



## ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СТАНЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ ШГН ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

**КОВШОВ Владимир Дмитриевич**  
Директор, к.т.н.,  
Группа компаний «ГРАНТ»

**ЛАТЫПОВ Альфред Фидаевич**  
Инженер-программист,  
Группа компаний «ГРАНТ»

**СВЕТЛАКОВА Светлана Валерьевна**  
Инженер, к.т.н.,  
Группа компаний «ГРАНТ»

**В** настоящее время большинство разработок в сфере мониторинга и управления мехфондом скважин направлено на автоматизацию работы ЭЦН, что объясняется преобладанием этого способа добычи в большинстве российских регионов. Вместе с тем для месторождений Татарстана и Башкортостана, а также ряда других регионов, большое значение имеет автоматизация работы ШГН. Сегодня станции управления для ШГН производят несколько компаний. Каждой из известных станций управления присущи свои достоинства и недостатки.

Основными критериями эффективности систем автоматизации ШГН выступают прирост добычи нефти и сокращение эксплуатационных расходов.

Рост добычи нефти достигается благодаря:

- ✓ автоматическому поддержанию наиболее продуктивного динамического уровня, с контролем наполнения насоса и состояния скважины;
- ✓ минимизации времени простоя скважины;
- ✓ увеличению точности оценки дебита скважин.

Сокращение эксплуатационных расходов достигается путем:

- ✓ сокращения затрат на ремонт;
- ✓ обеспечения оптимального режима работы оборудования;
- ✓ своевременной диагностики возможных отклонений в его функционировании.

В последнее время растет значение экономии электроэнергии, в том числе за счет внедрения новых способов сокращения энергозатрат.

Классифицировать СУ ШГН можно по нескольким критериям:

1) По количеству измерительных каналов и диагностируемых параметров:

- измерение электрических параметров работы привода;
- измерение усилий на штоке;
- измерение давления на устье;
- измерение уровня жидкости в скважине;
- измерение, диагностика состояния механических узлов (вибродиагностика, контроль положения механических узлов, уровня масла и т.п.);
- дополнительные каналы (например, видеорегистрация состояния станка-качалки).

2) По принципу диагностики и обработки данных:

- автономная диагностика в реальном времени на уровне станции управления;
- контроль состояния, предупреждение аварий и полная диагностика в реальном времени на уровне диспетчерского центра (90% отечественные производители).

3) По степени интеграции с АСУ:

- автономные (без связи с АСУ и диспетчерским пунктом);
- дистанционные;
- смешанного типа.

4) По внутреннему исполнению:

- модульные с применением ПЛК и стандартов МЭК61131-3;
- специализированные.

5) По принципу управления приводом:

- периодическая эксплуатация (вкл/выкл);
- с плавным пуском (тиристорный запуск);
- с применением ЧРП (в том числе скалярного и векторного типов).

6) По принципу взаимодействия с обслуживающим персоналом:

- интегрированные панели настройки и диагностики;
  - интегрированные графические средства представления информации;
  - интегрированные цифро-буквенные дисплеи;
  - операторские панели;
  - переносные ПК (ноутбуки, наладонники и т.п.).
- 7) По климатическому исполнению:
- без обогрева;
  - с обогревом;
  - с обогревом и вентиляцией.

Сегодня производители предлагают различные модели СУ ШГН, отличающиеся по способам обработки данных, алгоритмам откатики, отображению параметров работы и другим критериям (табл. 1).

### СУ «ИНТЕК»

На скважинах Башкортостана и Татарстана в настоящее время широко применяются СУ производства «Интек» (г. Уфа). К их достоинствам можно отнести возможность плавной регулировки числа качаний с использованием преобразователя частоты, наличие дополнительных функций защиты по данным динамометрирования (частичный анализ формы динамограммы) и значительный опыт эксплуатации на отечественных месторождениях (кроме месторождений ХМАО). Однако следует учитывать, что данная СУ не интегрируется в систему «Регион 2000».

### СУ «РУСЭЛКОМ»

СУ производства «Русэлком» (г. Ижевск) отличаются сравнительно низкой стоимостью. Эти станции активно применяются на отечественных месторождениях, в частности в Башкортостане. К недостаткам этой модели можно отнести то, что ее функционал ограничен контролем и защитой от аварий силового оборудования. Кроме того, эта станция, как и предыдущая, не интегрируется в систему «Регион 2000».

Таблица 1

## Сравнение СУ ШГН по основным параметрам

Наименование	Производитель	Динамограммы: сбор/обработка реальном времени	Ваттметри- рование	Контроль параметров работы двигателя	Алгоритмы откачки	Отображение параметров работы	Управление ПЧ	Средства связи	Аппаратные возможности
Электрон-06	ЭЛЕКТОН, г. Радужный, Владимирская обл.	Да	Да	Да	Нет данных	Цифро- буквенный индикатор	Нет	RS-485 Modbus Регион 2000	Нет данных
Мир ИСУ-07	МИР, г. Омск	Да/нет	Да	Да	Нет данных	Цифро- буквенный индикатор	Да	RS-485 Modbus Регион 2000	ПЛК
БМС-1	РУСЭЛКОМ, г. Ижевск	Нет	Нет	Да	Непрерывная	Цифро- буквенный индикатор	Нет	RS-485 USB	Нет данных
Стандарт	СМАРТ+, г. Казань	Да/нет	Нет данных	Да	Периодическая	Нет	Нет	Радиомодем	RISC 8 128K Flash 4K Ram
АСУС-02	ЭКОС, г. Уфа	Да/нет	Да	Да	Периодическая	С пульта оператора	Нет	Радиомодем Телескоп+ RS485 Modbus	RISC 16 128K Flash 128K Ram
СУС-01М	НЕФТЕ-АВТОМАТИКА, г. Уфа	Да/нет	Нет данных	Да	Периодическая	С пульта оператора	Нет	RS-485 Modbus радиомодем	ПЛК ScadaPack
Станция управления ШГН	ЭКСИТОН, г. Уфа	Да	Нет	Да	Периодическая	С пульта оператора	Нет	RS-485 Modbus радиомодем	ПЛК 18411 ICP- DAS
SAM Well Manager	LUFKIN, США	Да/да	Да	Да	Периодическая по заполнению насоса	Графический индикатор	Да	RS-485 Modbus	Motorola RISC 32
МН-01	ГРАНТ, г. Уфа	Да	Да	Да	Реализуются	С пульта оператора	Да	RS-485 Modbus USB Регион 2000	RISC ARM32 512 Flash 128 Ram
ШГНУ НЭК-05-02-100	НЕФТЯНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПАНИЯ, г. Пермь	Да	Да	Да	Периодическая	Графический индикатор	Нет (устройство плавного пуска)	RS-485 Modbus	Нет данных
Интел-СУС	ЛИНТ, г. Казань	Да	Да	Да	Периодическая	С пульта оператора	Нет	Радиомодем	Нет данных
Мега-СУС	ИНТЕК, г. Уфа	Да	Да	Да	Периодическая	Нет данных	Да	Радиоканал GSM/GPRS УКВ	Нет данных

Рис. 1. Внешний вид СУ ШГН различных производителей



#### СУ «ЭЛЕКТОН»

СУ производства «Электон» (г. Радужный) достаточно широко используются в ХМАО в рамках автоматизации скважин, оборудованных ЭЦН, и предусматривают возможность интеграции в систему «Регион 2000». Вместе с тем в станции управления для ШГН предусмотрено применение широко распространенных датчиков динамометрирования ДДС-04.

К недостаткам СУ «Электон» можно отнести отсутствие плавной регулировки числа качаний.

#### СУ «МИР»

СУ «Мир» (г. Омск) в отличие от упомянутых ранее позволяют осуществлять плавную регулировку числа качаний. Кроме того, они обладают функцией защиты по максимальному и минимальному усилию, в них есть функция определения срыва подачи. Станции интегрируются в систему «Регион 2000».

К недостаткам этих СУ можно отнести их высокую стоимость.

#### ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СУ ПРИВОДОМ ШГН «МН-01»

После анализа достоинств и недостатков разных моделей СУ, с учетом требований «Самотлорнефтегаза» и основных положений по автоматизации «Татнефти» мы сформулировали технические требования, с учетом которых была спроектирована ИСУ приводом ШГН «МН-01», отвечающая современным требованиям.

Интеллектуальная СУ приводом ШГН «МН-01» предназначена для оптимизации режима работы и энергопотребления привода станка-качалки. Она состоит из следующих узлов:

- ✓ система динамометрирования стационарная ДДС-04, включающая датчик усилия ДУ-04, датчик положения ДП-04, барьер искрозащиты БИСГ 12-4;
- ✓ преобразователь давления измерительный МТУ-05;
- ✓ датчики контроля состояния механических узлов станка-качалки;
- ✓ блок контроля мощности БКМ-02;
- ✓ контроллер станции управления КСУ-01;
- ✓ преобразователь частоты с блоком рекуперации.

В системе автоматизации ШГН ИСУ соответствует среднему уровню (рис. 2). Выбор и особенности расположения датчиков на станке-качалке (нижний уровень) определяются требованиями нефтяной компании к замеру конкретных показателей. Например, в «Самотлорнефтегазе» помимо определения положения штока во время качания необходимо определять смещение кри-

вошипа. Следует отметить, что данная система автоматизации ШГН интегрирована с системой «Регион 2000».

Интеллектуальная СУ приводом ШГН «МН-01» (рис. 3) позволяет осуществлять динамометрирование — автономный сбор динамограмм на flash-носитель и обработку динамограмм (устьевой и глубинной) в реальном времени; ваттметрирование — автономный сбор ваттметрограмм и варметрограмм и обработку ваттметрограмм.

Защита привода и станка-качалки реализуется с помощью следующих механизмов:

- ✓ защитное отключение по максимальному и минимальному усилию на штоке, по току и напряжению, при перекосе фаз, обрыве штанг, обрыве ремней и др.;
- ✓ контроль состояния механических узлов СК, включая такие критичные, как опорный и подвесной подшипники, палец кривошипа;
- ✓ контроль уровня масла в редукторе, вибраций, потребляемой активной мощности, неполного заполнения насоса;
- ✓ АПВ по контролируемым параметрам.

Также к функциям ИСУ можно отнести контроль давления в затрубном пространстве и выкидной линии.

В процессе работы станции управления «МН-01» по результатам динамометрирования и ваттметрирования диагностируются: уровень жидкости в скважине, параметры оптимального отбора жидкости в автоматическом режиме, а также балансировка СК, снижение динамического уровня, неисправности станка-качалки (обрыв и проскальзывание ремней, обрыв штанг, выход/проворот пальца кривошипа, люфт крепления опорных и подвесных подшипников, недостаточный уровень масла в редукторе), неисправности насоса (утечки в клапанах, высокая/низкая посадка плунжера, заклинивание и др.).

К основным возможностям контроллера СУ относятся:

- ✓ программируемая периодичность контроля динамограммы;
- ✓ автономное архивирование динамограмм и статистики работы на переносные flash-носители;
- ✓ программная эмуляция протоколов под существующие контроллеры станков-качалок для более простой интеграции в системы телемеханики;
- ✓ автономная оценка дебита скважины;
- ✓ диагностика состояний узлов станка-качалки и ГНО;
- ✓ управление преобразователем частоты;
- ✓ алгоритм периодической эксплуатации скважины.

Всего в России внедрено более 2000 комплектов стационарной системы динамометрирования ДДС-04, в том числе на скважинах таких компаний, как «Татнефть»,

Рис. 2. Система автоматизации ШГН

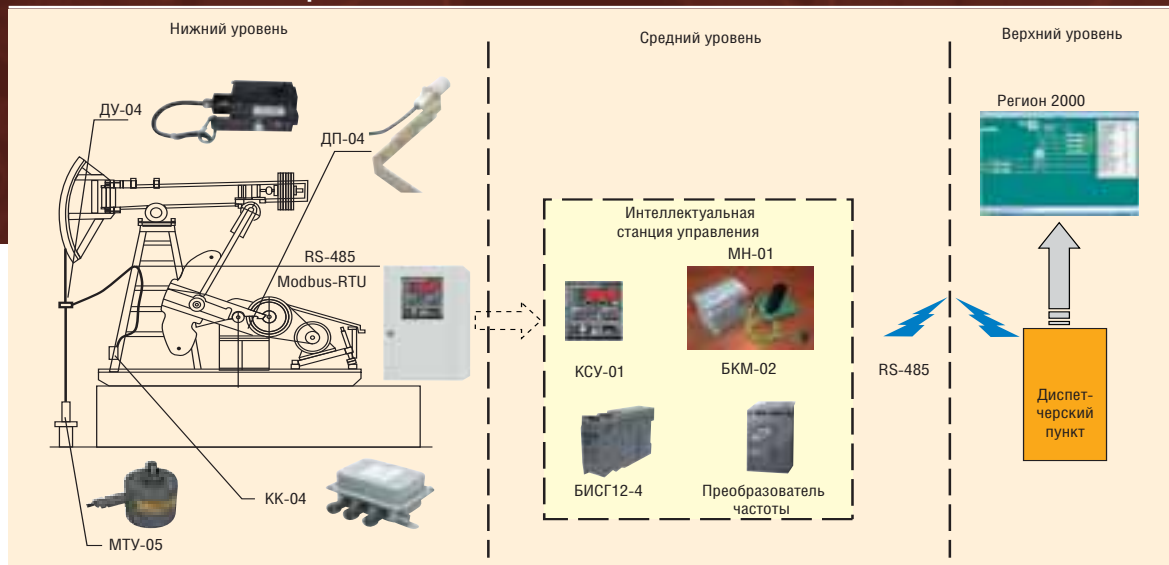
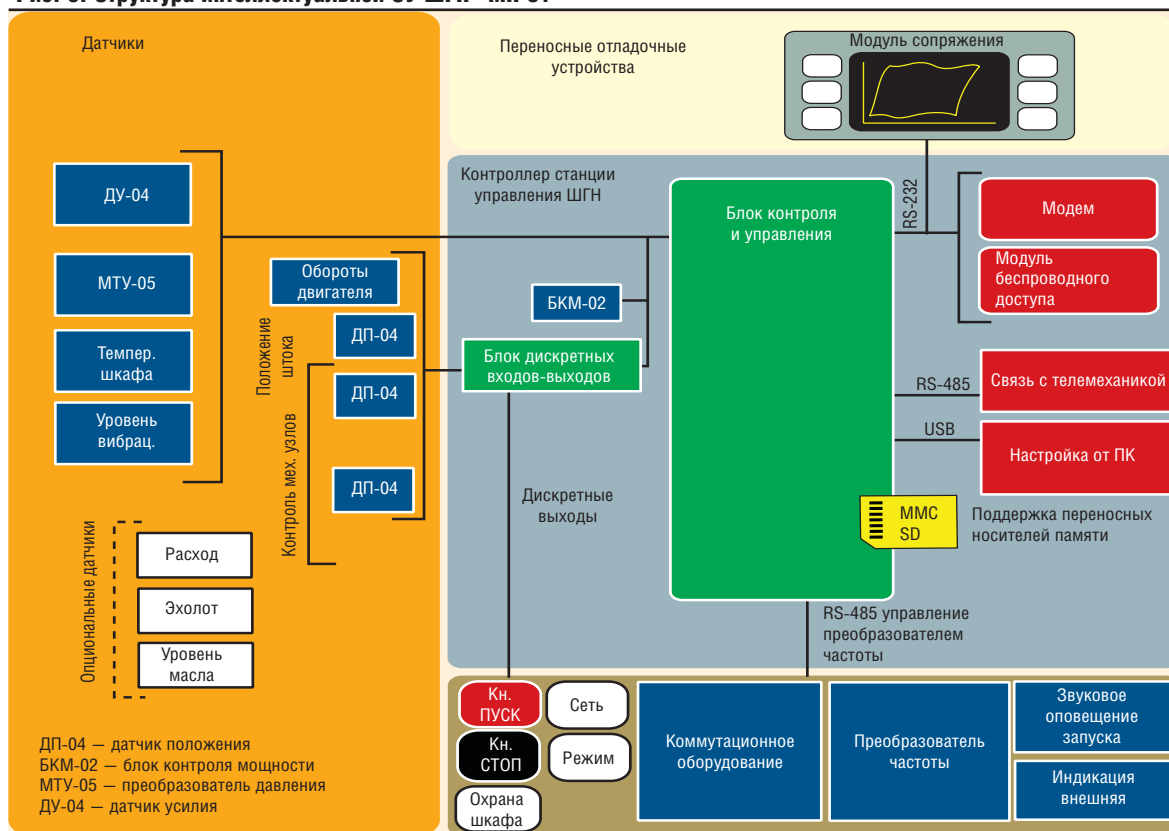


Рис. 3. Структура интеллектуальной СУ ШГН «МН-01»



«Башнефть», ТНК-ВР, «Роснефть – Сахалинморнефтегаз». Около 90 комплектов внедрено на скважинах месторождений Украины и Казахстана.

ДДС-04 адаптированы для работы в составе следующих СУ: «Интел-СУС» (ЗАО «Линт», г. Казань), «Орион» (ООО «Аякс», г. Ульяновск), СУС-02 (НПФ «Экос», г. Уфа), «Мега» (НПФ «Интек», г. Уфа).

ПО DINAMOGRAPH

Для реализации функций и алгоритмов интеллектуальной СУ ШГН «МН-01» мы разработали программное

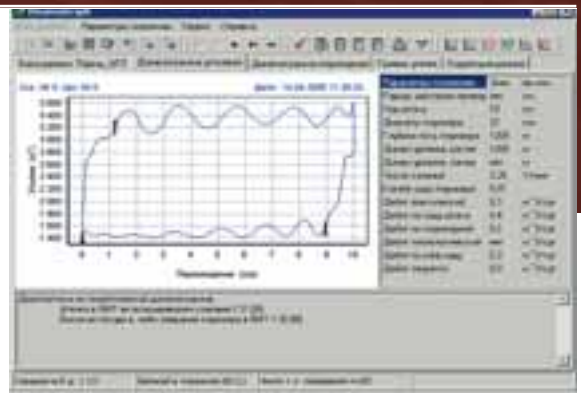
обеспечение DINAMOGRAPH. К основным функциям этого ПО относятся:

- ✓ оценка дебита скважины по нескольким методикам;
- ✓ расчет плунжерной (глубинной) динамограммы;
- ✓ диагностика состояния ГНО (в том числе одновременное диагностирование нескольких неисправностей) скважин с СКН, ЦП, ГП;
- ✓ автоматическое определение верхней и нижней «мертвых» точек;
- ✓ наложение динамограмм;
- ✓ сравнение текущей динамограммы с эталонной.

**Рис. 4. Динамограммы для цепного привода и гидропривода**



Цепной привод



Гидропривод

**ВЫДЕРЖКИ ИЗ ОБСУЖДЕНИЯ**

**Вопрос:** Владимир Дмитриевич, не могли бы Вы немного коснуться региональной специфики СУ ШГН?

**Владимир Ковшов:** В Башкортостане применяются в основном СУ, выполняющие функции защиты. В Татарстане применяются более сложные СУ, в том числе производства «Интек», многие скважины оснащены датчиками «ГРАНТ». В Удмуртии скважины оснащены главным образом СУ ИРЗ ТЭК.

**Вопрос:** Какие параметры, на Ваш взгляд, наиболее важны с точки зрения анализа ваттметрограммы и динамограммы?

**В.К.:** На основе анализа ваттметрограммы оценивается балансировка станка-качалки, кроме того, ее результаты можно использовать для снижения потребления электроэнергии и уменьшения реактивной составляющей. Основные функции защиты СУ и определения режима работы скважины, включая неполное заполнение насоса, залипание клапанов, высокую и низкую посадку плунжера, хорошо диагностируются по динамограмме. В связи с этим мы придерживаемся мнения относительно одновременного использования ваттметрограммы и динамограммы.

**Вопрос:** Уступают ли, на Ваш взгляд, отечественные СУ ШГН зарубежным аналогам?

**В.К.:** По функционалу отечественные СУ практически не уступают зарубежным (в частности, Lufkin Automation), к тому же станции российского производства, как правило, проще в обслуживании. Но если сравнивать по надежности, надо признать, что зарубежные СУ имеют более отработанную конструкцию, но как правило и большую стоимость

При этом интересно отметить, что в составе СУ производства Lufkin работают пассивные датчики. Оцифровка предшествующая ее анализу осуществляется на уровне контроллера, что требует определенных его аппаратных и временных ресурсов. В отличие от них, датчик «ГРАНТ» цифровой: он самостоятельно производит оцифровку данных и хранит динамограмму в собственной памяти. Это позволяет уже на уровне датчика анализировать динамограмму, что обеспечивает оперативность диагностики состояния оборудования и режима работы, освобождая тем самым ресурсы контроллера и элементов телемеханики.

**Вопрос:** Сегодня ряд разработчиков предлагает датчики с радиоканалом. Каков ресурс их работы?

**В.К.:** Очень актуальный вопрос. Мы считаем, что такое решение — это прежде всего дань моде. Оно не практично по двум основным причинам: наличие у таких датчиков автономных элементов питания и необходимость постоянного контроля за их состоянием. Кроме того в целях увеличения продолжительности работоспособности таких датчиков приходится значительно сокращать периодичность регистрации динамограмм (несколько раз в сутки), что отрицательно влияет на оперативность контроля за состоянием оборудования.

**Вопрос:** Когда вы планируете испытывать ИСУ с приводом ШГН МН-01?

**В.К.:** Думаю, к концу текущего года мы будем готовы провести ОПИ.

Дебит скважины можно оценивать по теоретической динамограмме, которая строится, исходя из конструкции скважины, по реальной динамограмме, снятой в процессе работы скважины, либо рассчитанной плунжерной динамограмме. При применении ПК заказчик выбирает тот алгоритм, который ему удобнее.

Следует отметить, что у отдельных разработчиков ПО для определения верхней и нижней «мертвых» точек на при построении динамограммы используется акселерометр. Однако следует учитывать, что ускорение станка-качалки зависит от числа качаний и при малом числе качаний акселерометр дает значительные погрешности и кроме того существенное влияние оказывают вибрации и внешние шумы. Исходя из этого, мы рекомендуем использовать традиционные хорошо зарекомендовавшие себя датчики положения противовеса, а также реализовали функцию определения верхней и нижней «мертвых» точек программным путем.

Что касается функции наложения динамограмм, то ее задача заключается в определении изменения конфигурации динамограмм и при обнаружении отклонений введения поправочных коэффициентов.

Диагностические методы, разработанные для станков-качалок, можно с некоторыми дополнениями и корректировками применять для диагностики работы цепных приводов и гидроприводов — такой опыт уже есть (рис. 4). ♦



**Группа компаний «ГРАНТ»**

450112 Россия, Республика Башкортостан,

г. Уфа, ул. Цветочная, 11.

**Тел./факс:** (347) 284-02-09

**www.grant-ufa.ru**

**info@grant-ufa.ru**

# Подписка на 2012 год

- |                          |                             |                  |
|--------------------------|-----------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | <b>годовая подписка</b>     | <b>12 000 р.</b> |
| <input type="checkbox"/> | <b>полугодовая подписка</b> | <b>7 500 р.</b>  |

**Для оформления подписки на журнал,  
пожалуйста, заполните анкету  
и пришлите удобным для Вас способом  
(почта, факс или e-mail)**

- |                          |                    |       |                        |
|--------------------------|--------------------|-------|------------------------|
| <input type="checkbox"/> | печатная версия    | _____ | количество экземпляров |
| <input type="checkbox"/> | электронная версия | _____ | количество экземпляров |

Пожалуйста, заполняйте разборчиво печатными буквами!

Фамилия \_\_\_\_\_ Имя \_\_\_\_\_ Отчество \_\_\_\_\_

Должность \_\_\_\_\_

Название и юридический статус компании \_\_\_\_\_

Адрес доставки журнала:

Город \_\_\_\_\_ Область \_\_\_\_\_

Индекс \_\_\_\_\_ Адрес \_\_\_\_\_

Код города, факс, телефон \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_ Сайт \_\_\_\_\_

Основной вид деятельности \_\_\_\_\_

**Для подписчиков из стран СНГ доставка каждого номера 200 р.  
Подписка оформляется через редакцию — на сайте [www.glavteh.ru](http://www.glavteh.ru),  
а также по каталогу «Пресса России», 43192.**

**Почтовый адрес: 109428, г. Москва, Рязанский проспект, д. 30/15, офис 807.**

**Менеджер отдела подписки: Дарья Мирончикова.  
Тел./факс: +7 (495) 371-05-74. E-mail: [info@glavteh.ru](mailto:info@glavteh.ru).  
Сайт: [www.glavteh.ru](http://www.glavteh.ru), [ИнженернаяПрактика.РФ](http://ИнженернаяПрактика.РФ)**