

установки для моделирования процессов переработки углей в различные жидкие и газообразные продукты, получаемые при строго заданных изначально и поддерживаемых оптимальных режимах тепловых реакций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глушенко И. М. Теоретические основы технологии твердых горючих ископаемых: Учебн. пособие для ВУЗов - К.: Вища школа, 1980. – 256 с.
2. Глушенко И. М. Химическая технология горючих ископаемых. – К.: Вища школа, 1985. – 447 с.
3. Химические вещества из угля. Пер. с нем. / Под ред. И. В. Калечица. – М.: Химия, 1980. – 616 с.
4. Рапорт И. Б. Искусственное жидкое топливо. Часть I – Гидрогенизация топлив. – М. – Л.: Гостоптехиздат, 1949. – 332 с.
5. Шиллинг Г.-Д., Бонн Б., Краус У. Газификация угля / Пер. с нем. – М.: Недра, 1986. – 175 с.
6. Малолетнев А. С., Кричко А. А., Гаркуша А. А. Получение синтетического жидкого топлива гидрогенизацией углей. – М.: Недра, 1992. – 128 с.
7. Кричко А. А., Лебедев В. В., Фарберов И. Л. Нетопливное использование углей. – М.: Недра, 1978. – 215 с.
8. Киндерман Ф. В., Уилкинсон Дж. К. Проектно-конструкторские работы и научные исследования стран ЕЭС в области твердых топлив // Глюкауф. – 1987. - № 6. – С. 29-36.
9. Угли СССР. Справочник: Изд. 2, переработ. и доп. / Ульянов И. А., Солдатенков В. К. и др. – М.: наука, 1975. – 308 с.
10. Зорин А. Н., Колоколов О. В., Ланкевич П. Ф. Получение жидкого топлива из бурого угля // Уголь Украины. – 1996. - № 5-6. – С. 9-10.
11. Осипов А. М., Шендрик Т. Г. Производство синтетического жидкого топлива из углей // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1995. - № 1. – С. 3-11.
12. Осипов А. М., Шендрик Т. Г., Саранчук В. И. Анализ возможностей получения синтетического жидкого топлива из углей Украины // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1994. - № 3-4 – С. 101-125.

УДК 622.733-52

Д-р техн. наук В.П. Хорольский,
Д.В. Хорольский,
канд. техн. наук Е.К. Бабец
(Криворожский технический университет)

ТИПОВЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАГРУЗКОЙ БУНКЕРОВ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

Розроблені системи автоматизованого управління бункерами збагачувальної фабрики на базі сучасних мікропроцесорних контролерів.

MODEL AUTOMATED CONTROL SYSTEMS BY THE LOAD OF BUNKERS OF CONCENTRATING FACTORY

The automated control by the bunkers of concentrating factory systems on the base of modern microprocessor comptrollers are developed.

В проекте Государственной программы развития и реформирования предприятий горнометаллургического комплекса Украины до 2011 года [1] предусматривается, наряду с ростом производства железорудного сырья, внедрение автоматизации, современных АСУП и АСУТП предприятий. Одним из важнейших объектов автоматизации технологических процессов на обогатительных фабриках предприятий горнометаллургического комплекса (ГМК) являются бункера обогатительной фабрики. Как показали исследования [2, 3],

процесс изменения загрузки бункеров обогатительной фабрики (например, ОАО ЮГОК) является случайным процессом.

В то же время процесс разгрузки как отдельных отсеков бункера, так и групп отсеков, приходящихся на одну мельницу, является неравномерным и трудноконтролируемым.

Неравномерность разгрузки бункерных отсеков, отсутствие у оператора загрузочного устройства бункера оперативной информации о работоспособности питателей и мельниц, а также информации о степени загрузки отсеков по всей длине бункера приводит к тому, что в процессе загрузки бункера происходит переполнение отсеков с малой или равной нулю производительностью питателей и разгрузка отсеков с большой производительностью питателей.

Рассмотрим динамику изменения запасов материала в отсеках бункера для примера, приведенного на рис. 1, на котором схематично показаны: 1 – первый питатель; 2 – второй питатель; 3 – третий питатель; 4 – диаграмма производительности третьего питателя при забивке второго питателя; 5 – диаграмма производительности первого питателя; 6 – горизонтальный конвейер мельницы; 7 – направление движения горизонтального конвейера.

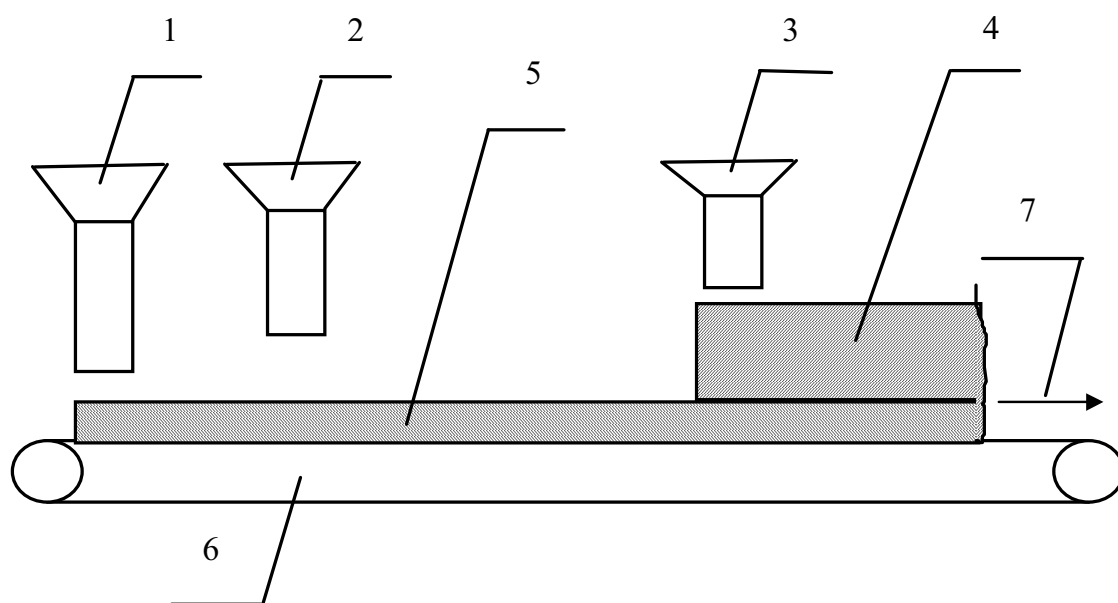


Рис. 1 – Пример изменения производительностей питателей.

Согласно уравнению материального баланса, динамика изменения запасов в i -ом отсеке бункера описывается формулой

$$M_i(t) = M_i(t_0) + \int_{t_0}^t (Q_{ax}^{(t)} F_i(t) - \sum_{j=1}^{n_i} Q_{ij}^{(t)}) dt, \quad (1)$$

где $M_i(t_0)$ - начальный запас материала в i -ом отсеке бункера в момент начала расчетов t_0 ; $M_i(t)$ - текущее значение запаса материала в i -ом отсеке бункера;

$Q_{\text{ex}}(t)$ - текущее значение входной производительности бункера (производительность загрузочного устройства); $F_i(t)$ - логическая функция, принимающая в зависимости от того, в какой из отсеков бункера производится загрузка материала, значение 1 или 0; n_i - параметр, определяющий количество подбункерных питателей, приходящееся на i -ый отсек; $Q_{ij}(t)$ - текущее значение производительности j -го питателя i -го отсека.

Согласно исследованиям, проведенным в [3],

$$Q_{ij} = f_a(h_1, h_2, \dots, h_{n_i}; r_1, r_2, \dots, r_{n_i}, Q_{M_i}^{(t)}), \quad (2)$$

где $h_i, i=1, 2, \dots, n_i$ - высота подвеса над лентой горизонтального конвейера i -го питателя; $r_i = fr(\lambda_1^l, \lambda_2^l, \lambda_n^l), i=1, 2, \dots, n_i$ - дискретная функция, определяющая работоспособность i -го питателя, в свою очередь, зависящая от случайных факторов $\lambda_1^l, \lambda_2^l, \lambda_n^l$, описанных в [3]; $Q_{M1}, Q_{M2}, \dots$ - текущее значение производительности загрузки руды в мельницу, которое определяется факторами $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_y$, учитывающими состояние самой мельницы, настройки системы автоматического регулирования процесса измельчения, параметров и степени усреднения исходного материала, загружаемого в мельницу и т.д.

Учитывая введенные обозначения, (2) представим в виде

$$Q_{ij}(t) = f_Q(h_1, h_2, \dots, h_{n_i}); f_r(\lambda_1^l, \lambda_2^l, \dots, \lambda_n^l); f_{Q_M}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_y) \quad (3)$$

Исходя из (3), получение точного значения для переменных Q_{ij} на основании статистических данных или путем косвенного учета всех перечисленных факторов невозможно. Поэтому для расчета текущего запаса материала в отсеках бункера необходимо выполнение прямых измерений значений переменных $Q_{\text{ex}}(t), Q_{ij}(t)$.

Прямое измерение значений $Q_{ij}(t)$ невозможно, т.к. не существует технологии такого измерения и средств контроля. Однако существуют средства контроля производительности загрузки материала в мельницу. Это конвейерные весы отечественного или зарубежного производства. Таким образом, если «укрупнить» задачу учета запасов, перейдя от расчета запасов по отсекам к расчету запасов мельниц (ЗПМ) по бункеру в целом, то уравнение материального баланса примет вид

$$M_i(t) = M_i(t_0) + \int_{t_0}^t (Q_{\text{ex}}^{(t)} F_i(t) - \sum_{j=1}^{n_i} Q_{ij}^{(t)}) dt, \quad (4)$$

где Q_i – суммарная производительность подбункерных питателей i -го отсека.

Расчет запаса по формуле (4) легко осуществляется при наличии средств контроля значений Q_{ex} и Q_i .

Организация расчета значения $M_i(t)$ по формуле (4) выгодно отличается от

(3) тем, что контроль значений Q_i может быть обеспечен с помощью стандартных датчиков. Однако такой подход к решению задачи учета запасов имеет ряд недостатков:

- в начале расчета необходимо знать значение $M_i(t_0)$, которое не всегда равно нулю. Это особенно важно для тех случаев, когда производится перезапуск системы автоматического учета запасов (САЗ) при сбоях в ее работе;

- в результате расчетов по формуле (4) происходит накопление ошибки интегрирования выражения $(Q_{\text{ex}}F_i - Q_i)_i$, что уже при незначительном времени работы САЗ вносит существенные погрешности в определение точного значения $M_i(t)$.

Для пояснения сказанного рассмотрим реальный пример. В качестве исходных данных возьмем следующие технологические и технические характеристики.

Плановая производительность подачи материала в бункер: $q_{\text{ex}}=3000$ т/ч.

Плановая производительность выгрузки материала из бункера: $q_{\text{блх}}=200$ т/ч. (для каждой шаровой мельницы).

Гарантированная точность измерения производительности по входу, выраженная в относительной ошибке, равна $\Delta q_{\text{ex}}=\pm 2\%$.

Гарантирования точность измерения производительности по выходу, выраженная в относительной ошибке, равна $\Delta q_{\text{блх}}=\pm 3\%$.

Для наихудшего возможного варианта примем, что знаки $\Delta q_{\text{блх}}$ и Δq_{ex} противоположны ($\Delta q_{\text{блх}}=+3\%$, $\Delta q_{\text{ex}}=-2\%$). Тогда

$$M_i^M(t) = M_i^M(t_0) - \int_{t_0}^t [(Q'_{\text{ex}} - \frac{2}{100}Q'_{\text{блх}})F'_i + \frac{3}{100}Q'_i] dt, \quad (5)$$

где Q'_{ex} и Q'_i - точные значения производительностей загрузки и выгрузки, соответственно.

$$M_i(t) = M_i(t_0) - \int_{t_0}^t [(Q'_{\text{ex}}(1 - 0.02)F'_i - Q'_i(1 + 0.03))] dt. \quad (6)$$

Приняв Q_{ex} и Q'_i постоянными, $F'_i=1$ и, подставив вместо Q'_{ex} и Q'_i их плановые значения, получим

$$M_i^M(t) = M_i^M(t_0) - (t - t_0) \cdot 2140. \quad (7)$$

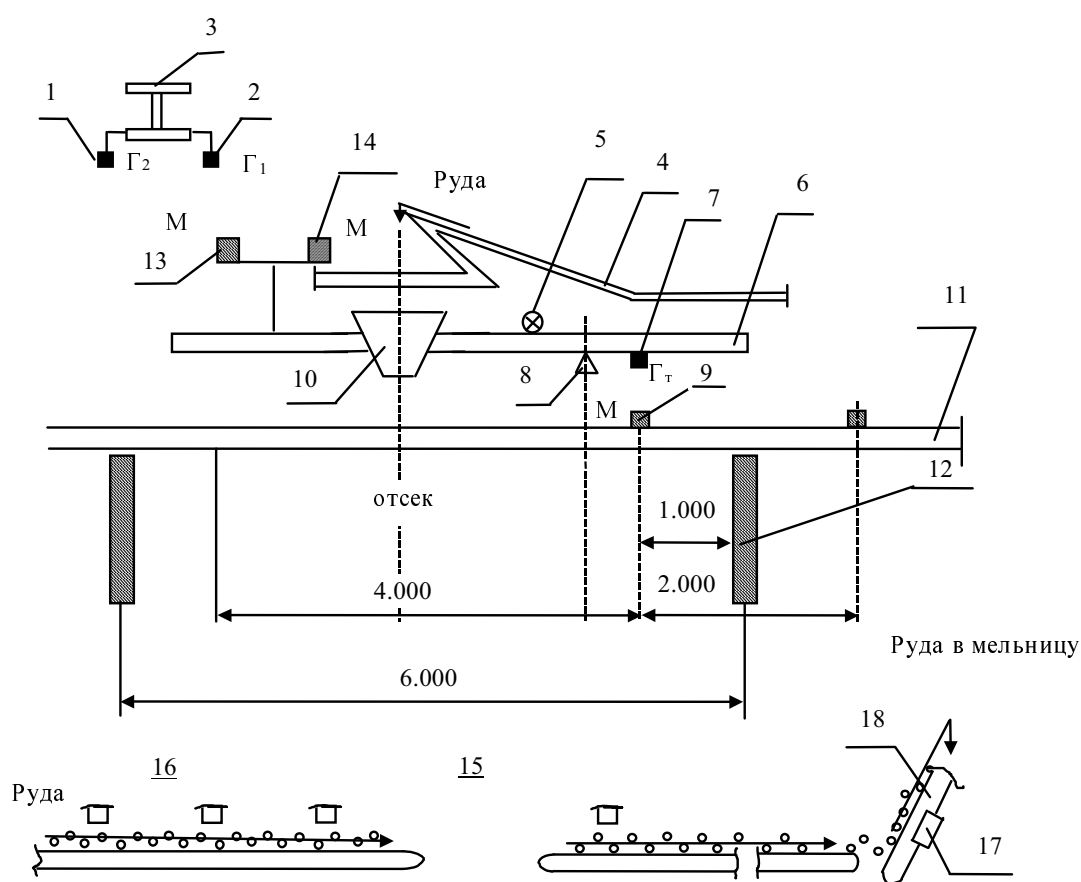
Для случая точных значений Q_{ex} и Q'_i ($\Delta q_{\text{блх}}=\Delta q_{\text{ex}}=0$)

$$M'_i(t) = M'_i(t_0) - (t - t_0) \cdot 2800. \quad (8)$$

Анализ расчетов, выполненных по формулам (7) и (8), показал, что при полезном объеме бункера $M_{\text{пл}}=1000$ т, уже через 1,5 часа ошибка расчета дос-

тигнет 10% от значения M_n . В действительности, из-за того, что значения F_i , Q'_{ex} , Q'_i в ходе технологического процесса загрузки-выгрузки бункера изменяются, эта ошибка будет меньше. Однако наличие постоянно накапливаемой ошибки интегрирования в любом случае требует коррекции, которая возможна только по результатам непосредственного измерения запаса в бункере [2].

С целью передачи информации в управляющий вычислительный комплекс обогатительной фабрики возникает необходимость автоматизировать процесс управления запасом руды в бункерах обогатительной фабрики с помощью современных датчиков контроля и микропроцессорного управления. На рис. 2 представлена технологическая схема объекта автоматизации, а на рис. 3 – микропроцессорная система управления автоматизированной системы учета запасов (АСУЗ) руды в бункерах обогатительной фабрики.



1 - датчик №2, определяющий положение тележки в зоне отсека; 2 - датчик №1, определяющий положение тележки в зоне отсека; 3 - балочное перекрытие; 4 - лента конвейера тележки; 5 - сигнализатор остановки тележки не в точке загрузки; 6 - подвижная рама тележки; 7 - датчик положения тележки, определяющий остановку в точке загрузки; 8 - датчик контроля уровня заполнения отсека бункера СА-171; 9 - датчик, определяющий остановку тележки в зоне загрузки; 10 - разгрузочные воронки тележки; 11 - внешнее ограждение тракта работы тележки; 12 - внутрибункерные разграничители отсеков; 13 - датчик №2, определяющий положение тележки в зоне отсека; 14 - датчик №1, определяющий положение тележки в зоне отсека; 15 - горизонтальный конвейер; 16 - подбункерные питатели; 17 - весы конвейерные; 18 - наклонный конвейер, подающий руду в мельницу.

Рис. 2 – Технологическая схема объекта автоматизации (АСУЗ).

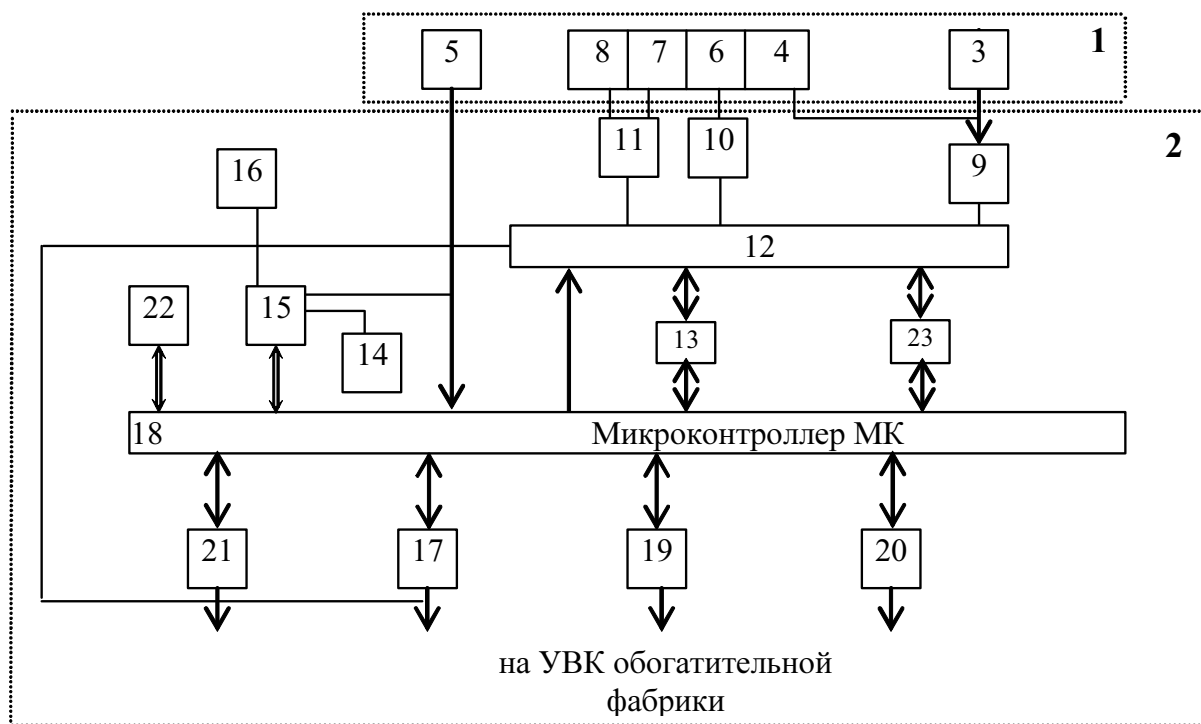


Рис. 3 – Микропроцессорная система управления автоматизированной системы учета запасов руды в бункерах обогатительной фабрики.

В системе управления использованы: 1 – измерительный модуль, каналы регистрации измерений. 2. В качестве датчиков использованы: датчики положения, веса, расхода руды 3-8. Сигналы с датчиков положения, веса и расхода руды после усиления (9-10-11) поступают на блок 12 мультиплексор (14) и далее в многоканальный АЦП (блок 13). Блок 14 – временной задержки (БВЗ), 15 – блок запуска измерений (БЗИ), 16 – приемник частотных сигналов (П), 17 – генератор синусоидальных сигналов (Г), 18 – микроконтроллер (МК), 19 – графический индикатор, 20, 21 – цифро-аналоговые преобразователи, 22, 23 – порты передачи данных.

Информация о положении тележки, уровне рудной массы, расходе рудной массы и состоянии тележки вырабатывается специальными датчиками (см. рис. 2 и рис. 3). Информация о состоянии наклонных телескопических питателей формируется вручную диспетчером с помощью электрических ключей, установленных на мнемощите диспетчерского пульта, микроконтроллер (МК) через ЦАП (блоки 20-21) управляет движением автостеллы, а блоки 17,19 предназначены для выдачи передачи сигналов в управляющий вычислительный комплекс (УВК) обогатительной фабрики.

Подсистема ввода информации АСУЗ включает в себя датчики объекта контроля (датчики положения тележки, датчики уровня рудной массы, датчики расхода (веса) рудной массы и датчики движения тележки автостеллы), органы управления (графический индикатор – 19 и сигнализацией, указатели работающих питателей), блок согласования сигналов входной информации и мультиплексор 12 входной информации.

Блок согласования сигналов входной информации предназначен для нормализации по уровню позиционных сигналов и гальванического разделения выходов датчиков и входов мультиплексора входной информации.

Сигналы с датчиков уровня рудной массы в бункере предварительно преобразовываются в двоичный параллельный код с помощью аналого-цифровых преобразователей, а затем через блок согласования сигналов также поступают на вход мультиплексора входной информации.

Мультиплексор входной информации представляет собой коммутирующее устройство, обеспечивающее, в зависимости от адреса, подключение соответствующей группы позиционных сигналов или параллельного кода уровня.

АСУЗ бункеров обогатительной фабрики является подсистемой АСУТП обогатительной фабрики, которая выполнена с использованием базовой автоматизации (уровень связи с процессом), локальной системы управления и контроля с системой индикации и сигнализации. В нее также входит центральная система управления (УВК) с системой индикации / сигнализации и интерфейса для связи с АСУПом.

Информация с МК поступает на вход УВК обогатительной фабрики типа SIMATIC 55 [4] и предусматривает использование устройств автоматизации циклом загрузки шаровых мельниц типа S5-155 и фирмы SIEMENS (Германия). Такой подход позволяет разгрузить центральный процессор УВК от посторонних задач функции интерфейсов и позволяет системе АСУЗ работать автономно.

Таким образом, в работе разработана типовая система автоматизированного учета загрузки бункеров обогатительной фабрики, являющаяся подсистемой АСУТП обогатительной фабрики. Такая система позволяет оперативно контролировать запас руды в отдельных отсеках бункера и позволяет операционному персоналу в темпе с процессом равномерно распределять и усреднять по крупности и качеству исходный материал, поступающий из дробильной фабрики, снижать простои подбункерного оборудования, предотвращать аварийные ситуации и сбои с подачей руды в шаровые мельницы первой стадии измельчения, снизить удельные расходы электроэнергии на 1-2% в первой стадии измельчения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Державна програма розвитку та реформування гірничо-металургійного комплексу на період до 2011 року. Кабінет Міністрів України. Постанова від 28 липня 2004 р. – № 967.
2. Барский Л.А., Козин В.З. Системный анализ в обогащении полезных ископаемых. М.: Недра. – 1978. – 486 с.
3. Бабец Е.К. Разработка оптимальной стратегии управления загрузкой бункеров обогатительных фабрик // Збагачення корисних копалин: Науково-технічний збірник. – Дніпропетровськ. – Вип. 19(60). – 2004. – С. 108-113.
4. Schnittstellensoftware crmögeicht globalen Zugriff auf Prossdaten Schmidtmeier Jürden // Пром. АСУ и контроллеры, 2001, – №8. – С. 37-41.