

15 Sharma S, Borse R. Automatic agriculture spraying robot with smart decision making. In: Advances in Intelligent Systems and Computing. Cham: Springer International Publishing, 2016: 743–58.

16 I.H. Celen A Design of an Autonomous Agricultural Robot to Navigate between Rows / I.H. Celen, E. Onler, E. Kilic // International Conference of Electrical, Automation and Mechanical Engineering (EAME 2015). – 2015. – P. 349–352.

**УДК 622.24.05: 631.3**

**М.В. Чкалова**, *канд. техн. наук, доцент*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет», г. Оренбург  
e-mail: chkalovamv@mail.ru*

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДОБЫЧИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Ключевые слова:** мобильная буровая установка, структура эффективности, качество технологического процесса, система управления

**Keywords:** mobile drilling rig, efficiency structure, process quality, control system

**Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы повышения качества технологического процесса бурения скважин для нужд сельскохозяйственного производства посредством выделения ключевых показателей эффективности на основе определения факторов влияния для расчета веса каждого показателя. Повышение эффективности технологического процесса мобильной буровой установки за счет усовершенствования системы управления определяет основной тренд модернизации этой технической системы.

**Summary:** The article considers the issues of improving the quality of the technological process of drilling wells for the needs of agricultural production by identifying key performance indicators based on determining the influencing factors for calculating the weight of each indicator. Improving the efficiency of the technological process of a mobile drilling rig by improving the control system determines the main trend in the modernization of this technical system.

**Введение.** Значительная часть пригодных для сельскохозяйственного производства земель в Оренбургской области находится на удалении от естественных источников воды. Использование мобильных буровых установок (МБУ) позволяет решать проблему водоснабжения и водоотведения для производственных объектов и сельских поселений благодаря простоте конструкции, удобству эксплуатации установок, их многофункциональности и надежности.

Однако, в сложном и энергоёмком технологическом процессе бурения, требующем строгого соблюдения нормативных параметров для выполнения поставленных задач, необходима быстрая система передачи информации в процессе управления. Точность бурения является одним из ключевых показателей качества технологического процесса и эффективности работы буровой установки [1].

Целью проведенного исследования является определение путей повышения эффективности технической системы, включающей мобильную буровую установку, посредством модернизации её системы управления.

Для достижения цели была разработана структурная схема эффективности и определены направления повышения эффективности технической системы; методом экспертных оценок определены ключевые показатели эффективности; рассчитан вес каждого ключевого показателя на основе определения факторов влияния; спрогнозирован вид модернизации системы управления буровой установкой для повышения качества технологического процесса.

**Методы исследования.** В качестве технической системы для исследования и анализа была выбрана мобильная буровая установка (МБУ) ZJ40CZ, которая используется для строительства скважин различного назначения, включая водозаборные.

Этапы функционирования МБУ включают в себя: подготовку оборудования (проверка исправности всех компонентов буровой установки), монтаж вышки, установку бурильных труб (сборка колонны бурильных труб), запуск основного оборудования (запускаются двигатели, приводящие в движение насосы), начало бурения (запуск процесса вращения бурильной колонны через ротор оператором), подъем и спуск бурильных труб (по мере углубления скважины, бурильные трубы постепенно наращиваются новыми секциями), промывку скважины, контроль параметров бурения, завершение бурения (закрепление скважины обсадной колонной) [2,3].

Высокотехнологичный процесс бурения требует координации действий множества специалистов. Каждая операция должна выполняться строго по установленным регламентам, чтобы минимизировать риски аварий и сбоев.

**Результаты и обсуждение.** Под эффективностью технической системы (ТС) будем понимать отношение полезного результата, полученного системой, к затраченным ресурсам, а под ресурсами – любые виды затрат, включая энергию, материалы, время или финансовые средства. Эффективность любой технической системы является важным показателем ее функционирования, поскольку характеризует степень рациональности использования имеющихся возможностей.

Структурная схема эффективности технической системы МБУ помогает наглядно представить ключевые факторы, процессы и показатели, определяющие работоспособность и результативность системы (рис. 1).

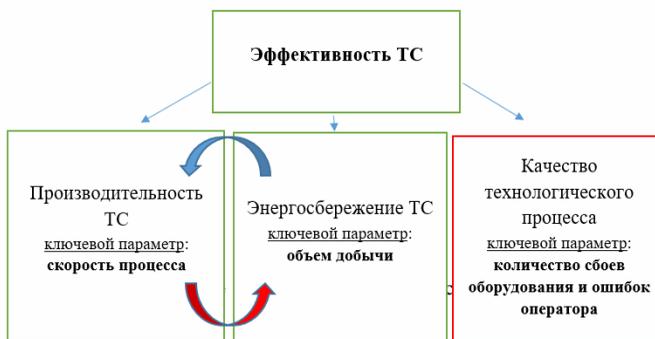


Рисунок 1 – Структурная схема эффективности МБУ

Факторы, влияющие на каждый структурный компонент эффективности МБУ, показаны в таблице 1 [1,2,3].

Методом экспертных оценок получены балльные значения факторов влияния по структурным компонентам эффективности. Анкеты для получения экспертных оценок предлагались специалистам, деятельность которых связана с эксплуатацией буровых установок.

В таблицу внесены оценки, которые выставили эксперты: директор предприятия по добыче нефти (Д), мастер участка буровых установок (М) и оператор мобильной буровой установки (О).

Обработка анкет специалистов позволила получить не только среднее значение факторов влияния, но и дала возможность определить вес каждого структурного компонента эффективности с учётом его факторов влияния: производительность  $((9.3+ 7.3+ 8.6) /3=8.4)$ ; энергосбережение  $(7.6+8.6+8.6+9.3) /4=8.5)$ ; качество технологического процесса  $(9+9+8.6+8+9+9.3) /6=8.8)$ .

Рассчитанные оценки выделили третий компонент эффективности (качество технологического процесса), влияние на который даёт наибольшую возможность повышения эффективности всей системы, без существенных материальных затрат, с использованием того же программного обеспечения и без значительных конструктивных изменений МБУ [4,5].

Определены факторы влияния качества технологического процесса (табл. 1), которые находятся в сфере системы управления МБУ: точность бурения, отсутствие аварий и осложнений, соответствие техническим параметрам. Эти факторы должны быть учтены в ходе дальнейшего моделирования и модернизации системы управления МБУ определенным образом.

Таблица 1 – Факторы влияния и результаты повышения эффективности МБУ

Структурный компонент эффективности	Факторы влияния	Результат повышения эффективности	Оценка значимости фактора по мнению экспертов (0-10 баллов)		
			Д	М	О
Производительность	Скорость бурения	Увеличение объема добычи	10	9	9
	Навыки оператора	Увеличение объема добычи	8	8	6
	Тип породы	Увеличение объема добычи	9	9	8
Энерго-эффективность	Достижение проектной глубины	Минимизация затрат, энергии и ресурсов	8	7	8
	Скорость бурения	Минимизация затрат, энергии и ресурсов	9	8	9
	Затраты ресурсов	Минимизация затрат, энергии и ресурсов	9	8	9
	Тип породы	Минимизация затрат, энергии и ресурсов	10	9	9
Качество технологического процесса	<b>Точность бурения</b>	Соответствие результата бурения нормативам	9	9	9
	Подходящее программное обеспечение	Минимизация сбоев и ошибок	10	9	8
	Наличие целевого объекта	Соответствие результата бурения нормативам	9	8	9
	Навыки оператора	Минимизация сбоев и ошибок	9	8	7
	<b>Отсутствие аварий и осложнений</b>	Минимизация сбоев и ошибок	9	9	9
	<b>Соответствие техническим параметрам</b>	Соответствие результата бурения нормативам	10	9	9

Повышение точности бурения требует снижения статической и динамической ошибок регулирования; минимизация ошибок и сбоев требует повышения степени устойчивости системы управления; соответствие технико-технологическим нормативным параметрам требует уменьшения уровня перерегулирования системы. Такие изменения могут быть внесены на I и II уровне модернизации системы управления: замена ряда функциональных элементов на более современные и формирование дополнительных каналов обратной связи [4,5].

**Заключение.** За счёт модернизации системы управления, которая не приведёт к существенным конструктивным изменениям технической системы, не потребует значительных материальных затрат и переобучения оператора, может быть улучшено функционирование всей технической системы, что в конечном итоге приведет к улучшению всех структурных компонентов эффективности.

### Список использованной литературы

1. Основные направления развития бурового оборудования для системы разработки с этажным принудительным обрушением руды / В. А. Еременко, В. Н. Карпов, В. В. Тимонин [и др.] // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2015. – № 6. – С. 49–64.
2. Гареев. Р.Р. Совершенствование методов оценки технического состояния насосного и вентиляционного оборудования на установках комплексной подготовки газа: Дис. ... канд. техн. наук. Уфа, 2014.
3. Кахаров, С. К. Причины отказов бурового оборудования при эксплуатации / С. К. Кахаров, Р. А. Ганджумян // Инженер-нефтяник. – 2013. – № 2. – С. 32–33.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023661064 Российская Федерация. Программа расчёта инженерной эффективности модернизации автоматизированной системы управления технологическим процессом: № 2023660254; заявл. 22.05.2023; опубл. 29.05.2023 / В. Д. Павлидис, М. В. Чкалова, К. В. Скопинцев, А. А. Степанов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет».
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612690 Российская Федерация. Программа расчёта оптимальных показателей АСУ ТП: № 2024611885; заявл. 05.02.2024; опубл. 05.02.2024 / М. В. Чкалова, Т. Е. Насонов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Оренбургский государственный аграрный университет".

УДК 631.587

**С.А. Кистанова,**

*А.А. Соколов, канд. с.-х. наук, доцент,*

*А.Б. Мартынушкин, канд. экон. наук, доцент*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
«Рязанский государственный агротехнологический университет имени  
П.А Костычева», г. Рязань  
martinyshkin@mail.ru*

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ: СУЩНОСТЬ, ЗНАЧЕНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

**Ключевые слова:** орошаемое земледелие, поверхностный полив, дождевание, капельное орошение, гречиха.

**Keywords:** irrigated agriculture, surface irrigation, sprinkling, drip irrigation, buckwheat.

**Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы, связанные с проблемами применения орошения в сельскохозяйственном производстве в РФ и приводятся приемы повышения его эффективности на примере гречихи.