

УДК 332.143

Гарифуллина З.А., Степанова Р.Р.

Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета,
Октябрьский, e-mail: gza96@yandex.ru

Хакимова И.И.

ЗАО «Консалтинговый Центр»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ БУРОВЫХ И ВЫШКОМОНТАЖНЫХ БРИГАД

Ключевые слова: организация производства, производственный процесс, программное обеспечение, строительство скважин, система массового обслуживания.

Важным признаком научной организации труда является ее направленность на решение трех взаимосвязанных задач: экономических, психофизиологических и социальных. Экономические деятельности достигаются рациональным разделением и кооперацией труда, при помощи которых обеспечивается полное использование во времени всех работников, распределение работ в соответствии с уровнем их квалификации, исключение непроизводительных простоев оборудования, минимизация длительности производственного цикла. Однако обеспечение такой организации при строительстве скважин в соответствии с месячным (годовым) планом производственно-хозяйственной деятельности предприятия возможно только при наличии определенного соотношения полностью укомплектованных буровых, вышкомонтажных бригад и других производственных звеньев. В связи с этим возникает необходимость проектирования оптимального соотношения между названными выше производственными звеньями предприятия. При проектировании структуры и размера бурового предприятия в зависимости от планируемого объема строительства скважин наиболее важным является вопрос эффективного сопряжения работы буровых и вышкомонтажных бригад, так как они наиболее тесно взаимодействуют в циклах строительства скважин, характеризуются относительно большой численностью и используют дорогостоящую технику. При этом простои этих бригад по организационным причинам связаны с наибольшими потерями материальных, трудовых и денежных средств. Авторами предлагается проводить проверку оптимального соотношения буровых и вышкомонтажных бригад плана производственно-хозяйственной деятельности на основе теории систем массового обслуживания. В работе был проведен расчет оптимального соотношения буровых и вышкомонтажных бригад с использованием системы массового обслуживания, который показал, что оптимальным с точки зрения убыточности деятельности условного предприятия необходимо следующее соотношение производственных звеньев: буровых бригад – 12; вышкомонтажных бригад – 6; бригад освоения – 5. В то время как фактически на предприятии имеются: буровых бригад – 13; вышкомонтажных бригад – 5; бригад освоения – 4.

Garifullina Z.A., Stepanova R.R.

Branch of Ufa State Petroleum Technical University, Oktyabrsky, e-mail: gza96@yandex.ru

Khakimova I.I.

Company «Consulting Center»

ENGINEERING DESIGN THE OPTIMAL RATIO OF DRILLING-RIG AND RIG-BUILDING CREWS

Keywords: production organization, production process, software, construction of wells, the system of mass service.

An important feature of the scientific labor organization is its focus on the three interrelated tasks solving: economic, psychophysiological and social ones. Economic activities are achieved by rational division and cooperation of labor, with the help of which all employees are fully used all the time, job assignment according to their qualification level, unproductive downtime exclusion, the production cycle minimizing. However, the provision of such an organization during the well construction in accordance with the monthly (annual) plan of production and economic activity of the enterprise is possible only if a certain ratio of fully equipped drilling, rig brigades and other production units is provided. In this regard, it becomes necessary to design an optimal ratio between the above-mentioned production units of the enterprise. When designing the structure and size of a drilling enterprise, depending on the planned well construction volume, the most important is the issue of efficient drilling and rig brigades joint labour, as they most closely interact in well construction cycles, are relatively large in size and employ expensive equipment. At the same time, the downtime of these brigades for organizational reasons is associated with the greatest losses of material, labor and money. The authors suggest verifying the optimal ratio of drilling and rig brigades of the production and economic activity plan basing on the queuing systems theory. In the work, the optimal ratio of drilling and rigging crews was calculated with the queuing system application, which showed that the following production units' ratio is optimal from the point of view of conventional enterprise unprofitability: drilling crews – 12; rig brigades – 6; development teams – 5. While in fact the enterprise has: drilling brigades – 13; rig brigades – 5; development teams – 4.

Введение

Прикладной аспект научной организации труда направлен на поиск эффективных способов, методов формирования оптимальной организации производственного процесса. Оптимизация производственного процесса строительства скважин достигается через обеспечение полного использования во времени всех работников, распределение работ в соответствии с уровнем квалификации рабочих, максимальное исключение непроизводительных простоев оборудования, сокращение длительности производственного процесса [1].

Цель исследования

Многоэлементные процессы производства требуют правильного их сочетания в пространстве и во времени. Правильность сочетания во многом зависит от уровня организации производственного процесса и является результатом работы менеджера в рамках научной организации труда на производстве. В данной работе рассматривается совершенствование временной организации производства при строительстве скважин. Эта задача может быть решена путем моделирования, с применением теории систем массового обслуживания (СМО).

Материал и методы исследования

Теоретическое исследование, теория систем массового обслуживания, дедукция, анализ данных, итеративный метод поиска оптимального решения.

Результаты исследования и их обсуждение

В работе был проведен расчет оптимального соотношения буровых и вышкомонтажных бригад с использованием системы массового обслуживания, который показал, что оптимальным с точки зрения безубыточной деятельности, с данной производственной программой условного предприятия, является следующее соотношение производственных звеньев: буровых бригад – 12; вышкомонтажных бригад – 6. В то время как фактически на предприятии имеются: буровых бригад – 13; вышкомонтажных бригад – 5. Оптимизация количественного соотношения бригад

позволит увеличить коэффициент пропорциональности до 1,00.

Производственный процесс строительства скважины обеспечивается с привлечением буровых бригад и целого ряда сервисных служб, с использованием весьма дорогостоящего оборудования, спецтехники, инструментов и электронной аппаратуры.

Строительство скважин непрерывный процесс, причем совокупность процессов должна быть последовательной, поэтому, любой сбой, несвоевременное или некачественное выполнение любого из этапов работ нарушит технологический цикл строительства скважины. В свою очередь это приведет к длительным простоям других сервисных служб, и как следствие к убыткам [2].

Обеспечить непрерывность организационно-технологического цикла строительства скважины должно четкое и своевременное выполнение каждой бригадой своей работы, как интегральной части полного цикла буровых работ.

При заключении годовых контрактов буровое предприятие исходит из своей производственной мощности, возможности эффективного сопряжения работы буровых и вспомогательных бригад, наличия техники и оборотных средств. Выполнение плана производственно-хозяйственной деятельности предприятия, в разрезе годовых либо ежемесячных показателей возможно при оптимальном соотношении между буровыми и вышкомонтажными бригадами, буровыми бригадами и бригадами освоения и т.д. В силу специфики ведения работ в строительстве скважин используется дорогостоящие машины и оборудование (до 73% в структуре стоимости основных фондов) [3], поэтому простои в строительстве по организационным причинам связаны с большими потерями материальных, трудовых и денежных средств.

Проверку оптимального соотношения между производственными подразделениями предприятия (либо сервисными службами) видится необходимым проводить до утверждения производственной программы бурового предприятия, на заключительной стадии бюджетирования [4]. Итогом проверки должны быть рассчитанные коэффици-

енты использования буровых и вышко-
монтажных бригад, стремящиеся к 1;
суммарные убытки от простоя буровых
и вышкомонтажных бригад минималь-
ные. Методика расчета приведена в [5].
Применение теории систем массово-
го обслуживания (СМО) для провер-
ки оптимального соотношения между
производственными подразделениями
предприятия при формировании произ-
водственной программы бурового пред-
приятия видится весьма перспективным
направлением в совершенствовании ор-
ганизации ведения буровых работ.

Теория системы массового обслужи-
вания использует математические мето-
ды: теорию вероятности и математиче-
скую статистику. В системе массового
обслуживания создается модель систе-
мы, в которой в случайные моменты
времени из внешней либо внутренней
среды поступают заявки, которые си-

стема должна обслужить, при наличии
определенных средств производства
(буровых станков) и обслуживающего
персонала (вышкомонтажные бригады).
Экономическим показателем эффектив-
ности системы является минимальная
стоимость потерь, связанных с воз-
можным уходом необслуженной заявки
из системы (потери от простоя буровых,
либо вышкомонтажных бригад) [6].

Рассмотрим методику расчета вы-
шкомонтажных бригад с применением
теории СМО при заданном количестве
буровых бригад, так как эти звенья
наиболее тесно взаимодействуют в ци-
кле строительства скважин, характери-
зуются относительно большой числен-
ностью и используют дорогостоящую
технику. Исходные данные являются
условными.

Исходные данные и результаты рас-
чета сведены в табл. 1.

Таблица 1

Расчет оптимального количества вышкомонтажных бригад

Показатель	Обозначение и формула расчета	Количество вышкомонтажных бригад					
		S=4	S=5	S=6	S=7	S=8	S=9
Исходные данные:							
Фактическое количество буровых бригад	N_b	13	13	13	13	13	13
Фактическое количество вышкомонтажных бригад	N_m	5	5	5	5	5	5
Плановая проходка, м/год	H	203401	203401	203401	203401	203401	203401
Коэффициент занятости буровых бригад	K_z	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Количество скважин, начатых бурением, скв	K	110	110	110	110	110	110
Средняя продолжительность бурения 1 скв, сут	T_b	34,6	34,6	34,6	34,6	34,6	34,6
Средняя продолжительность монтажа БУ, сут	t_m	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
Затраты связанные с простоем буровых бригад, руб/сут	Z_b	297216	297216	297216	297216	297216	297216
Затраты связанные с простоем ВМБ, руб/сут	Z_m	45430	45430	45430	45430	45430	45430
Стоимость содержания резервного станка, руб/сут	V_r	5795	5795	5795	5795	5795	5795

Показатель	Обозначение и формула расчета	Количество вышкомонтажных бригад					
		S=4	S=5	S=6	S=7	S=8	S=9
Расчетные данные:							
Расчетная коммерческая скорость, м/ ст.-мес	v	1608	1608	1608	1608	1608	1608
Расчетное количество буровых бригад для данной производственной программы, бр	$m = \frac{H}{v \cdot 12,17 \cdot K_s}$	12	12	12	12	12	12
Интенсивность поступления заявок в СМО	$\lambda = \frac{1}{T_B}$	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Интенсивность обслуживания заявок	$\mu = \frac{1}{t_m}$	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082
Коэффициент загрузки системы	$\psi = \frac{m\lambda}{\mu s}$	0,846	0,846	0,846	0,846	0,846	0,846
Среднесуточное число простаивающих буровых бригад*, бр	$\bar{N}_b = \sum_{n=s+1}^m (n-s) P_n$	0,952	0,455	0,175	0,051	0,011	0,001
Среднесуточное число простаивающих вышкомонтажных бригад*, бр	$\bar{N}_m = \sum_{n=0}^s (s-n) P_n$	0,452	0,955	1,674	2,551	3,510	4,501
Среднесуточные убытки от простоя буровых бригад, руб	$Y_b = 3 \bar{N}_b$	282850	135208	51872	15179	3157	413
Среднесуточные убытки от простоя вышкомонтажных бригад, руб	$Y_m = 3 \bar{N}_m$	20534	43367	76059	115881	159473	204484
Суммарные среднесуточные убытки от простоя бригад, руб	$Y_o = Y_b + Y_m + Y_r$	309179	184370	133726	136855	168425	210692

*Где $P_n = a_n P_0$, и $a_n = \frac{m-n+1}{n} \Psi a_{(n-1)}$ для $0 < n \leq s-1$

$$a_n = \frac{m-n+1}{s} \Psi a_{(n-1)} \quad \text{для } s \leq n \leq m$$

Работа системы должна быть организована так, чтобы суммарные убытки от простоя буровых и вышкомонтажных бригад были минимальны. Соответственно при поиске величины суммарных убытков задача сводится к оптимизации, на каждом шаге:

- при известных m, λ, μ определим наименьшее целое s при котором $\psi < 1$;
- вычисляются N_b и N_m ;

- подсчитываются убытки Y_o, Y_b, Y_m ;
- задается $s+1$ и осуществляется переход к следующей итерации;
- определяется s_{opt} при котором Y_o минимально,

Коэффициенты использования буровых и вышкомонтажных бригад рассчитываются по формулам:

$$K_b = 1 - \frac{\bar{N}_b}{m}; \quad K_m = 1 - \frac{\bar{N}_m}{s}.$$

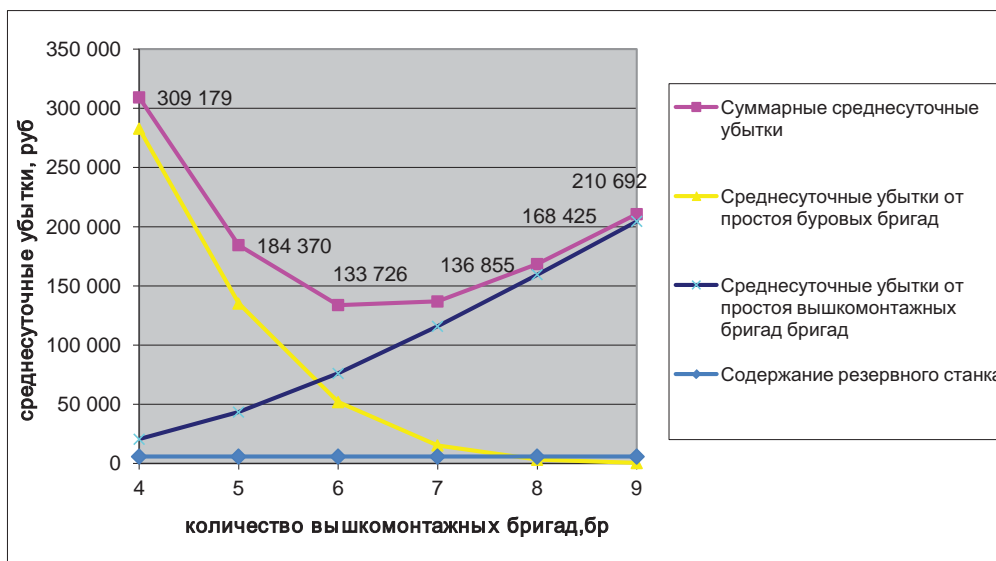


Рис. 1. Графический поиск оптимального количества вышкомонтажных бригад

На рис.1 приведен графический поиск оптимального количества вышкомонтажных бригад.

Рассчитаем коэффициенты использования буровых и вышкомонтажных бригад:

$$K_o = 0,99 \text{ и } K_m = 0,72.$$

Как видно из табл. 1 и рис. 1 для выполнения плана строительства скважин условному предприятию потребуется содержать 12 буровых бригад. При этом буровое предприятие будет функционировать в оптимальном режиме, если в циклах строительства скважин будет участвовать 6 вышкомонтажных бригад, при наличии одного резервного станка. Суммарные убытки при этом соотношении минимальны и составляют 133726 рублей.

Формирование дополнительной вышкомонтажной бригады и сокращение буровой бригады приведут к дополнительным расходам предприятия. Видится наиболее целесообразным иметь в наличии одну универсальную бригаду, которая могла бы совмещать разные функции, согласно производственной необходимости.

Приведенные результаты научно обоснованы, несложно решаемы и специалистам ИТ вполне по силам создать программное обеспечение, которое

можно было бы встроить в расчет производственной программы бурового предприятия. Причем для проведения проверки не потребуется дополнительного ввода исходных данных, так как все эти данные рассчитаны в рамках производственной программы. Авторы считают, что внедрение в планирование буровых работ модуля проверки по расстановке в пространстве и во времени буровых и вышкомонтажных бригад на основе теории СМО позволило бы эффективно решить задачу оптимизации производственных процессов при строительстве скважин.

Заключение

Высокоорганизованное производство предполагает рациональное сочетание, чередование частных процессов во времени. Основными критериями временной организации производства служит недопущение значительных простоев вышкомонтажных бригад из-за отсутствия фронта работ, и роста незавершенного строительства из-за не востребованности соответствующего этапа работы. Авторами предлагается проводить проверку производственной программы на оптимальное соотношение буровых и вышкомонтажных бригад на основе теории систем массового обслуживания.

Библиографический список

1. Особенности научной организации труда // Особенности научной организации труда. – URL: <https://monographies.ru/ru/book/section?id=2094> (дата обращения 19.12.2018).
2. Андреев А.Ф. [и др.] Основы менеджмента (нефтяная и газовая промышленность): учебник / под ред. А.Ф. Андреева. – М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2007. – 264 с.
3. Основы экономической деятельности на буровом предприятии [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов очного и заочного обучения специальности 130504 «Бурение нефтяных и газовых скважин» / сост. Н.Р. Поздеева. – Уфа: УГНТУ, 2013.
4. Гарифуллина З.А. Определение критериев успеха реализации IT-проектов на предприятиях нефтяной отрасли с позиций теории функциональных систем // Нефть, газ и бизнес. – 2013. – № 6. – С. 27–34.
5. Менеджер нефтегазового предприятия [Электронный ресурс]: программа «Экономика и управление на предприятии нефтегазового комплекса»: 1 семестр: электронные учебно-методические комплексы по дисциплинам / УГНТУ, ИДПО, ЦИОТ, каф. ЭНГП. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2009 (дата обращения: 19.12.2018).
6. Теория массового обслуживания [Электронный ресурс] // Теория массового обслуживания. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Теория_массового_обслуживания (дата обращения 19.12.2018).