

УДК 550.82:620.4:658

# ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВЕДОЧНОГО БУРЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ УСТАНОВОК

**С. В. ГОЛОВИН**, доцент, канд. техн. наук, [sgolowin@yandex.ru](mailto:sgolowin@yandex.ru)

**М. В. МЕРКУЛОВ**, проф., д-р техн. наук

**В. А. КОСЬЯНОВ**, ректор, проф., д-р техн. наук

Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, Москва, Россия

## Введение

Автоматизация процесса теплообеспечения буровых установок составляет важную часть научно-технического прогресса в области геологоразведки [1]. Теоретические исследования в части совершенствования управления процессом теплообеспечения разведочного бурения и его оптимизации получили новые возможности практической реализации с появлением управляющей микропроцессорной техники и созданием на ее основе систем автоматического регулирования (САР), реализующих методы и средства многофункционального управления процессом теплообеспечения [2, 3].

## Разработка системы автоматического регулирования работы установки утилизации теплоты передвижных дизельных электростанций

Тема повышения эффективности разведочного бурения за счет комплексного энергоснабжения буровых установок поднималась в «Горном журнале» в 2017 г. В № 3 журнала опубликована статья авторов о системе утилизации теплоты передвижных дизельных электростанций (ПДЭС), в которой приводилось обоснование эффективности использования установок утилизации теплоты (УУТ) в составе теплоэнергетических комплексов колонкового бурения на базе ПДЭС, описано устройство и принцип работы комплекса теплообеспечения буровой КТБ-20 и результаты его испытаний в натуральных условиях на участке колонкового бурения Янской и Дукатской геологоразведочных экспедиций [4].

Следующим этапом исследований в направлении повышения эффективности теплоэнергетических комплексов стала модернизация УУТ и разработка САР ее работы в различных режимах эксплуатации.

Цель модернизации – обеспечить независимость процесса теплообеспечения буровой от переменной нагрузки в технологическом режиме при условии обеспечения стабильности заданных тепловых параметров работы дизель-агрегата [5].

В результате выполненных теоретических расчетов и проведенных практических экспериментов [6] авторам удалось решить оптимизационную задачу посредством добавления в техно-

Приведены оптимизационные решения для модернизации установки утилизации теплоты передвижных дизельных электростанций, обеспечивающие максимальную эффективность использования теплоты дизель-агрегата в интересах теплообеспечения бурового оборудования. Установлена необходимость применения автоматического регулирования работы модернизированной установки, определены задачи системы автоматического регулирования ее работы. Предложена и обоснована архитектура автоматического регулирования.

**Ключевые слова:** разведочное бурение, буровая установка, комплексное энергообеспечение, энергосбережение, утилизация теплоты, теплоутилизационная установка, автоматическое регулирование.

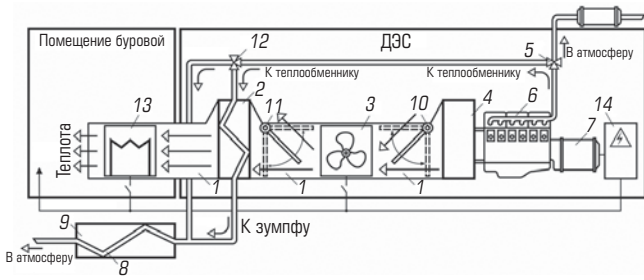
**DOI:** 10.17580/gzh.2018.11.09

гическую схему УУТ следующих элементов (**рис. 1**): заслонорегуляторов расхода воздуха (РРВ) в каналах вторичного теплоносителя (ТН) – воздуха от радиатора охлаждения и через газоздушный теплообменник (ТО); трехходовых кранов в тракте первичного ТН (выхлопных газов – ВГ); блока теплоэлектронагревателей (ТЭН) в воздуховоде после ТО.

Таким образом, в составе УУТ появился набор регулирующего оборудования, управление которым предполагает дополнительные трудозатраты и требует постоянного внимания, что может неблагоприятно повлиять на эффективность работы буровой бригады [7, 8]. В связи с этим и с учетом того, что в процессе бурения нагрузка на дизель-агрегат постоянно изменяется, качественное управление работой УУТ возможно только на основе автоматического регулирования [9].

В качестве предложения архитектура САР УУТ может быть реализована в виде контура регулирования по отклонению с обратной связью. В таком контуре регулирования, по изменению регулируемой переменной процесса, измеренной первичным элементом и преобразованной в измерительном преобразователе, регулятор вырабатывает корректирующий сигнал, управляющий регулирующим органом через исполнительный элемент. Затем полученное после этого воздействия значение регулируемой переменной процесса вновь сравнивается с установкой регулятора (заданием). В случае наличия рассогласования процесс регулирования продолжается [10].

В нашем случае (**рис. 2**) САР предназначена для управления комплексным процессом (утилизацией теплоты ДЭС, тепло-



**Рис. 1. Схема модернизированной УУТ:**

1 – воздуховоды; 2 – газозвушной ТО; 3 – вентилятор;  
4 – радиатор охлаждения дизель-агрегата; 5 – трехходовой кран атмосферный; 6 – дизель-агрегат; 7 – электрогенератор;  
8 – ТО зумпфа; 9 – зумпф; 10 – РРВ радиатора охлаждения дизель-агрегата; 11 – РРВ ТО; 12 – трехходовой кран ТО;  
13 – блок ТЭН; 14 – щит управления

снабжением буровой и охлаждением дизель-агрегата) через исполнительные элементы (приводы РРВ, трехходовые краны, управляемые выключатели вентилятора и блока ТЭН). Регулирование осуществляется путем изменения положения (состояния) регулирующих органов (РРВ, трехходовых кранов, вентилятора и блока ТЭН) по сигналам с измерительных преобразователей. Последние измеряют контролируемые параметры, считываемые первичными элементами (термодатчиками системы охлаждения дизель-агрегата и воздушной среды в помещении буровой), и формируют соответствующий сигнал, поступающий на регулятор (блок управления), реализующий алгоритмы управления и коррекции процессов.

САР УУТ способна управлять процессом теплообеспечения в реальном масштабе времени по любому из заданных алгоритмов. Кроме этого, система проводит диагностирование работоспособности отдельных узлов и механизмов, а также осуществляет постоянный контроль воздушной обстановки с помощью подсистемы газоанализации. Для контроля воздушной обстановки проводится постоянный отбор проб воздуха в воздушном тракте ТО на предмет обнаружения утечки ВГ из тракта первичного ТН в систему воздушного отопления [8].

САР УУТ призвана решать следующие задачи:

- автоматическое регулирование и управление процессом теплоснабжения (расход воздуха, прогрев воздуха в газозвушном ТО, передача и распределение теплоты в обогреваемом помещении и т. д.);
- автоматическое регулирование и контроль работоспособности оборудования УУТ;
- автоматизированный контроль параметров и учет расхода материальных ресурсов;
- организация управления оборудованием с дисплейных щитов управления;
- реализация с технологическим оборудованием ДЭС единого технического комплекса;
- возможность интеграции САР УУТ в единую автоматизированную систему управления (АСУ) процессом бурения.

Ниже приведены возможные пути решения задач САР с учетом использования современных методов поддержания жизненного цикла сложных инженерных изделий [11]:

- автоматическое прогнозирование потребления тепловой энергии с учетом температуры окружающей среды, влажности, силы и направления ветра, типа осадков, других климатических и других факторов с выдачей рекомендаций по предпочтительному режиму тепловой нагрузки;
- применение автоматизированных средств комплексного учета расхода электрической и тепловой энергии, автоматическое задание режимов работы оборудования, применение регулируемых приводов для заслонок-регуляторов расхода воздуха и трехходовых кранов, управление выработкой и передачей тепловой энергии;
- индикация всех технологических параметров, непрерывный мониторинг параметров режима работы системы и состояния работающего оборудования, быстродействующая сигнализация о нештатных ситуациях;
- автоматическое отслеживание выработки ресурса оборудования и автоматический контроль сроков плановых ремонтов и замен, применение технических средств с повышенным показателем надежности и методов автоматического ввода резервных средств при отказах, организация защиты с высоким классом точности и быстрым временем срабатывания, внедрение системы



**Рис. 2. Архитектура САР УУТ**

автоматических подсказок персоналу при возникновении нестандартных ситуаций.

Предлагаемая САР должна в достаточном объеме обеспечить электроэнергией и теплотой потребности буровой установки при выполнении следующих условий: осуществление быстрого прогрева дизель-агрегата и ввод его под нагрузку; поддержание нормальной работы дизель-агрегата при повышенных температурах окружающей среды в летний период без теплообеспечения буровой; обеспечение максимальной тепловой нагрузки буровой при минимальной электрической мощности, т. е. в отсутствие технологической нагрузки; поддержание заданной температуры в обогреваемом помещении независимо от технологической нагрузки буровой в холодный период года с обеспечением контроля воздушной обстановки для обнаружения утечек ВГ с целью предупреждения отравления; выработка электроэнергии без задействования УУТ.

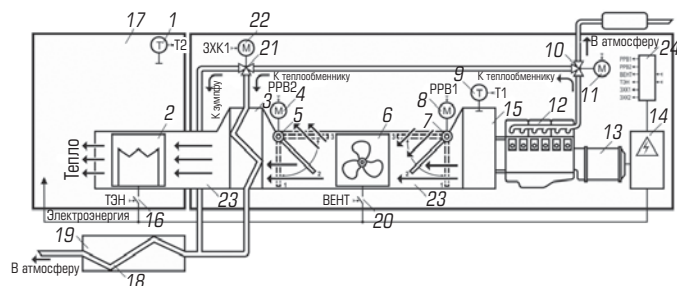
Принципиально работа УУТ с САР заключается в следующем. Температура охлаждающей жидкости в системе охлаждения дизель-агрегата определяет расход воздуха через радиатор для поддержания температуры охлаждающей жидкости в заданном диапазоне.

Температуру в помещении буровой регулирует расход воздуха и ВГ через газовоздушный ТО. Буровой раствор подогревается в ТО зумпфа остаточным теплом ВГ. Температура окружающей среды, метеосостояния, особенности конструктивных решений здания буровой и применяющиеся при этом материалы также определяют допустимые температурные пределы в обогреваемом помещении [12, 13]. При температуре воздуха в обогреваемом помещении меньше заданной САР увеличивает расход воздуха через газовоздушный ТО. При недостижении требуемого значения дополнительно включается блок ТЭН, использующийся в УУТ как доводочная подсистема теплоснабжения. При повышении температуры воздуха в обогреваемом помещении буровой выше установленных значений САР уменьшает поток воздуха через газовоздушный ТО, а при недостижении требуемого значения полностью его перекрывает и направляет ВГ напрямую в ТО зумпфа в обход газовоздушного ТО. При отсутствии необходимости утилизации теплоты, в том числе и для подогрева бурового раствора, поток ВГ направляется из коллектора дизель-агрегата в атмосферу.

Необходимо учитывать, что для каждого из регулирующих и коммутирующих элементов УУТ в каждый момент времени есть конечное число штатных положений (состояний), в совокупности которых отражается каждый из режимов работы всей системы. Эти фиксированные состояния можно описать и свести в формализованную матрицу состояний, которую в дальнейшем целесообразно использовать как базу для программирования автоматической регулировки [14].

### Описание работы УУТ с САР

В результате проведенных исследований с учетом вышесказанных предложений была разработана схема УУТ с САР (рис. 3) и описаны основные операции работы установки в различных режимах: прогрев дизель-агрегата и ввод его под нагрузку,



**Рис. 3. Схема УУТ с САР:**

- 1 – термодатчик воздуха в помещении буровой; 2 – блок ТЭН;
- 3 – газовоздушный ТО; 4 – привод РРВ газовоздушного ТО;
- 5 – РРВ газовоздушного ТО; 6 – вентилятор; 7 – РРВ радиатора охлаждения дизель-агрегата;
- 8 – привод РРВ радиатора охлаждения дизель-агрегата; 9 – термодатчик системы охлаждения дизель-агрегата;
- 10 – трехходовой кран атмосферный; 11 – привод трехходового крана атмосферного;
- 12 – дизель-агрегат; 13 – электрогенератор; 14 – щит управления;
- 15 – радиатор охлаждения дизель-агрегата; 16 – выключатель блока ТЭН; 17 – обогреваемое помещение;
- 18 – ТО зумпфа; 19 – зумпф; 20 – выключатель вентилятора;
- 21 – трехходовой кран газовоздушного ТО; 22 – привод трехходового крана газовоздушного ТО;
- 23 – воздухопроводы; 24 – блок управления УУТ

обогрев здания буровой установки, поддержание заданного температурного режима, подогрев бурового раствора и при отсутствии потребности в теплообеспечении.

*Исходное состояние.* РРВ радиатора охлаждения дизель-агрегата (7) находится в положении 1 (вертикально, «закрыто»), перекрывая поток воздуха от радиатора охлаждения (15), вентилятор (6) выключен, РРВ газовоздушного ТО (5) находится в положении 1 (вертикально, «закрыто»), перекрывая поток воздуха через газовоздушный ТО (3), трехходовой кран атмосферный (10) находится в положении «в атмосферу», трехходовой кран газовоздушного ТО (21) находится в положении «к ТО», блок ТЭН (2) выключен.

*Пуск и прогрев дизель-агрегата.* При пуске и прогреве дизель-агрегата радиатор (15) вентилятором (6) не охлаждается, дизель-агрегат прогревается до температуры 75–80 °С. Таким образом обеспечивается интенсивный прогрев ДВС.

По достижении температурой охлаждающей жидкости (ОЖ) значения 75–80 °С по сигналу с термодатчика системы охлаждения (9) блок управления (24) выключателем (20) запускает вентилятор (6), приводом (8) приводит РРВ радиатора (7) в положение 2 (поворот, «приоткрыто»), тем самым приоткрывает поток воздуха от радиатора (15) и начинает его охлаждение.

С увеличением температуры ОЖ до 90–95 °С по сигналу с термодатчика системы охлаждения (9) блок управления (24) приводом (8) приводит РРВ радиатора (7) в положение 3 (горизонтально, «открыто»), обеспечивая вентилятором (6) максимальный расход воздуха и наибольшее охлаждение радиатора (15).

Обогрев помещения буровой и поддержание заданного температурного режима. Для обогреваемого помещения буровой (17) задаются верхняя и нижняя температурные границы ( $t_n < t_{пом} < t_b$ ), в пределах которых обеспечивается комфортный температурный режим для работы буровой бригады.

Если температура в помещении буровой (17) ниже допустимого предела ( $t_{пом} < t_n$ ), то по сигналу с термодатчика помещения буровой (1) блок управления (24) приводом (4) приводит РРВ газовоздушного ТО (5) в положение 3 (горизонтально, «открыто»), обеспечивая вентилятором (6) максимальный расход воздуха через газовоздушный ТО (5).

Если после этого температура в обогреваемом помещении (17) не нормализуется, то блок управления (24) выключателем (16) включает блок ТЭН (2). За счет работы ТЭН повышается температура воздуха, поступающего по воздуховоду (23) в обогреваемое помещение (17), а также возрастает нагрузка на электрогенератор (13), вследствие чего повышается температура ВГ дизель-агрегата (12), поступающих в газовоздушный ТО (3), что приводит к повышению температуры воздуха в воздуховоде (23). Все это приводит к быстрому увеличению температуры в обогреваемом помещении (17).

При увеличении температуры в обогреваемом помещении (17) выше допустимых значений ( $t_{пом} > t_b$ ) по сигналу термодатчика помещения (1) блок управления (24) приводом (4) постепенно переводит РРВ газовоздушного ТО (5) к положению 1 (вертикально, «закрыто»), перекрывая подачу воздуха вентилятором (6) через газовоздушный ТО (3). Такая регулировка вполне способна обеспечить в обогреваемом помещении заданную температуру с отклонением  $\pm 3$  °С.

При достижении максимальных значений температуры в обогреваемом помещении (17) РРВ газовоздушного ТО (5) займет положение 1 (вертикально, «закрыто») и по сигналу с термодатчика помещения (1) блок управления (24) подаст сигнал на привод (22) трехходового крана газовоздушного ТО (21), который направит поток ВГ напрямую в ТО зумпфа (18), минуя газовоздушный ТО (3).

При возврате значения температуры в заданные границы ( $t_n < t_{пом} < t_b$ ), контролируемые термодатчиком помещения (1),

блок управления (24), переключая по необходимости трехходовой кран газовоздушного ТО (21) и сочетая возможные положения РРВ газовоздушного ТО (5), регулирует расход и температуру воздуха, поступающего по воздуховодам (23) в обогреваемое помещение (17).

*Отсутствие необходимости утилизации теплоты.* В этом случае по команде с блока управления (24) атмосферный трехходовой кран (10) направит поток ВГ в атмосферу, РРВ газовоздушного ТО (5) приведен в положение 1 (вертикально, «закрыто»), расход нагретого воздуха через газовоздушный ТО (3) перекрыт, УУТ не задействована, вентилятор (6) и РРВ радиатора (7) с приводом (8) обеспечивают эффективное охлаждение радиатора (15) дизель-агрегата (12).

Таким образом, предложенная конфигурация УУТ с САР обеспечит без задействования оператора устойчивую эффективную работу системы в любых штатных режимах: при прогреве двигателя; при низких электрических нагрузках; как с использованием утилизированной теплоты для отопления помещения буровой, так и без него, полностью обеспечивая тепловую нагрузку буровой установки.

### Заключение

При проведении модернизации теплоэнергетического комплекса буровой установки разведочного бурения выполненные оптимизационные решения привели к появлению в составе УУТ набора регулирующего оборудования, качественное управление которым, с учетом постоянно меняющейся технологической загрузки буровой, возможно только на основе автоматического регулирования.

На основе контура регулирования по отклонению с обратной связью авторами предложена схема УУТ с САР, полностью обеспечивающая тепловую нагрузку буровой установки и позволяющая без задействования оператора обеспечить устойчивую эффективную работу системы в любых штатных режимах: при прогреве двигателя, при низких и максимальных электрических нагрузках, с использованием утилизированной теплоты для отопления помещения буровой и без него.

### Библиографический список

1. Нескоромных В. В., Неверов А. Л., Петенёв П. Г., Каратаев Д. Д. Анализ технического и технологического оснащения буровых работ для реализации опорного колонкового бурения с целью поиска углеводородного сырья // Инженер-нефтяник. 2015. № 1. С. 15–21.
2. Вендт П., Цвикель Г., Витке Х. Оптимальное энергопотребление за счет инновационного использования вторичных тепловых ресурсов // Черные металлы. 2016. № 8. С. 54–58.
3. Шмидт М. Высокоэффективное использование отходящего тепла в металлургической промышленности // Черные металлы. 2017. № 7. С. 50–52.
4. Косьянов В. А., Черезов Г. В., Меркулов М. В., Головин С. В. Система утилизации теплоты передвижных дизельных электростанций при бурении геологоразведочных скважин // Горный журнал. 2017. № 3. С. 67–70. DOI: 10.17580/gzh.2017.03.12
5. Шаратов В. И., Ротов П. В. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения. – М.: Новости теплоснабжения, 2007. – 164 с.
6. Головин С. В. Модернизация автономного энергетического комплекса буровой установки разведочного бурения: направления и варианты оптимизационных решений // Известия вузов. Геология и разведка. 2015. № 5. С. 88–92.
7. Shmyugin V., Lukyanov V., Maslovsky A. Time cycle calculation procedure for the special crew during the mining mobile machine complex operation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2015. Vol. 24. DOI: 10.1088/1755-1315/24/1/012034
8. ГОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны; введ. 01.01.1989 (с изм. № 1). – М.: Стандартинформ, 2008. – 50 с.
9. Селевцов Л. И., Селевцов А. Л. Автоматизация технологических процессов: учебник. – 4-е изд. – М.: Академия, 2016. – 352 с.
10. Мухин О. А. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: учеб. пособие для вузов. – М.: Альянс, 2015. – 304 с.
11. Zakharova A. A., Kolegova O. A., Nekrasova M. E., Eremenko A. O. Methods Used to Support a Life Cycle of Complex Engineering Products // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 142. DOI: 10.1088/1757-899X/142/1/012107
12. Morozov M., Strizhak P. Researches of Advanced Thermal Insulating Materials for Improving the Building Energy Efficiency // Key Engineering Materials. 2016. Vol. 683. P. 617–625.
13. Стрижак П. А., Морозов М. Н. Математическое моделирование теплового режима здания с учетом инсоляционных теплопоступлений // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2015. Т. 326. № 8. С. 36–46.
14. Igumnov A. O., Sankin D. M., Khrul S. A. Development of a Combined Algorithm for Request Distribution Using Multi-Objective Optimization Methods // Applied Mechanics and Materials. 2015. Vol. 756. P. 646–651. **PK**

«GORNYI ZHURNAL», 2018, № 11, pp. 51–55  
DOI: 10.17580/gzh.2018.11.09

**Improvement of exploration drilling energy efficiency by automatic operation control of heat recovery units**

**Information about authors**

**S. V. Golovin**<sup>1</sup>, Associate Professor, Candidate of Engineering Sciences, sgolovin@yandex.ru

**M. V. Merkulov**<sup>1</sup>, Professor, Doctor of Engineering Sciences

**V. A. Kosyanov**<sup>1</sup>, Rector, Professor, Doctor of Engineering Sciences

<sup>1</sup>Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University, Moscow, Russia

**Abstract**

Solutions on optimizing heat recovery of mobile diesel power plants towards maximum utilization of heat of diesel engine to warm drilling rigs are presented, starting from heating drilling mud and production of process water from snow and ice and finishing with warming drill rig tower and comfortable temperature regime maintenance for drilling people. As a result of the theoretical calculations and practical experiments carried out, the authors managed to solve the optimization problem by adding the process layout of heat recovery units with: air flow shutter in the channels of the secondary heat source—air flow in air ducts from the cooling radiator and to the gas–air heat exchanger, three-way valves in the line of the primary heat source (exhaust gases) and the block of electric heaters in the duct behind the heat exchanger.

The heating process has become independent from the diesel power plant load and maintenance of the working temperature regime of the diesel generator.

The necessity of automatic control of the modernized heat recovery unit operation is determined. The tasks of the automatic control system are set. Standard situations (states) of every control and switching element of the proposed heat recovery unit are described, which, taken together, reflect each of the operating modes of the entire system. The automatic control architecture is proposed as the variable walk-down control loop with feedback. The operation of each control element is described in each preset operating mode—warm-up and actuation of diesel generator, heating of drilling rig building, maintenance of standard temperature conditions under varied drilling regimes, warm-up of drilling mud and in case of no need of heat supply.

**Keywords:** exploration drilling, drilling rig, integrated power supply, energy saving, heat utilization, heat recovery unit, automatic control.

**References**

1. Neskoromykh V. V., Neverov A. L., Petenev P. G., Karataev D. D. Analysis of technical and technologic provisions for core recovery while stratigraphic prospective drilling. *Inzhener-neftyanik*. 2015. No. 1. pp. 15–21.
2. Wendt P., Zwickel G., Witke H. Optimal energy consumption owing to innovative usage of secondary heat resources. *Chernye Metally*. 2016. No. 8. pp. 54–58.
3. Schmidt M. High-efficient usage of waste heat in metallurgy. *Chernye Metally*. 2017. No. 7. pp. 50–52.
4. Kosyanov V. A., Cherezov G. V., Merkulov M. V., Golovin S. V. System for utilization of heat generated by movable diesel power plants in exploratory drilling. *Gornyi Zhurnal*. 2017. No. 3. pp. 67–70. DOI: 10.17580/gzh.2017.03.12
5. Sharapov V. I., Rotov P. V. Heat Supply System Load Control. Moscow : Novosti teplosnabzheniya, 2007. 164 p.
6. Golovin S. V. Modernization of autonomous energetic complex of drilling rig for exploratory drilling: directions and variants of optimization solutions. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2015. No. 5. P. 88–92.
7. Shmurygin V., Lukyanov V., Maslovsky A. Time cycle calculation procedure for the special crew during the mining mobile machine complex operation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2015. Vol. 24. DOI: 10.1088/1755-1315/24/1/012034
8. GOST 12.1.005–88. Occupational safety standards system. General sanitary requirements for working zone air; introduced: 01.01.1989 (with amendment No. 1). Moscow : Standartinform, 2008. 50 p.
9. Selevtsov L. I., Selevtsov A. I., Process Flow Automation : Textbook. 4th ed. Moscow : Akademiya, 2016. 352 p.
10. Mukhin O. A. Automation of Heat and Gas Supply and Ventilation Systems: University Educational Aid. Moscow : Alians, 2015. 304 p.
11. Zakharova A. A., Kolegova O. A., Nekrasova M. E., Eremenko A. O. Methods Used to Support a Life Cycle of Complex Engineering Products. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2016. Vol. 142. DOI: 10.1088/1757-899X/142/1/012107
12. Morozov M., Strizhak P. Researches of Advanced Thermal Insulating Materials for Improving the Building Energy Efficiency. *Key Engineering Materials*. 2016. Vol. 683. pp. 617–625.
13. Strizhak P. A., Morozov M. N. Mathematical simulation of building thermal regime including solar gains. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*. 2015. Vol. 326, No. 8. pp. 36–46.
14. Igumnov A. O., Sonkin D. M., Khrul S. A. Development of a Combined Algorithm for Request Distribution Using Multi-Objective Optimization Methods. *Applied Mechanics and Materials*. 2015. Vol. 756. pp. 646–651.



**Дорогие друзья!**

От имени Федерального учебно-методического объединения в системе высшего образования «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия» хочу поздравить с замечательным праздником!

Со времен основания Московской горной академии горняки и геологи всегда плечом к плечу трудились на благо своей Родины, осваивали и эксплуатировали новые месторождения полезных ископаемых, обеспечивали независимость страны, развивая минерально-сырьевой комплекс и играя большую роль в реализации национальных проектах.

Профессиональное братство двух профессий горняка и геолога позволяло научным школам и профессиональным сообществам решать самые сложные задачи. Сегодня, в век, когда технологические и социальные изменения происходят очень быстро, мы все особенно нуждаемся в партнерской поддержке, чтобы новое поколение горных инженеров геологов и горняков своим трудом снискали славу своим учителям-профессорам, своим университетам, своей Родине – России.

От души желаю коллективу Российского государственного геологоразведочного университета благополучия, творческих успехов, новых грандиозных проектов!

**В. Л. Петров,**  
**Председатель Федерального учебно-методического**  
**объединения в системе высшего образования**  
**«Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело**  
**и геодезия», проф., д-р техн. наук**