формулы (3)*

*Figure 8 - Code to calculate formula (3)*



Далее будет представлена форма, которая позволит рассчитать годовой расход природного газа учреждениями здравоохранения (рисунок 9).

Рисунок 9 – Форма для расчёта годового расхода природного газа учреждениями здравоохранения

Figure 9 – Form for calculating the annual consumption of natural gas by healthcare institutions

После того как все числовые значения будут внесены в поля для заполнения, потребуется нажать на кнопку «Годовой расход природного газа учреждениями здравоохранения  $Q_{y.z}$ », данная кнопка запускает функцию расчета по формуле [5]

$$Q_{y.z} = K \cdot Y_{к-б} \cdot N \cdot q_{y.z} / Q_n, \quad (4)$$

где  $K$  – количество коек на 1000 жителей;  $K = 0,012$  коек;  
 $q_{y.z}$  – норма расхода теплоты учреждениями здравоохранения, МДж.

Норма расхода теплоты учреждениями здравоохранения составляет  $q_{y.z} = 3200$  МДж.  
 На рисунке 10 представлен код для расчета формулы (4).

```

CommandButton1
Private Sub CommandButton1_Click()
Ykb = Cells(2, 14)
N = Cells(2, 3)
qn1 = Cells(2, 10)
qyz = Val(TextBox1)
Cells(1, 20) = "qy.з"
Cells(2, 20) = qyz
Cells(3, 20) = "МДж"
Qyz1 = (0.012 * Ykb * N * qyz) / qn1
Cells(1, 21) = "Qy.з"
Cells(2, 21) = Qyz1
Cells(3, 21) = "м^3/год"
End Sub

Private Sub CommandButton4_Click()
End
End Sub

Private Sub CommandButton5_Click()
Unload UserForm4
UserForm5.Show
End Sub

Private Sub CommandButton6_Click()
Unload UserForm4
UserForm3.Show
End Sub
    
```

Рисунок 10 – Код для расчёта формулы (4)

Figure 10 – Code to calculate formula 4

## Заключение

Таким образом, программа газификации имеет важное социальное значение для жителей страны. При этом предстоит выполнить большой объем работ. Для упрощения расчетов, выполняемых на этапе проектирования, предложена компьютерная программа, позволяющая рассчитать потребление газа районом города.

Также в статье приведено описание программы, обеспечивающей производить расчёт таких параметров, как годовое потребление газа коммунально-бытовыми потребителями, годовой расход на прачечные, годовой расход природного газа баннным предприятием, годовой расход природного газа учреждениями здравоохранения. Помимо этого, в статье было описано, как пользоваться программой, описаны функции кнопки расчета, а также представлен код, на котором построена программа.

## Библиографический список

1. Актуальные проблемы развития газовых сетей и основные направления повышения эксплуатационной надежности газораспределительных систем. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-problemy-razvitiya-gazovyh-setey-i-osnovnye-napravleniya-povysheniya-ekspluatatsionnoy-nadezhnosti-gazoraspredelitelnyh> (дата обращения: 20.04.2023).
2. Газификация регионов России. Режим доступа: <https://mrg.gazprom.ru/about/gasification/> (дата последнего обращения: 08.05.2023).
3. Газовые сети и установки. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9151828/> (дата обращения: 01.05.2023).
4. ГРП - виды, типы, принцип работы, описание, отличия. Режим доступа: <https://krantest.ru/news/1390745320/> (дата последнего обращения: 09.05.2023).
5. Определение годовых расчётных расходов газа. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9006716/page:3/> (дата обращения: 08.04.2023).
6. Практикум по VBA для Microsoft Excel. Режим доступа: [https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/21894/1/Shireva\\_VBA.pdf](https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/21894/1/Shireva_VBA.pdf) (дата обращения: 10.04.2023).
7. Основы программирования в VBA. Режим доступа: <https://www.kgasu.ru/upload/iblock/0e1/vba.pdf> (дата обращения: 15.04.2023).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

*Воробей Дмитрий Александрович – студент.  
Майснер Анатолий Александрович – студент.  
Семкин Дмитрий Сергеевич – канд. техн. наук, доц., доц. кафедры «Строительная, подъемно-транспортная и нефтегазовая техника».*

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Dmitrii A. Vorobei – student.  
Anatolii A. Meisner – student.  
Dmitrii S. Semkin – Cand. of Sci., Associate Professor, the Construction, Lifting, Transport and Oil and Gas Engineering Department.*



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТРЕХСЛОЙНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ С ГИБКИМИ СВЯЗЯМИ ГК «СТРОЙБЕТОН»

С. П. Филиппова

Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет «СибАДИ»  
г. Омск, Россия

**Аннотация.** Наиболее важным фактором, определяющим эксплуатационные характеристики здания, являются связи между слоями трехслойной железобетонной наружной стеновой панели (далее – ТСП). В данной статье освещены результаты испытаний прочности гибких композитных связей железобетонной наружной ТСП с эффективным утеплителем из пенополистирола статическим методом. Было рассмотрено взаимное смещение внешнего слоя панели относительно внутреннего слоя при испытании слоев бетона в соответствии с эталонными значениями. Экспериментальные исследования показали, что использование гибких композитных связей для соединения наружного и внутреннего слоя ТСП обеспечивает прочность и надежность конструкции. Испытание ТСП полностью соответствует требованиям безопасности при эксплуатации.

**Ключевые слова:** Группа Компаний «Стройбетон», трехслойные наружные стеновые панели, конструкция, стеклопластиковые гибкие связи, пенополистирол, энергосбережение, испытания, статические нагрузки, прочность

## EXPERIMENTAL STUDY OF ENERGY-EFFICIENT THREE-LAYERED REINFORCED CONCRETE WALL PANELS WITH TIES FROM STROIBETON COMPANY GROUP

Svetlana P. Filippova

The Siberian State Automobile and Highway University (SibADI)  
Omsk, Russia

**Abstract.** The most important factor determining the performance characteristics of a building is the ties between the layers of a three-layered reinforced concrete exterior wall panel (hereinafter referred to as TWP). This article describes the results of tests on the strength of flexible metal ties of reinforced concrete exterior wall panel with effective insulation from polystyrene foam using a statistical method. The mutual displacement of the outer layer of the panel relative to the inner layer was considered when testing the concrete layers in accordance with the reference values. The experimental studies have shown that the use of flexible metal ties to connect the outer and inner layers of the TWP provides strength and reliability of the structure. The TWP test is fully compliant with the operational safety requirements.

**Keywords:** Stroibeton Company Groups, three-layer exterior wall panels, construction, fiberglass ties, polystyrene foam, energy savings, tests, statistical loads, strength

### Введение

В Омске на заводе крупнопанельного домостроения «Стройбетон», в формовочном цехе № 5 (рисунок 1), выпускают и применяют железобетонные трехслойные наружные стеновые панели с гибкими композитными связями с эффективным утеплителем из пенополистирола, изготавливаемые из тяжелого бетона для крупнопанельных жилых домов в соответствии с требованиями ГОСТ [1] и проектными чертежами. Гибкие композитные связи соединяют бетонные слои и играют ключевую роль в обеспечении целостности и надежности конструкций с точки зрения ее долговечности [2].



Рисунок 1 – Формовочный цех № 5

Figure 1 – Molding Shop No. 5

Коротко рассмотрим **технология изготовления** железобетонной наружной трехслойной стеновой панели.

Наружные ТСП (рисунок 2) изготавливаются горизонтально, фасадной стороной вниз. Уплотнение бетонной смеси в форме производится с применением механизмов и устройств внизу и по верху формы. Сварные сетки и каркасы укладываются в форму. При изготовлении панелей обеспечено проектное расположение арматуры, закладных деталей и анкерных петель. Защитный слой бетона обеспечивается при помощи фиксаторов. Термообработка производится при температуре не выше +50 °С. Распалубка производится при достижении бетоном прочности не менее 70% от проектной. Швы стыков теплоизоляционных плит проклеиваются клейкой лентой. Гибкие композитные связи устанавливаются в соответствии с рабочими чертежами. Таким образом, ТСП является цельным изделием, так как утеплитель в нее закладывается ещё на стадии формования. Как видно на рисунке 3, данный «бутерброд» состоит из двух слоёв бетона с теплоизоляционной прослойкой между ними.





Рисунок 2 – Наружная ТСП

Figure 2 – External three-layer wall panel

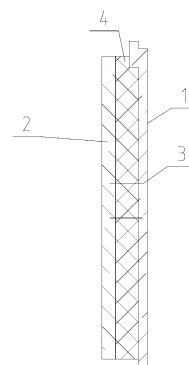


Рисунок 3 – Сечение наружной ТСП:  
1 – внутренний слой; 2 – наружный слой;  
3 – гибкие связи; 4 – пенополистирол

Figure 3 – Panel cross-section: 1 – inner layer;  
2 – outer layer; 3 – ties; 4 – foam polystyrene

**Характеристика материалов наружной ТСП** следующая: по наружному (внутреннему слою) – тяжелый бетон. Объемный вес –  $2500 \text{ кг/м}^3$ , марка по прочности – В20, морозостойкость – F100. Тяжелый бетон по внутреннему слою. Объемный вес –  $2500 \text{ кг/м}^3$ , марка по прочности – В20, морозостойкость – F100. Облицовочный слой из облицовочного раствора по ГОСТ 28013–98\* [3]. Марка по прочности – М250, по морозостойкости F100 и водонепроницаемости W4. В качестве утеплителя приняты плиты пенополистирольные ПСБ-С-35 по ГОСТ 15588–86 [4] толщиной 200 мм. Так как теплоизоляционные плиты являются горючим материалом, то по периметру окон и дверных проемов, в стыках панелей предусмотрена огнезащитная преграда из негорючей минераловатной плиты на основе базальтового волокна в один слой (50 мм). Гибкие композитные связи, соединяющие между собой слои изделия, из коррозионно-стойкого материала – базальтопластиковая арматура БПА – 380-7,5-2П и БПА – 550-7.5-2П, по ТУ 5710-006-13101102-2009 или стеклопластиковая арматура АНКС – С10 (10 – диаметр по наружной обмотке). Расчетный диаметр 8,5 мм по ТУ2296-001-30353738-2012.

Геометрические параметры наружной ТСП можно увидеть на рисунке 4.

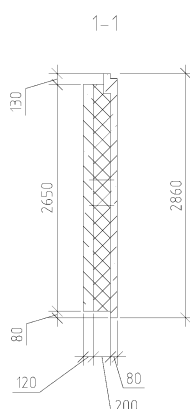


Рисунок 4 – Геометрические параметры панели

Figure 4 – Geometric parameters of the wall panel

### Экспериментальные исследования ТПС

Натурные испытания ТПС проводились специалистами ООО «Строймир» на гидравлическом стенде (рисунок 5), изготовленном ГК «Стройбетон» в соответствии с ГОСТ8829–94 «Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости».



Рисунок 5 – Гидравлический стенд

Figure 5 – Hydraulic stand

Для испытания представлена наружная ТСП марки НТ-296-ГС с утеплителем из пенополистирола.

Цель испытания – комплексная проверка обеспечения при производстве наружных ТСП сдвиговой жесткости гибких связей между несущим и фасадным слоем.

При проведении испытаний применены средства испытаний и приборы, проверенные Центром стандартизации и метрологии: прогибометры типа ПМ; микроскоп отчетный МПБ – 2; рулетка измерительная, тип РЗ-5; штангельциркуль, тип ШЦ – 1; линейка измерительная металлическая с ценой деления 1,0 мм; лупа с 10-кратным увеличением [5].

Испытания проводились в следующем порядке:

- испытание гибких связей: установка домкрата ГД-10/20 на фасадный слой через траверсу с передачей нагрузки в двух точках;
- ступенчатое повышение давления с замером смещения фасадного слоя (таблица 1);
- при снятии нагрузки на фасадный слой средние деформации сдвига составили 0,014 мм, что свидетельствует о практически упругой работе гибких связей.

Таблица 1

**Фиксация сдвиговых деформаций фасадного слоя при испытании перемычек панели**

Table 1

**Fixation of shear deformations of the facade layer during panel lintels testing**

| Давление<br>ГД – 10/20, тс | Величина сдвига фасадного слоя, мм<br>(усредненная по двум приборам) |
|----------------------------|--|
| 4,924                      | 0,045  |
| 14,40                      | 0,450  |
| 0,00                       | При разгрузке – 0,014  |

Оценка прочности соединительных связей между наружными и внутренними бетонными слоями панели проводилась по результатам испытаний на основании составления фактических значений контрольных нагрузок и величины смещения наружного слоя панели с соответствующими контрольными значениями (таблица 2).

Таблица 2  
*Результаты стендовых испытаний стеновой панели в сравнении с контрольными значениями*

Table 2  
*Results of bench tests of the wall panel in comparison with the control values*

| № п/п | Марка панели | Контролируемые состояния, параметры | Контрольные значения | Данные испытаний |                                    |
|-------|--------------|-------------------------------------|----------------------|------------------|------------------------------------|
|       |              |                                     |                      | абсолютные       | относительно контрольного значения |
| 1     | НТ-296-ГС    | Оценка гибких связей:               |                      |                  |                                    |
|       |              | - нагрузка на фасадный слой ТС      | 4,881                | 4,924            | 1,01                               |
|       |              | - смещение фасадного слоя, мм       | 2                    | 0,28             | 0,14                               |
|       |              | - разрушающая нагрузка, тс          | 13,285               | >14,4            | >1,084                             |

Примечание: состояние разрушения связей при смещении фасадного слоя не достигнуто, поэтому данные по прочности указаны со знаком неравенства.

### Заключение

В заключение можно сказать, что испытанная железобетонная трехслойная стеновая панель марки НТ – 296 – ГС с утеплителем из пенополистирола по прочности соединительных связей между наружными и внутренними бетонными слоями панелей соответствует требованиям Межгосударственного стандарта ГОСТ 31310–2015 «Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия» [6]. То есть применение металлических гибких композитных связей для соединения наружного и внутреннего слоев трехслойных стеновых панелей обеспечивает надежность эксплуатации при статических нагрузках и воздействиях, которые, в свою очередь, за счет оцинкованного покрытия рассчитаны на длительный срок эксплуатации (свыше 100 лет).

### Библиографический список

1. Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия: ГОСТ 11024–2012. Введ. 2014–01–01. М.: Изд-во стандартов, 2014. 24 с.
2. Николаев С. В., Шрейбер А. К., Хаютин Ю. Г. Инновационные системы каркасно-панельного домостроения // Жилищное строительство. 2014. № 5. С. 3–5.
3. Растворы строительные. Общие технические условия: ГОСТ 28013–98\*. Введ. 1999–07–01. М.: Изд-во стандартов, 1999. 22 с.
4. Плиты пенополистирольные. Технические условия: ГОСТ 15588–86. Введ. 1986–07–01. М.: Изд-во стандартов, 1986. 10 с.
5. Доткулов Р. А. Сравнительный технико-экономический анализ стеновых панелей / Р. А. Доткулов. Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2021. № 18 (360). С. 129–131. URL: <https://moluch.ru/archive/360/80418/> (дата обращения: 30.03.2023).
6. Панели стеновые трехслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия: ГОСТ 31310–2015. Введ. 2017–01–01. М.: Изд-во стандартов, 2015. 36 с.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

*Филиппова Светлана Петровна – магистрант, e-mail: swetlanka1709@mail.ru*

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Svetlana P. Filippova – graduate student, e-mail: swetlanka1709@mail.ru*



**СОКРАЩЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТАБЛИЧКИ ЗНАКА  
ЛИНЕЙНОГО ОПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ  
УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ ПЕЧАТИ ПАО «СУРГУТСТРОЙ»**

**Н. П. Каримова**

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет «СибАДИ»  
г. Омск, Россия*

**Аннотация.** Расчет трудоемкости печатных процессов и печати издания позволяет более точно оценить целенаправленность изготовления данного издания, т.е. оценить, насколько будет эффективно его производство с точки зрения временных и экономических затрат. Для того чтобы напечатать издание, необходимо провести целый ряд аналитических операций, таких как выбор печатного оборудования, выбор основных и вспомогательных материалов и прочее. Поскольку в настоящее время на полиграфическом рынке представлено большое количество разнообразных материалов и печатного оборудования, то главной задачей является выбор оптимального оборудования и материалов, которые бы подходили для качественного воспроизведения издания для ПАО «СургутСтрой».

**Ключевые слова:** материалы и печатное оборудование, ПАО «СургутСтрой», качество, ультрафиолетовая печать

**LABOUR SAVING TO MAKE A LINEAR IDENTIFICATION SIGN PLATE  
FROM PAO SURGUTSTROI ULTRAVIOLET PRINT**

**Nadezhda P. Karimova**

*The Siberian State Automobile and Highway University (SibADI)  
Omsk, Russia*

**Abstract.** The calculation of the labour intensity of printing processes and printing of the publication makes it possible to more accurately assess the targeting of the publication, i.e. to assess how effective the production of this publication will be in terms of time and economic costs. In order to print the publication it is necessary to carry out a number of analytical operations, such as: selection of printing equipment, selection of basic and accessory materials, etc. Since a large number of various materials and printing equipment are currently represented on the printing market, the main task is to choose the optimal equipment and materials that would be suitable for high-quality reproduction of the publication for PAO Surgutstroj.

**Keywords:** materials and printing equipment, PAO Surgutstroj, quality, ultraviolet printing

**Введение**

Знак линейный опознавательный устанавливается для обозначения и закрепления трассы подземного трубопровода на местности, устанавливается с правой стороны по ходу движения среды, перпендикулярно трубопровода на расстоянии 1 м [1].

В настоящее время в ПАО «СургутСтрой» табличка знака линейного опознавательного изготавливается путём наклейки самоклеющейся плёнки Ocasal в два слоя белого и синего (красного, жёлтого) цвета соответственно на обезжиренную поверхность заготовки оцинкованной стали толщиной 0,8 мм, размером 500х500 мм. Табличка закрепляется на рёбрах жёсткости из



полосы 4x40 при помощи болтов и гаек, для чего просверливаются отверстия 8–4 шт. на рёбрах жёсткости из полосы 4x40 и 4 шт. в табличке оцинкованной стали.

Данный процесс достаточно трудоёмкий, он включает в себя следующий ряд тех. операций. Набор текста и его подгонка в программе CorelDraw, вырезка шаблона из плёнки Oracal белого цвета на режущей плоттере, вырезка фона из плёнки Oracal синего цвета, перенос надписи при помощи плёнки монтажной Oratape M на заготовку фона, вырезка таблички знака из стали оцинкованной, её обезжиривание и наклейка информационной заготовки из плёнки. На изготовление таблички таким методом затрачивается порядка 20 минут.

Кроме большой трудоёмкости у этого способа изготовления есть и другие минусы. В результате воздействий внешних факторов, таких как температурные перепады и воздействие атмосферных осадков происходит разрушение клеящего слоя основы, что приводит к отклеиванию и растрескиванию плёнки. Также к недостаткам относится и вес самой конструкции в 3 кг. Годовая потребность в стали оцинкованной толщиной 0,8 мм составляет порядка 11 тонн.

Для ускорения процесса изготовления табличек предлагаю изменить тип материала таблички и сам технологический процесс, внедрив в производство ультрафиолетовую печать на пластиках ПВХ, что позволит в разы сократить срок изготовления, за счёт того что изображение наносится непосредственно на материал.

### **Основная часть**

Ультрафиолетовая печать (далее по тексту УФ-печать) – разновидность струйной печати с использованием УФ-отверждаемых чернил, которые застывают (фотополимеризуются) под воздействием УФ-излучения, образуя плёнку на запечатываемом материале [2].

Технология УФ-печати широко применяется в изготовлении рекламной продукции – wobлеров, плакатов, листовок, баннеров. Изображение наносится практически на любую основу после предварительной обработки – обезжиривания, очистки от пыли, обработки специальным раствором для лучшей адгезии краски [3].

Современные УФ-чернила изготавливаются на основе полимеризирующихся под воздействием УФ-излучения веществ. Процесс полимеризации необратим, поэтому такие чернила насыщенные, яркие, жирно- и водоустойчивы, создают долговечные изображения с высокой стойкостью к стиранию и химически активным веществам.

Использование УФ-отверждаемых чернил решает одну из главных технологических проблем – медленное закрепление обычных офсетных красок на оттиске. Отличные адгезионные свойства чернил позволяют наносить краску на любую основу.

УФ-чернила однокомпонентные, в них нет испаряющего элемента, поэтому они сочетают в себе свойства мгновенно застывать на запечатанной поверхности и не засыхать на принтере [3].

Поскольку для УФ-чернил не требуется предварительное разведение растворителем, (краски поставляются в готовом к использованию виде) существенно сокращается время подготовки к печати.

После застывания УФ-чернил нет риска «смазывания» отпечатка. Это ускоряет производство и снижает процент брака [3].

Компоненты в составе чернил имеют менее выраженный запах по сравнению с сольвентными чернилами, что позволяет применять УФ-печать в интерьере.

Существует целый ряд широкоформатных УФ планшетных принтеров со светодиодной технологией отверждения и несколькими типами чернил. Гарантийный срок службы принтеров достигает 20000 часов (около 10 лет), что обеспечивает долгие годы бесперебойной работы.

УФ-принтер включает в себя печатающую головку и передовые светодиодные блоки для УФ-отверждения чернил. Современная механика управления движением печатающей каретки производит печать исключительно высокого качества и разрешения изображений, а также может производить разборчивый шрифт размером до 2 пунктов.

Пьезоэлектрические печатающие головки (6 печатающих головок с трехшаговым шахматным порядком), благодаря которым УФ-принтер обеспечивает скорость печати до 60 м<sup>2</sup>/ч с СМУК (Суан (голубой), Magenta (пурпурный), Yellow (желтый), Keucolor), и до 25 м<sup>2</sup>/ч для белой печатной краски. Печатающая головка включает в себя до 1280 сопел общей сложности до 7680 сопел.

В состав УФ-принтеров входит несколько типов чернил для максимальной гибкости запечатанного материала. В настоящее время существуют чернила с очень высокой скоростью отверждения и высоким коэффициентом гибкости до 150%. Это приводит к увеличению упругости и изгиба запечатанного материала, что позволяет производить печать на широком спектре носителей и субстраты без трещин или переломов отвержденных чернил во время обработки, резки или других видов постобработки печати. Также существуют более жесткие чернила для печати на твердых поверхностях, требующих большей адгезии.

УФ светодиодные устройства оптимизированы для более эффективной адгезии при печати на высоких скоростях, не оставляя при этом неотвержденных чернил. Современные УФ-технологии обеспечивают высокую скорость печати, а также долговечность, экономию энергии, снижение тепловыделения и возможность эффективной печати на теплочувствительных материалах.

Некоторые УФ-принтеры включают в себя уникальные функции: высокоточные инкодерные ленты, а также систему IntelligentSystemMicrostepping (IMC) с высокой точностью шага и точки размещения. Это приводит к гораздо меньшему количеству полос и артефактов на них, в том числе и отсутствие эффекта грампластинки [3]. Данные технологии создают возможность печати разборчивых символов до 2 пункта, что говорит о детальности и точности печати на данном станке. Функция переменного падения капли производит три различных размера капли одновременно. Минимальный размер капли 4 пиколитра, который производит гладкое изображение с градациями природных гранулированных цветов даже в четырехцветном режиме.

Система MAPS эффективно снижает возможность появления «полосатости» изображения в режимах с несколькими проходами с помощью градационной шаблонной маски. Если выбрана эта опция, УФ-отверждение происходит более постепенно, что уменьшает любое появление полос.

Технология постоянной циркуляции белого цвета обеспечивает высокую производительность в печати белой краской, что позволяет устранить оседание белого пигмента в чернильных трактах. Кроме того, способствует снижению отходов чернил, тем самым поддерживая экологию и экономию чернил. Модуль дегазации устраняет газы и пузырьки воздуха в чернилах, что снижает забивания сопел и повышает точность размещения капель при печати. Этот модуль позволяет принтеру использовать бутылки чернил вместо обычных дегазированных пакетов с чернилами, тем самым уменьшая затраты чернил.

Эффективность УФ LED блоков снижает энергопотребление, предлагая гораздо больший жизненный цикл и повышенную работоспособность. УФ-чернила поставляются в двухлитровых бутылках, экологически чистой и экономической упаковке, что снижает количество промышленных отходов, а также эксплуатационные расходы.

На большинстве моделей применяется точная система выравнивания, которая снабжена специальными штырями и линиями масштаба, устраняющими долгие процедуры выравнивания материала.

В комплект поставки оборудования УФ-принтеров входит удобный интерфейс с функцией интуитивного управления. Печать и другие условия могут быть легко установлены с соответствующими настройками, а также объединены в одном окне. Функция замены цвета расширяет возможности повторного создания печатных изображений, выбранные цвета могут быть легко добавлены в AdobeIllustrator.

Таблица 1  
**Экономический эффект от внедрения в производство принтера с УФ-печатью**

Table 1  
**The economic impact of introducing a UV printer into production**

| №  | Показатели  | Единица измерения | Базовый вариант | Предлагаемый вариант |
|----|---|-------------------|-----------------|----------------------|
| 1  | Стоимость материалов на изготовление заказа 500x500 | руб.              | 592411          | 833480               |
| 2  | Стоимость материалов на изготовление заказа 280x210 | руб.              | 126398          | 171370               |
| 3  | Стоимость материалов на изготовление заказа 210x140 | руб.              | 163553          | 234540               |
| 4  | Заработная плата на изготовление заказа 500x500     | руб.              | 1090635         | 64531                |
| 5  | Заработная плата на изготовление заказа 280x210     | руб.              | 866936          | 56980                |
| 6  | Заработная плата на изготовление знака 210x140      | руб.              | 2286072         | 150344               |
| 7  | Капитальные вложения (стоимость принтера)           | руб.              | х               | 5100000              |
| 8  | Всего   | руб.              | 5126005         | 6611245              |
| 9  | Экономический эффект за объём внедрения за 1 год    | руб.              | х               | -1485240             |
| 10 | Экономический эффект за объём внедрения за 2 года   | руб.              | х               | 2129520              |
| 11 | Экономический эффект за объём внедрения за 3 года   | руб.              | х               | 5744280              |

### Заключение

В результате внедрения в ПАО «СургутСтрой» принтера – УФ-печати значительно сократится время изготовления линейных опознавательных знаков, выполняемых собственными силами. Экономический эффект на объём внедрения составит ежегодно 3 614 770 рублей. Данное оборудование окупит себя на 2-м году использования.

### Библиографический список

- ГОСТ Р 12.4.026–2015 «Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний» 01.03.2017.
- Виды оборудования для УФ-печати (электронный ресурс). Режим доступа: [sign-service.ru](http://sign-service.ru). (дата обращения: 05.04.2023).
- УФ-печать: преимущества, недостатки и сферы применения (электронный ресурс). Режим доступа: [mdmprint.ru](http://mdmprint.ru) (дата обращения: 05.04.2023).

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Каримова Надежда Петровна – магистрант, e-mail: [carimov1978@mail.ru](mailto:carimov1978@mail.ru)

### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Nadezhda P. Karimova – graduate student, e-mail: [carimov1978@mail.ru](mailto:carimov1978@mail.ru)

**Научный руководитель:** Чулкова Ирина Львовна, д-р техн. наук, проф.,  
ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск.  
Irina L. Chulkova, Scientific supervisor, Dr. of Sci., Professor, SibADI



**ОПТИМИЗАЦИЯ РАСШИРЕННЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ  
В ЦИФРОВЫХ ЦЕПЯХ ПОСТАВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

**С. М. Мочалин, Ю. В. Токарева**

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»,  
г. Омск, Россия*

**Аннотация.** В статье рассмотрен подход математического программирования для оптимизации транзакций бизнес-процессов в цифровых цепочках поставок. Пять моделей применяются для планирования обработки заказов в упрощенном бизнес-процессе, который моделируется как многоступенчатая сеть с параллельными подразделениями (агентами).

**Ключевые слова:** оптимизация бизнес-процессов, цифровая цепочка поставок, планирование, математическое программирование

**OPTIMIZATION OF ADVANCED BUSINESS PROCESSES  
IN DIGITAL SUPPLY CHAINS USING MATHEMATICAL PROGRAMMING**

**Sergey M. Mochalin, Yulia V. Tokareva**

*The Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia*

**Abstract.** The article considers a mathematical programming approach for optimizing business process transactions in digital supply chains. Five planning models are used to plan order processing in a simplified business process, which is modeled as a multi-stage network with parallel divisions (agents).

**Keywords:** optimization of digital supply chain business processes from order to payment, planning, mathematical programming

**Введение**

По мере того, как промышленность все более полно охватывает четвертую промышленную революцию, цепочки поставок претерпевают цифровую трансформацию. Эта трансформация увеличила поток и прозрачность информации в цепочке поставок, создав новые возможности для оптимизации таких систем. На корпоративном уровне цепочки поставок рассматриваются через призму бизнес-процессов, таких как процессы «от закупки до оплаты» и «от заказа до оплаты», которые управляются с помощью систем планирования ресурсов предприятия и платформ блокчейна. Эти бизнес-процессы состоят из транзакций, представляющих собой ключевые шаги в цепочке поставок и включающих один или несколько типов потоков (информация, материалы, ресурсы и денежные средства). В литературе по оптимизации бизнес-процессов существуют две основные области, посвященные различным этапам цикла управления бизнес-процессами: 1) проектирование процессов и 2) эксплуатация процессов [1].





Рисунок 1 – Цикл оптимизации бизнес-процессов

Figure 1 – The cycle of statistical business processes

Многоуровневый подход (управление, планирование и т.д.) к решению вопросов, возникающих в бизнес-процессах, называется оптимизацией для всего предприятия (рисунок). Оптимизация для всего предприятия была активной областью исследований в течение последних двух десятилетий. Обзор разработок в области методов математического программирования для оптимизации производства показывает достижения в этой области, применяемые в проектировании сети цепочки поставок, моделирования, анализа политики и планирования [2].

В данной статье описаны некоторые модели планирования математического программирования для оптимизации выполнения расширенных бизнес-процессов. Модели планирования позволяют зафиксировать структуру бизнес-процессов, на основе которых можно оптимизировать их операции.

Бизнес-процессы описывают последовательность событий, происходящих всякий раз, когда организации предоставляют услуги или продукты. Эти процессы могут быть либо внутренними для организации, либо внешними при ее взаимодействии с клиентами или поставщиками [3].

**Модели математического программирования**

Модели для планирования многоэтапной сети бизнес-процессов:

1.Слоты очереди с непрерывным временем.

Модель слота очереди представляет собой разновидность модели интервала времени. У каждого агента есть очередь с позициями слотов, и каждый слот имеет связанное время начала и окончания. Агенты обрабатывают заказы в соответствии с последовательностью слотов в своей очереди. По мере увеличения количества агентов на этапе, вычислительная производительность, вероятно, будет снижаться, поскольку слотов будет больше, чем необходимо, что потребует уменьшения количества слотов.

Модель слота очереди регулируется ограничениями: границы времени, ограничения назначения, ограничения приоритета очереди, ограничения приоритета этапа, выполнение заказа, журнал заказов.

Функция данной модели состоит в том, чтобы максимизировать прибыль, которая представляет собой доход от продаж за выполненные заказы за вычетом потерь из-за невыполненных работ (при условии, что невыполненные работы разрешены).

2.Общий приоритет с непрерывным временем.

В модели общего приоритета все отношения приоритета в очередях агентов учитываются при назначении агентов на определенные задачи для конкретных заказов. Модель имеет следующие ограничения: сроки и последовательность, ограничения назначения, выполнение заказа, расчет отставания,

3. Сеть, основанная на задачах.

Сеть «ресурс-задача» состоит из параллельных подсетей, по одной для каждого заказа в системе. В такой структуре есть два типа ресурсов: ресурсы заказа и ресурсы агента. Ресурсы заказа представляют собой наличие заказа между этапами (т.е. ожидающими обработки). Каждый заказ уникален и имеет свою собственную подсеть. Ресурс агента представляет доступность агента для обработки заказа. Агенты – это общие ресурсы, которые присоединяются к каждой подсети заказов. Однако если подмножество агентов назначено одному и тому же набору этапов, а время обработки на каждом этапе одинаково для всех агентов в подмножестве, эти задачи и ресурсы агента могут быть объединены, что снижает сложность модели. Модель может быть представлена как в непрерывном времени с общими моментами времени, так и в дискретном времени [4].

Ограничения: сроки и последовательность, баланс ресурсов агента, баланс ресурсов заказа, расчет выполнения заказа, расчет отставания.

Назначение агента по заказам на каждом этапе зависит исключительно от доступности агента. Это описывает то, что произошло бы в бизнес-процессе, если бы не было составлено расписание. В соответствии с этим заказы на более ранних стадиях в очереди оператора имеют приоритет над теми, которые находятся на более поздних стадиях.

### **Заключение**

Приведенные модели планирования могут быть адаптированы и применены к операциям бизнес-процессов и моделированию цепочки поставок. Математические модели полезны для получения оптимальных графиков операций цепочки поставок со стороны бизнес-процессов [5].

### **Библиографический список**

1. Борисова В. В. Цифровые сервисы в логистике: новые точки роста // Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика. Материалы II Национальной научно-образовательной конференции. 2021. С. 87–91.
2. Горишняя А. А., Чмут Г. А. Цифровые технологии в транспортной логистике // Вестник университета. 2021. С. 34–40.
3. Афанасенко И. Д., Борисова В. В. Цифровая логистика: учебник для вузов. СПб.: Питер, 2019. 272 с.
4. Hector D. Optimization of extended business processes in digital supply chains using mathematical programming // Computers and Chemical Engineering. 2021.
5. Никишов С. И. Цифровая трансформация логистики. М.: 2019. 112 с.

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

*Мочалин Сергей Михайлович – д-р техн. наук, проф.*

*Токарева Юлия Васильевна – студентка 1-го курса, профиль «Технология транспортных процессов».*

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

*Mochalin Sergey M. – Doctor of Technical Sciences, Professor.*

*Tokareva Yulia V. – 1st year student, profile "Technology of transport processes".*