

Ахметова В. Н.

*кандидат экономических наук,
докторант Российского химико-технологического
университета им. Д.И. Менделеева
e-mail: tatjank@yandex.ru*

Учет психофизиологических факторов в разработке интеллектуальных систем диспетчеризации трубопроводного транспорта

В статье определяется место трубопроводов в Единой транспортной системе России, а также обуславливается значимость человеческого фактора в управлении данным видом транспорта, которое осуществляется в рамках многоуровневой структуры организации оперативно-диспетчерской деятельности. Рассматривается управление в терминах эргатических систем и определяются основные требования, предъявляемые к человеку-оператору, реализующему диспетчерские функции. Обосновывается важность показателя утомления человека-оператора для повышения его производительности и эффективности труда, а также описываются возможные методики, позволяющие оценить данный показатель.

Ключевые слова: *трубопроводный транспорт, эргатическая система, показатель утомления, диспетчеризация.*

Akhmetova V. N.

*PhD (Economics), doctoral candidate of D. Mendeleev University
of Chemical Technology of Russia*

Psychophysiological factor account in the development of intelligent systems for pipeline transportation dispatching

The article defines the pipeline place in the integrated transport system of Russia and denotes the human factor importance in the management of this transport type, which is carried by a multi-level organization structure of dispatching activities. It's considered the management in terms of ergonomics systems, and the basic requirements to a human operator, implementing dispatching functions, is defined. The importance of fatigue indicator of the human operator to increase its productivity and efficiency is substantiates, and the possible techniques to assess this indicator are described.

Keywords: *pipeline transportation, ergatic system, fatigue indicator, dispatching.*

Особое место в единой транспортной системе России занимает трубопроводный транспорт, поскольку сегодня значительная часть добываемых нефти и газа доставляется с помощью магистральных трубопроводов. В связи с тем, что практически все углеводородное сырье России добывается в Западной Сибири, которая на тысячи километров удалена от потребителей, с экономической точки зрения целесообразно осуществлять их транспортировку на такие расстояния с помощью трубопроводного транспорта. В качестве основных преимуществ использования трубопроводного транспорта можно выделить: наличие возможности их повсеместной прокладки; большие объемы перекачки; самая низкая себестоимость перемещения; полная герметизация и автоматизация процессов по наливу, сливу и перекачки т.д.

На сегодняшний день общая протяженность трубопроводов составляет около 250 тыс. км, при этом с их помощью осуществляется перемещение всех 100% добываемого газа¹. В последние годы идет активное реформирование отечественной экономики, что привело к существенным изменениям в деятельности трубопроводного транспорта в связи с необходимостью решения следующих проблем:

- управление отношениями между пользователями услугами топливно-энергетического комплекса и собственниками трубопроводных систем;
- выявление новых источников капитальных вложений, которые можно направить на развитие трубопроводного транспорта;
- формирование современных магистральных трубопроводов, гарантирующих энергетическую безопасность в стране².

Стоит отметить, что в течение последних пяти лет значительно вырос объем транспортируемых по трубопроводам углеводородов. Так, в 2015 году их общий объем в денежном выражении составил 8629 млрд. руб. (из них на транспорт газа приходится — 7365 млрд. руб.), а в 2011 году — 7266 млрд. руб. (из них транспорт газа приходится 6241 млрд. руб.).

¹ Трубопроводный транспорт — 2014: диагностика, эксплуатация и реконструкция // Безопасность труда в промышленности. — 2015. — № 6. — С. 81–83.

² Проворная И.В. Трубопроводный транспорт России в системе поставок углеводородов // Интерэкспо Гео-Сибирь. — 2012. — Т. 2. — № 2. — С. 3–8.; Балановский В.Л., Балановский Л.В., Головин Д.Л., Габур С.П., Романюк В.И., Авдонов А.Ю. Трубопроводный транспорт — качество жизни и проблемы безопасности // Качество и жизнь. — 2014. — № 3. — С. 21–29.

При этом объем транспортируемого газа в 2015 году по сравнению с 2011 годом вырос на 1124 млрд. руб. (рисунок 1) ³.

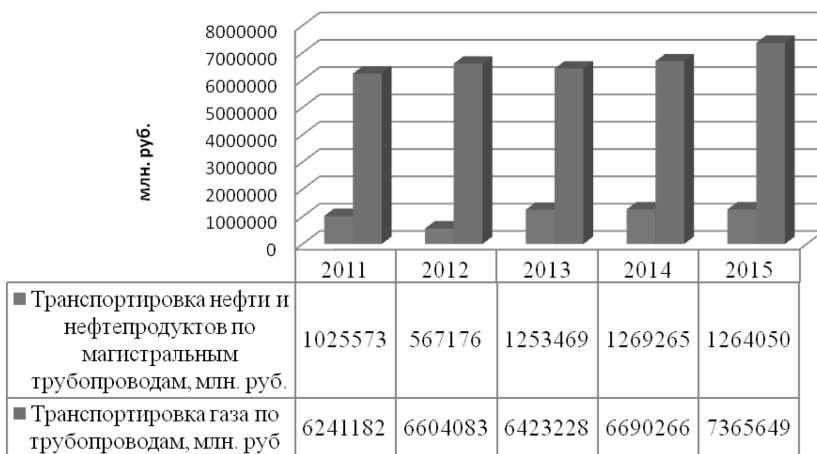


Рисунок 1. Транспортировка углеводородов по трубопроводам в 2011–2015 гг., млн. руб. (по данным Росстата)

За последние пять лет среднее количество работников в газовом секторе увеличилось на 55 800 человек (с 400 700 до 456 500 человек). Объем же транспортируемого газа в среднем на одного человека в 2015 году составил 16,1 млн. руб. на человека (на 1,04 млн. руб. больше, чем в 2011 году) (рисунок 2) ⁴. Крупнейшими предприятиями на сегодняшний момент в данном секторе является ПАО «Газпром», на долю которого приходится 100% транспортировки газа.

Таким образом, осуществляемые реформы в ТЭК благоприятно сказываются на деятельности газотранспортных предприятий, однако они также и определяют необходимость дальнейшей модернизации развития системы трубопроводного транспорта в РФ.

Особенности функционирования трубопроводного транспорта обуславливает высокую значимость человеческого капитала, который

³ Основные показатели деятельности естественных монополий / Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/33857a8044cd99bda132f733421f06f5.

⁴ Основные показатели деятельности естественных монополий / Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/33857a8044cd99bda132f733421f06f5.



**Рисунок 2. Объем транспортировки углеводородов
на одного сотрудника в 2011–2015 гг., млн. руб. (по данным Росстата)**

обеспечивает безопасность и надежность трубопроводной транспортной системы, а также выполнение обязательств по транспортировке углеводородов⁵.

В современных условиях увеличения протяженности современных трубопроводных транспортных систем (строительство новых газопроводов) и активизации различных внешних факторов, негативно влияющих на безопасность процессов транспортировки углеводородов, повышаются требования к обеспечению надежности технологических объектов и оптимизации режимов управления в штатных и нештатных состояниях. Данный факт обуславливает значимость человеческого фактора в управлении трубопроводной транспортной системой, которое осуществляется в рамках многоуровневой структуры организации оперативно-диспетчерской деятельности.

Если рассматривать процесс управление в терминах эргатических систем, то основными требованиями, предъявляемыми к человеку-оператору, реализующему диспетчерские функции, являются:

1) устойчивая работоспособность, предполагающая способность к выполнению необходимых действий в штатном и аварийном режимах на протяжении рабочей смены, которая определяется следующими характеристиками:

⁵ Дли М.И., Какатунова Т.В. Применение аппарата когнитивного моделирования для анализа сложных систем // Транспортное дело России. – 2013. – № 4. – С. 193–195.

- безошибочность (показатель — вероятность безошибочной работы в течение смены);
- быстроедействие (показатель — среднее время обработки информации и принятия управленческого решения);

2) устойчивость к воздействию различных факторов условий труда (температура, влажность, освещенность, шум, вибрация и т.п.).

Эффективность эргатической системы повышается с использованием современных высокопроизводительных программно-аппаратных комплексов, позволяющих автоматизировать различные рутинные операции, возникающие в процессе оперативного управления технологическими процессами транспорта углеводородов ⁶. Основными целями автоматизации оперативно-диспетчерской деятельности является:

- снижение вероятности ошибочных действий диспетчеров при управлении технологическими объектами;
- снижение временных затрат на выполнение различных управленческих действий, в том числе в аварийных ситуациях.

Диспетчерское управление в газовой отрасли играет довольно важное значение. Это обусловлено тем, что управление единой системой газоснабжения (ЕСГ) России осуществляется иерархией диспетчерских служб, где на уровне диспетчерского управления необходимо обеспечивать следующие два важных аспекта для автоматизированных систем: интеграция информации и централизация управления. Таким образом, современная система оперативно-диспетчерского управления (ОДУ) в газовой отрасли является сложным динамически развивающимся организационно-экономическим комплексом, который обеспечивает возможность объединения коллективов людей, программно-технические средств компьютерной обработки информации и связи, предназначенных для решения функциональных задач многоуровневой системы управления ЕСГ России.

Основным разработчиком информационных систем в газовой отрасли является ПАО «Газпром автоматизация», которая представляет полный спектр услуг от инвестиционного замысла до внедрения и последующей поддержки и сопровождения, в том числе и инфор-

⁶ Мешалкин В.П., Белозерский А.Ю., Дли М.И. Методика построения комплексной математической модели управления рисками предприятия металлургической промышленности // Прикладная информатика. — 2011. — № 3 (33). — С. 100–120; Мешалкин В.П., Какатунова Т.В., Дли М.И. Влияние рисков информатизации на инновационную деятельность в региональных промышленных комплексах // Транспортное дело России. — 2011. — № 4. — С. 66–68.

матизацию диспетчерского управления. В данном случае разрабатывается информационная система, учитывающая особенности диспетчерской деятельности в конкретных организациях газовой отрасли. Основу таких систем составляют диспетчерские комплексы моделирования и компьютерные тренажерные комплексы.

При этом первый тип комплексов используется диспетчерскими службами в основном для моделирования, планирования, прогнозирования режимов работы газотранспортных систем, а также ретроспективного анализа ситуаций, диагностики фактического состояния объектов данных систем. Что касается второй группы комплексов, то в данном случае они позволяют осуществлять компьютерное моделирование различных аварийных ситуаций в газотранспортных системах. Кроме этого, они позволяют в процессе противоаварийных тренировок диспетчерского персонала вырабатывать навыки принятия решений в условиях недостаточных времени и ресурсов управления.

В целом, надежность эргатических систем указанного вида во многом зависит от надежности работы человека-оператора (диспетчера). В этой связи наряду с техническими параметрами программно-аппаратных средств необходимо учитывать психологические, физиологические и антропометрические характеристики человека-оператора.

Одной из важнейших психофизиологических характеристик является показатель утомления человека-оператора, которая определяется временным снижением работоспособности под воздействия длительной нагрузки. Данный показатель определяется факторами, связанными непосредственно с работником (темп и монотонность работы, рабочее положение, напряжение внимания и т.п.), а также с условиями труда (температура, влажность, освещенность, шум, вибрация и т.п.).

Для диагностики показателей утомления диспетчерского персонала могут использоваться следующие методики:

1. Методика оценки лабильности нервной системы человека на основе определения критической частоты световых мельканий.
2. Методика оценки подвижности процессов возбуждения и торможения на основе определения времени простой двигательной реакции и сложной реакции выбора (на пример, с использованием прибора АЦ-9К), что может быть использована для выявления рабочих состояний.
3. Методика оценки показателя тремора.
4. Методика количественной оценки утомительности деятельности человека-оператора Е.А. Деревянко, в которой расчет показателя

теля утомления осуществляется на основе критерия непараметрической статистики. Данная методика устанавливает зависимость между условиями труда и ответной реакцией организма человека.

В последнее время активно развивается концепция интеллектуализации человеко-машинного взаимодействия, которая предполагает автоматизацию рутинных операций, а также организацию информационной поддержки принятия решений по управлению объектами трубопроводной системы⁷.

Как представляется, построение таких интеллектуальных интерфейсов должно основываться на результатах диагностики показателей утомления персонала, особенностях диспетчерской деятельности, для обеспечения оптимальных условий труда человека-оператора.

Используемые источники

1. Трубопроводный транспорт – 2014: диагностика, эксплуатация и реконструкция // Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 6. – С. 81–83.
2. Проворная И.В. Трубопроводный транспорт России в системе поставок углеводородов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2012. – Т. 2. – № 2. – С. 3–8.
3. Балановский В.Л., Балановский Л.В., Головин Д.Л., Габур С.П., Романюк В.И., Авдонов А.Ю. Трубопроводный транспорт – качество жизни и проблемы безопасности // Качество и жизнь. – 2014. – № 3. – С. 21–29.
4. Основные показатели деятельности естественных монополий / Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/33857a8044cd99bda132f733421f06f5
5. Дли М.И., Какатунова Т.В. Применение аппарата когнитивного моделирования для анализа сложных систем // Транспортное дело России. – 2013. – № 4. – С. 193–195.
6. Мешалкин В.П., Белозерский А.Ю., Дли М.И. Методика построения комплексной математической модели управления рисками

⁷ Кантюков Р.А., Сухарев М.Г., Мешалкин В.П., Гимранов Р.К., Попов А.Г., Рыженков И.В. Прогноз потребления газа – основа принятия рациональных решений по структуре и технологическим параметрам при проектировании и реконструкции системы газоснабжения // Нефтегазовое дело. Электронный научный журнал. – 2015. – № 1. – С. 201–221; Дли М.И., Какатунова Т.В., Петрушко И.Н. Оценка инновационного потенциала предприятия: эксергетический подход // Интеграл. – 2010. – № 6. – С. 46–47.

- предприятия металлургической промышленности // Прикладная информатика. — 2011. — № 3 (33). — С. 100–120.
7. Мешалкин В.П., Какатунова Т.В., Дли М.И. Влияние рисков информатизации на инновационную деятельность в региональных промышленных комплексах // Транспортное дело России. — 2011. — № 4. — С. 66–68.
 8. Кантюков Р. А., Сухарев М. Г., Мешалкин В. П., Гимранов Р. К., Попов А. Г., Рыженков И. В. Прогноз потребления газа — основа принятия рациональных решений по структуре и технологическим параметрам при проектировании и реконструкции системы газоснабжения // Нефтегазовое дело. Электронный научный журнал. — 2015. — № 1. — С. 201–221.
 9. Дли М. И., Какатунова Т. В., Петрушко И. Н. Оценка инновационного потенциала предприятия: эксергетический подход // Интеграл. — 2010. — № 6. — С. 46–47.