

---

---

**Раздел 4**

**Энергетика.  
Автоматизация и  
вычислительная  
техника**

УДК 681.532.33

Т.И. СИВЕРСКАЯ, А.С. ЗЕЛЕНОВ

(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ БРИКЕТИРОВАНИЯ ИЗВЕСТИ НА УЧАСТКЕ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА КОНВЕРТЕРНОГО ЦЕХА АО «АРСЕЛОРМИТТАЛ ТЕМИРТАУ»**

**Аннотация.** Статья посвящена разработке автоматизированной системы брикетирования извести на участке подготовки производства конвертерного цеха. Выбраны первичные измерительные преобразователи, аварийные тросовые и концевые выключатели. Рассмотрено применение двухуровневой системы управления структурой технологического процесса брикетирования извести. Выполнен сравнительный анализ применения выбранных датчиков уровня и скорости. Приведены их технические характеристики. Рассмотрена целесообразность применения автоматизированной системы брикетирования извести на участке подготовки производства конвертерного цеха АО «АрселорМиттал Темиртау».

**Ключевые слова:** Брикетирование извести, конвертор, автоматизированная система, датчики уровня, датчики скорости, концевые выключатели.

Широкое внедрение систем автоматизации приносит народному хозяйству кроме прямого экономического эффекта существенный организационный эффект, так как требует специалистов высокой квалификации и, следовательно, повышает общий уровень организации производства и его культуры, улучшает стиль и эффективность руководства [1].

В металлургической промышленности применение современных средств и систем автоматизации позволяет решать следующие задачи:

1) Ведение процесса с производительностью, максимально достижимой для данных производительных сил, автоматически учитывая непрерывные изменения технологических параметров, свойств исходных материалов и полуфабрикатов, изменения в окружающей среде, а также ошибки операторов (человеческий фактор);

2) управлять процессом, постоянно учитывая динамику производственного плана для номенклатуры выпускаемой продукции путём оперативной перестройки режимов технологического оборудования, перераспределение работ на однотипном оборудовании;

3) автоматически управлять процессами в условиях, вредных или опасных для человека [2].

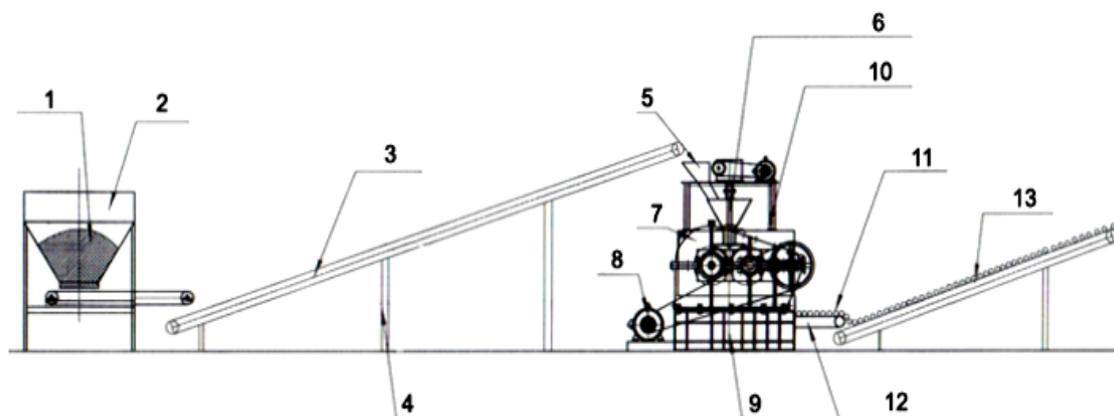
В любом современном конвертерном цехе для выполнения операций загрузки сыпучих материалов применяются специализированные локальные системы подачи сыпучих материалов в конвертер. Данные системы выполняют функции по взвешиванию и подаче сыпучих материалов в определенной последовательности. На участках подачи сыпучих материалов устанавливаются специальные грохота, на которых происходит отсев мелких фракций извести и доломита которые в дальнейшем попадают в отсевной бункер. В результате этих действий образуется большое количество известковой пыли, которую в таком виде невозможно добавлять в конвертер [3].

Одной из основных проблем в конвертерном цехе является известковая пыль, образующаяся при транспортировке извести по конвейерам от цеха обработки извести к тракту подачи сыпучих материалов конвертерного цеха. К наиболее пыльным рабочим местам относятся места машинистов скиповых подъемников, и собственно весь тракт. Пыль, образующаяся при пересыпке с конвейера на конвейер, оказывает негативное воздействие на человека и может вызвать профессиональные заболевания дыхательных путей. Поэтому необходимо применение эффективной системы удаления пыли для уменьшения ее концентрации на рабочих местах.

#### Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

Мелкие фракции невозможно использовать в технологическом процессе и поэтому данные материалы вывозили на склад временного хранения, где данный материал просто лежал. Для дальнейшего использования данного материала его следует спрессовать в брикеты и снова отправить по конвейерам в конвертер. Систему брикетирования извести необходимо автоматизировать. В данной системе для управления сложным технологическим процессом следует применить современные средства измерения, контроля и обработки всей поступающей информации, что приведет к более качественному получению брикетов и соответственно к улучшению качества производимой стали.

На данном объекте отсутствует система автоматики и контроля технологического процесса. Визуально просмотреть схему технологического процесса можно на рисунке 1. Для запуска и остановки оборудования используются кнопки управления отдельно для каждого. Контроль заполнения бункера ведется визуально, так же визуально ведется контроль за работой конвейеров и остального оборудования. Ход шибера ограничивается концевыми выключателями. Сила спрессовывания материала определяется оператором по показаниям амперметра установленного в статорную цепь электродвигателя гидростанции пресса.



- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1. Сырьевой материал            | 8. Двигатель   |
| 2. Номинальная емкость          | 9. Основание   |
| 3. Конвейер                     | 10. Машина для брикетирования сухого порошка под высоким давлением |
| 4. Рама                         | 11. Конечная продукция   |
| 5. Входное отверстие            | 12. Разгрузочный конвейер  |
| 6. Шнековое подающее устройство | 13. Конвейер   |
| 7. Редуктор                     |  |

Рисунок 1. Схема технологического процесса брикетирования извести

Основной задачей является разработка автоматизированной системы брикетирования извести с целью повышения качества получаемых брикетов, в связи с этим необходимо разработать систему автоматизации, основанную на современных компонентах, а именно применение современных средств измерения, обработки и анализа поступающих сигналов, разработки алгоритмов и программ работы автоматизированной системы управления технологическими процессами.

Основные функции, которые выполняет данная система, это контроль и управление заданной нагрузки пресса, подпрессовщика и шнекового конвейера. Контроль над данными технологическими параметрами может осуществляться с помощью первичных измерительных преобразователей.

Первый параметр, который необходимо контролировать, это уровень сыпучего материала на отсеивном бункере. Для измерения уровня необходимо применить датчик уровня. Дан-

#### Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

ный датчик будет эксплуатироваться в закрытом, не отапливаемом помещении конвертерного цеха отделения подготовки производства. Температура в данном помещении в зависимости от времени года находится в пределах от  $-35$  до  $50^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность окружающего воздуха до 82% [4].

Данный датчик должен измерять уровень сыпучего материала находящегося в отсежном бункере. Измерение уровня для отсежных бункеров 17 м. Максимальная погрешность при измерении уровня может находиться в пределах  $\pm 50$  мм. Выбираем датчик для измерения уровня фирмы «EchoTREK»[5]. Датчик выбираем из серии ультразвуковых уровнемеров, модель EchoTREK STD/SBD 300serirs. Ультразвуковой уровнемер EchoTREK STD/SBD 300serirs может применяться для непрерывного измерения уровня жидкостей и сыпучих продуктов практически в любой отрасли промышленности.

Благодаря своему принципу действия, эффективному ПО и некоторым конструктивным особенностям, прибор может надежно работать в таких условиях, где многие другие приборы сталкиваются с серьезными проблемами. Присутствие негативных факторов по типу запыленности, шумов наполнения или неровных поверхностей не является препятствием для этого устройства. Диапазон измерения по сравнению с жидкостным уровнемером также увеличен в два раза. Данный датчик был выбран из того, что он подходит для измерения сыпучих материалов, и хорошо зарекомендовал себя во время работы на заводе по переработке известняка Nordalk в Польше.

Основные технические характеристики ультразвукового уровнемера EchoTREK STD/SBD 300serirs приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные технические характеристики датчика EchoTREK STD/SBD 300serirs

Параметр	Значение
Диапазон измерения, м	от 0,5 до 60
Давление, бар	0,7-1,1
Точность, %	$\pm 0,2$
Питание, В	$\pm 24$
Рабочий диапазон температур, $^{\circ}\text{C}$	от $-40$ до $+75$
Относительная влажность, %	от 45 до 75
Класс защиты	IP 65

Второй параметр, который необходимо контролировать – это скорость конвейеров. Для измерения скорости конвейеров применим датчики контроля скорости. Все датчики скорости которые следует установить на конвейера будут эксплуатироваться в таких же условиях как и предыдущий датчик уровня.

Скорость вращения конвейеров находится в диапазоне от 750 до 1400 оборотов в минуту. Максимальная погрешность при контроле скорости  $\pm 10$  об/минуту. На каждом конвейере установим по одному датчику скорости на неприводном барабане. При равномерном вращении барабана данные с датчика поступают в контроллер, где и происходит контроль работы конвейера.

В качестве датчиков контроля скорости можно использовать бесконтактные индуктивные датчики. Принцип работы индуктивных датчиков основан на изменении амплитуды колебаний генератора при внесении в активную зону датчика металлического, магнитного, ферритмагнитного или аморфного материала определенных размеров. В качестве датчика скорости выбираем датчик скорости ДКС-М30-81У-1113-ЛА.01 фирмы «Сенсор», т.к. данная

#### Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

продукция оптимально подходит нам по соотношению цена качество [6]. Основные технические характеристики приведены ниже в таблице 2.

Таблица 2. Основные технические характеристики датчика скорости ДКС-М30-81У-1113-ЛА.01

Параметр	Значение
Принцип действия	ДКС
Номинальное расстояние срабатывания (Sn), мм	10
Гарантированный интервал срабатывания (Sa), мм	0 – 8,1
Диаметр или максимальный размер активной поверхности, мм	30
Диапазон контролируемых частот ДКС, Гц	0,1 – 2,5
Функция коммутационного элемента	НО и НЗ контакт
Наличие регулировок	Регулировка чувствительности
Диапазон рабочих напряжений питания, В	10 – 30 В
Температура окружающей среды для нормального исполнения, С	-45...+80 С
Влажность окружающего воздуха	<90%
Параметр	Значение

Также для данной системы автоматизации необходимо выбрать аварийные тросовые выключатели и концевые выключатели схода ленты конвейеров.

На каждом конвейере устанавливается по два аварийных тросовых выключателя. Функция аварийной остановки реализуется нормально замкнутыми контактами с принудительным замыканием в соответствии с принципом замкнутой цепи. Выбираем выключатель типа HEN из каталога «Vossloh Kiere» лидера в производстве концевых выключателей безопасности.

Концевые выключателя схода ленты будут работать в идентичных условиях описанных для датчиков контроля скорости и уровня. На каждом конвейере устанавливается по четыре концевых выключателя схода ленты. В качестве датчика контроля схода ленты выбираем датчик ДКСЛ тип MAS 001 из каталога «Vossloh Kiere», который будет использоваться для контроля бокового смещения ленты конвейеров непрерывного действия. Датчик контроля бокового смещения MAS 001, служит для защиты лент конвейеров от повреждений или разрыва вследствие бокового смещения. Подающие конвейерные установки, во избежание пересыпания материала или нарушения режима работы, могут своевременно отключаться.

Также дополнительно на шиберный затвор отсевного бункера установлены концевые датчики положения шиберного затвора. Данные датчики установлены на конечных положениях шиберного затвора, для определения закрытого или открытого положения.

После обработки и анализа полученной информации с первичных измерительных преобразователей и выключателей контроллер в зависимости от работы программы выдает сигнал на запуск изменения скорости вращения или остановку того или иного оборудования.

В нашем случае самой оптимальной структурой управления технологическим процессом являться двухуровневая структура:

- 1) нижний уровень (оборудование нулевого уровня датчики, концевые выключатели);
- 2) верхний уровень – (частотные преобразователи и контроллер, управляющий технологическим процессом) [7].

Данная система должна контролировать и управлять большим количеством технологических параметров. Поэтому следует выбрать такую систему, которая способна принимать и

## **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

формировать необходимые сигналы для управления и контроля системой брикетирования извести, а также имела возможность обеспечить связь с внешним уровнем управления производства при необходимости.

Нижний уровень будет включать первичные измерительные преобразователи, а именно: датчики скорости, датчик для измерения уровня, датчики положения и датчики безопасности (аварийные тросовые выключатели).

Верхний уровень будет включать в себя контроллер частотные преобразователи и дополнительное оборудование [8]. Для упрощения монтажа системы и экономии средств логично будет использовать систему распределенного ввода/вывода. Основная станция управления Simatic S7-300 будет находиться в шкафу локального пульта управления, которая и будет осуществлять основные функции по управлению технологическим процессом системы брикетирования извести [9].

Разработка автоматизированной системы управления брикетирования извести приведет к повышению качества получаемых брикетов и соответственно улучшение качества производимой стали.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 Кунтуш Е.В., Сиверская Т.И. Применение энергосберегающих технологий в конверторном производстве//Научно-технический прогресс в металлургии: труды VIII Международной научно-практической конференции – Темиртау, 2015 – с. 146 – 149.

2 Глинков Г.М., Маковский В.А. АСУ ТП в черной металлургии. Учебник для вузов. – М.: Металлургия, 1999. – 310 с.

3 Берг И.Т., Современные системы транспортировки сыпучих материалов, Металлург. – 2005. – №10. – с.26-29.

4 Спичак Е.В. Модернизация автоматизированной системы управления подачей сыпучих материалов в конвертер // Вестник КГИУ – Темиртау, 2014 – № 1(4) – с. 60 – 64.

5 Ультразвуковые уровнемеры EchoTREK [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://td-str.ru/file.aspx?id=2041>. – Загл. с экрана.

6 Справочник датчики/ под ред. Готры З.Ю., Чайковского О.И. – Львов: – Каменьяр, – 1995. – 312 с.

7 Преобразователи частоты в энергосбережении – АО «Ижевский радиозавод» [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013. – Режим доступа: <http://www.irz.ru/news/publish/9>, свободный. – Загл. с экрана.

8 Эффективность внедрения систем с частотно-регулируемыми приводами [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.gu-sta.ru/> свободный. – Загл. с экрана.

9 Каталог фирмы Siemens «Simatic S7-300». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://electrosiemens.ru/Page91.aspx>. – Загл. с экрана.

Т.И. Сиверская, А.С. Зеленев

**АҚ “Арселормиттал Теміртау” конвертер цехының аралық жерлерде белгілі автоматтандырылған жүйелерде әк брикеттеуді әзірлеу**

**Аңдатпа.** Мақала конвертер цехының аралық жерлерде белгілі автоматтандырылған жүйелерде әк брикеттеуді әзірлеуге арналған. Бастапқы өлшеу түрлендіргіштер, авариялық тростық және шеткі ажыратқыштар таңдалып алынды. Әк брикеттеу үрдісінде екі деңгейлі технологиялық процесс құрылымы бойынша басқару жүйесін қолдану. Датчиктер деңгейлі мен жылдамдығы таңдалып, салыстырмалы талдау орындалды. Олардың техникалық сипаттамалары кестеде келтірілді. Әк брикеттеуде автоматтандырылған жүйесін қолдану орындылығы қаралды.

**Түйін сөздер:** АҚ “Арселормиттал Теміртау” конвертер цехының аралық жерлерде белгілі әк брикеттеу, конвертор, автоматтандырылған жүйе, деңгей датчиктері, жылдамдық датчиктері, шеткі ажыратқыштар.

T.I. Siverskaya, A.S. Zelenov

**Development of an automated briquetting system in the lime preparation area of production of the Converter shop of JSC “ArcelorMittal Temirtau”**

**Abstract.** The article is devoted to the development of an automated briquetting system in the lime preparation area production Converter shop. Selected primary measurement converters, alarm cable and limit switches. Considered the prima-kit two-tier system of management structure of the technological process bittirova-tion of lime. Comparative analysis of selected applications of level sensors and speed. Given their technical characteristics. Examined the feasibility of using an automated system of briquetting the lime preparation area of production of the Converter shop of JSC “ArcelorMittal Temirtau”.

**Key words:** Briquetting of lime, Converter, automated system, level sensors, speed sensors, limit switches.

УДК 621.311.153

А.В. ГУРУШКИН, А.Л. НЕПОЧАТОВ, А.К. АЯГАНОВ  
(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

**ЭТАПЫ ЭНЕРГОАУДИТА – ШАГ НА ПУТИ К ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ  
И ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

**Аннотация.** Энергоэффективность – это одно из приоритетных направлений развития Республики Казахстан. При помощи энергоаудита определяются основные направления энергосбережения и энергоэффективности. В статье рассмотрены особенности, а также проблемы одного из самых важных и сложных этапов, а именно этап подготовки и сбора информации – первого этапа энергоаудита. Рассмотрены процедуры сбора информации об обследуемом объекте, оценки объема и сложности выполняемых работ, составление опросных листов.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, этапы энергоаудита, энергоаудит, энергосбережение, правила проведения энергоаудита, заключение энергоаудита.

Ответом на резкий подъём цен на топливных рынках в 70-х годах, стала программа энергосбережения энергоресурсов. На сегодняшний момент энергосбережение является приоритетным направлением политики многих стран мира, международных организаций и союзов топливно-энергетического направления. Казахстан, являясь членом международного сообщества, так же участвует в развитии программы энергосбережения и международного сотрудничества по данному направлению [1].

В 1997 году в Казахстане был принят первый закон о внедрении программы энергосбережения [2]. Дальнейшее развитие законодательной базы по данному направлению сформировало новую редакцию закона от 13 января 2012 года [3]. Нужно отметить, что на данный момент закон от 13 января 2012 года является фундаментальным документом регулирующим и регламентирующим правовые отношения между участниками программы (государством, субъектами энергетического реестра и энергоаудиторскими компаниями), формы и содержания документов, а также правила и нормативные акты в области энергосбережения.

Другим базисным документом, утвержденным приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан Исекешевым А.О. (уполномоченный орган в области энергосбережения и энергоэффективности) является приказ, утверждающий и регламентирующий правила проведения энергоаудита [4].

Данный документ устанавливает основные требования к системе планирования и времени проведения энергетических обследований, оформлению результатов проведенного энергоаудита в виде финального документа.

Далее будет рассмотрен один из сложнейших этапов проведения энергетического обследования, а именно подготовительный этап.

Право проведения энергетического обследования субъектов энергетического реестра РК имеют те организации, которые прошли аккредитацию в уполномоченном органе РК [5]. Кроме этого, эксперты энергоаудиторы непосредственно выполняющие работы по обследованию и составлению отчетов должны быть аттестованы и состоять в реестре энергоаудиторов РК [6]. Работы по энергетическому обследованию делятся на 4 этапа с учетом сезонных характеристик обследуемого объекта (здания, строения сооружения или технологического процесса):

- 1) подготовительный;
- 2) измерительный (испытательный);

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

- 3) аналитический;
- 4) заключительный.

К первому этапу можно смело отнести такой сложный вопрос, как сбор информации об обследуемом объекте и оценка объема и сложности выполняемых работ на дальнейших стадиях проведения энергоаудита.

Нужно учитывать, что даже типичное здание обладает теми или иными характеристиками, которые сложно учесть или просчитать, не говоря уже о технологических линиях, которые иногда являются уникальными. Например, даже обычный пятиэтажный жилой дом может быть по-разному оснащен приборами учета и иметь переделанную систему отопления и электроснабжения, а также реконструкцию ограждающих конструкций. Как результат, специалистам энергоаудиторской компании крайне трудно определить временные рамки проведения работ, количество требуемых специалистов и затраты на проведение инструментальных замеров. Оптимальным выходом в данной ситуации является передача заказчику опросных листов, на основании которых будет произведен расчет времени объема проводимых работ. Соответственно в опросном листе должны быть перечислены все характерные особенности энергопотребления объекта, ответственные лица и их контактные данные. Таким образом, только получив в полном объеме достоверные данные по объектам заказчика, становится возможным выполнить расчеты и оценить уровень финансовую составляющую проекта.

Следующим шагом на подготовительном этапе является составление программы проведения энергоаудита, в которой прописываются сроки выполнения работ и ответственные лица. К данному документу прилагается соответствующий регламент приборных измерений, а также полный перечень объектов, находящихся на балансе заказчика. Кроме этого, энергоаудиторская компания формирует перечень необходимых сведений и документов, которые предоставляются в случае их наличия. Данные могут запрашиваться исходя из потребностей энергоаудиторской компании, некоторые из которых перечислены в правилах проведения энергоаудита, например:

1) План мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности, разработанный по итогам предыдущего энергоаудита и результаты его исполнения. Данные такого рода необходимы при прохождении повторного энергоаудита;

2) Объемы добычи, производства, потребления, передачи энергетических ресурсов и воды за пять последовательных лет, предшествующих энергоаудиту. Эта информация, как правило, берется из бухгалтерских документов заказчика, но это не всегда возможно в силу специфики функционирования предприятия заказчика. Энергоаудиторское предприятие напрямую использует эти данные для формирования энергетического баланса потребления заказчика;

3) Состав основных зданий, строений, сооружений и их характеристики (назначение объекта и его составляющие (пристройки), инженерные системы, класс энергоэффективности, дата постройки, этажность здания, материал стен и крыш, площадь остекления и вид остекления, кубатура, общая площадь). Данные такого рода используются энергоаудиторской компанией для формирования расхода энергии на отопление для поддержания температурного баланса внутри здания;

4) Сведения об источниках энергоснабжения и параметрах энергоносителей. Эти данные заносятся в заключение об энергоаудите как опорные значения энергопотребления;

5) Фактическое энергопотребление на единицу продукции и (или) расход энергетических ресурсов на отопление на единицу площади или отапливаемого объема зданий, строений, сооружений. Данная информация используется для расчета экономической эффективности энергосберегающих мероприятий по результатам проведения энергоаудита. Хотелось бы заметить, что учет затрат энергии на единицу продукции ведется на всех предприятиях, но затраты отопления на единицу площади или отапливаемого объема как правило не учитыва-

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

ется. Запрос таких данных часто приводит в замешательство заказчика, хотя расчет этих значений достаточно прост;

6) Сведения об энергетическом и технологическом оборудовании;

7) Класс энергоэффективности электрического энергопотребляющего устройства. Данную информацию как правило заказчик не может предоставить, в силу того, что большая часть оборудования была закуплена и установлена до разработки и утверждения Закона «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» и требует испытаний и расчетов;

8) Сведения о приборах учета и контроля. Данные очень важны для проведения энергоаудита. Они определяют количество и места инструментальных измерений. Контроль потребляемой энергии является главным направлением повышения энергоэффективности;

9) Сведения о системах электроснабжения, теплоснабжения, вентиляции, холодоснабжения, водоснабжения, воздухообмена, канализации, газоснабжения. Конструктивные особенности энергоснабжения являются одним из направлений внедрения энергоэффективных предложений по итогам проведенного энергоаудита;

10) Копия предыдущего заключения по энергоаудиту. Заключение даст характеристику уже имеющейся ситуации по состоянию и проводимым мероприятиям по повышению энергоэффективности;

11) Сведения об организации работы системы энергоменеджмента. Энергоменеджмент является одним из важнейших направлений по выявлению узких мест в области энергоэффективности и разработке мероприятий по их устранению, что в свою очередь напрямую влияет на уменьшение потребления энергоресурсов.

12) Сведения о соглашении с уполномоченным органом РК в области энергосбережения и повышения энергоэффективности [7].

Финалом подготовительного этапа являются пакет документов, собранный энергоаудиторской компанией в состав, которого входит перечень сведений и документов, необходимых для проведения энергоаудита. Передача документов Заказчику оформляется соответствующим актом приема-передачи. Также Заказчику передается программа проведения энергетического обследования с указанием объемов, планом мероприятий планируемых работ, разбитых по времени и регламентом выполнения инструментальных замеров. Данный документ согласовывается сторонами и утверждается для дальнейшего его выполнения. Нужно также отметить, что после реализации всех этапов энергоаудита, Заключение о проведенном энергоаудите отправляется для анализа Национальному институту развития в области энергосбережения и повышения энергоэффективности (далее – НИРЭЭ) [8].

Таким образом, подготовительный этап энергоаудита является отправной точкой и основой для проведения всех основных этапов энергетического обследования. Во многом от качества выполненной работы будет зависеть эффективность и целесообразность всей практической составляющей будущего энергетического обследования, поэтому вопросы подготовки являются очень важными.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 Постановление Правительства Республики Казахстан. Об утверждении Программы "Энергосбережение - 2020": утв. 29 августа 2013 года, № 904.

2 Республика Казахстан. Закон РК. Об энергосбережении: принят 25 декабря 1997 года.

3 Республика Казахстан. Закон РК. Об энергосбережении и повышении энергоэффективности: утв. 13 января 2012 года.

4 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан. Об утверждении правил проведения энергоаудита от 31 марта 2015 года, № 400: зарегистрированный в Министерстве юстиции Республики Казахстан 22 июля 2015 года, № 11729.

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

5 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан. Об утверждении правил аккредитации в области энергосбережения и повышения энергоэффективности от 30 января 2015 года № 90: зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 13 марта 2015 года, № 10421.

6 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан. Об утверждении правил проведения аттестации кандидатов в энергоаудиторы от 30 ноября 2015 года № 1123: зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 28 декабря 2015 года, № 12587.

7 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан. Об утверждении типового соглашения в области энергосбережения и повышения энергоэффективности от 31 марта 2015 года № 390: зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 2 июня 2015 года, № 11246.

8 Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан. Об утверждении правил проведения анализа заключений энергоаудита от 30 ноября 2015 года № 1129: зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 26 декабря 2015 года, № 12542.

А.В. Гурушкин, А.Л. Непочатов, А.К. Аяганов

**Энергоаудит сатылары – энергоүнемдеу мен энерготииімділікті арттыру жолдарына бастау болатын қадамдар**

**Аңдатпа.** Энерготииімділік – бұл Қазақстан Республикасының даму бағыттарының бірі. Энергоаудит көмегімен энергоүнемдеу мен энерготииімділіктің негізгі бағыттары анықталады. Мақалада аса күрделі және маңызды сатының бірі, яғни энергоаудиттің бірінші сатысы – ақпаратты жинау мен дайындау сатысының мәселелері мен ерекшеліктері қарастырылды. Зерттелетін объект бойынша ақпаратты жинау, орындалатын жұмыстың күрделілігі мен көлемін бағалау, сұрақ-жауап парақтары мен орындалатын жұмыстарға сметаларды құрастыру үрдістері қарастырылды.

**Түйін сөздер:** энерготииімділік, энергоаудит сатылары, энергоаудит, энергия үнемдеу, энергия аудит ережелері, энергетикалық аудит пікірі.

A.V. Gurushkin, A.L. Nepochatov, A.K. Ayaganov

**Energy Audit Steps - steps towards energy saving and energy efficiency**

**Annotation.** Energy efficiency – is one of the priorities of the Republic of Kazakhstan. The main directions of energy saving and energy efficiency With energy audit. The article describes the features and problems of one of the most important and challenging stages, namely preparation phase and information gathering - the first stage of the energy audit. The procedure of collecting information on the inspected object, estimate the volume and complexity of work, drawing up questionnaires.

**Keywords:** energy efficiency, energy audit, energy audit steps.

УДК621.313

Е.В. КУНТУШ, А.А. МАКСАТОВ

(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

### ПРИМЕНЕНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА В ЭНЕРГОСИСТЕМАХ ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

**Аннотация.** Статья посвящена применению частотно-регулируемого привода в коммунальном хозяйстве. Приведены механические характеристики для нагрузок различного типа. Рассмотрены потери энергии в технологическом процессе. Показаны пути минимизации потерь. Произведено сравнение способов регулирования давления в трубопроводах. Выполнен сравнительный анализ этих способов. Приведены графические зависимости: механические характеристики типичных нагрузок, сравнение характеристик при различных способах управления, характеристики насосного агрегата и сети с частотным регулированием, изменение КПД насосного агрегата. Предложен способ повышения энергоэффективности. Рассмотрена целесообразность применения частотно-регулируемого привода для управления насосами и вентиляторами.

**Ключевые слова:** Частотно-регулируемый привод, асинхронный двигатель, энергосбережение, насос, потери.

В настоящее время все большее распространение приобретает использование частотно-регулируемого привода (ЧРП), выполненного на основе асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором. Частотный преобразователь в комплекте с асинхронным электродвигателем позволяет заменить электропривод постоянного тока. Известно, что регулирование частоты вращения исполнительных механизмов можно осуществлять при помощи различных устройств: механических вариаторов, гидравлических муфт, дополнительно вводимыми в статор или ротор резисторами, электромеханическими преобразователями частоты, статическими преобразователями частоты. Применение первых четырех устройств не обеспечивает высокого качества регулирования скорости, неэкономично, требует больших затрат при монтаже и эксплуатации. Статические преобразователи частоты являются наиболее совершенными устройствами управления асинхронным приводом в настоящее время [1].

Зависимость между скоростью вращения и моментом сопротивления неодинаковы для нагрузок разного типа (рисунок 1) [2]. Многие нагрузки могут рассматриваться как имеющие постоянный момент во всём диапазоне изменения скорости. К ним относятся, например, конвейеры, компрессоры и поршневые насосы.

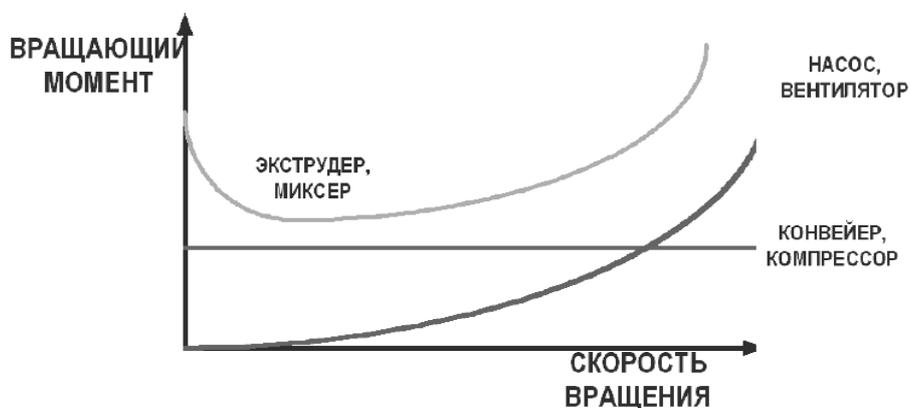


Рисунок 1. Механические характеристики типичных нагрузок

## Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

Некоторые виды нагрузки имеют переменную механическую характеристику, для которой момент нагрузки возрастает с увеличением скорости вращения. В коммунальном хозяйстве широко используются центробежные насосы и вентиляторы, чья механическая характеристика описывается уравнением квадратичной параболы, а значит, потребляемая мощность пропорциональна кубу скорости вращения. Из этого следует, что даже небольшое снижение скорости электропривода может дать значительный выигрыш в мощности – вот почему экономия электроэнергии является главным преимуществом использования управляемого электропривода для насосов и вентиляторов. Теоретически снижение скорости на 10% даёт тридцати процентную экономию мощности.

Потери энергии в технологическом процессе зависят от расхода сети (технологической нагрузки), определяемого потребителем, и потерь напора на оборудовании насосной станции которые определяются гидравлическим сопротивлением элементов схемы. Для организации технологического процесса с минимальными энергетическими потерями необходимо, в первую очередь, снизить потери напора между трубопроводом насосного агрегата и сетью потребителей.

Для решения задачи минимизации потерь, связанных с регулированием давления в сети, необходимо исключить дополнительные гидравлические сопротивления на участке от насосного агрегата до сетевого трубопровода, то есть необходимо полностью открыть всю запорно-регулирующую арматуру.

Это можно сделать, если процесс регулирования давления передать насосному агрегату.

Перспективность частотного регулирования наглядно видна из рисунка 2.

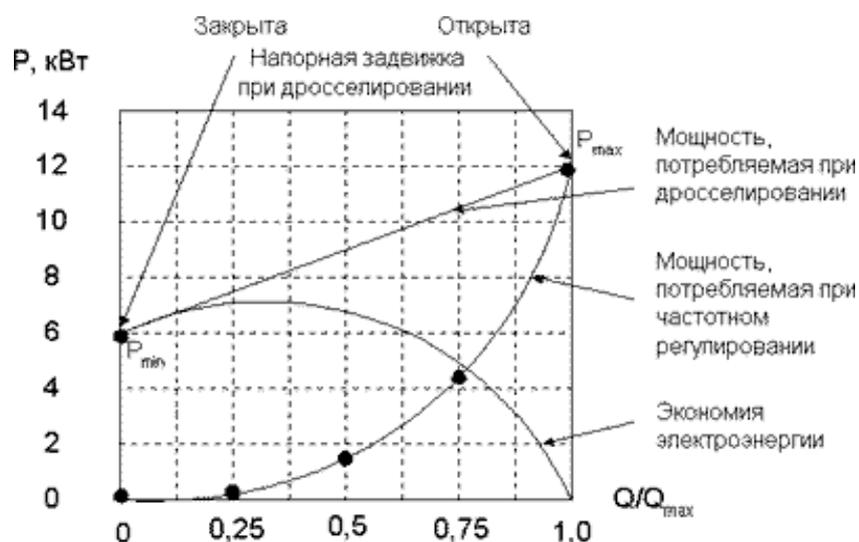


Рисунок 2. Сравнение характеристик при дросселировании и частотном управлении

Таким образом, при дросселировании поток вещества, сдерживаемый задвижкой или клапаном, не совершает полезной работы. Применение преобразователя частоты, регулирующий электропривод насоса, позволяет задать необходимое давление, что обеспечит не только экономию электроэнергии, но и снизит потери транспортируемого вещества [3].

Одним из главных способов повышения энергоэффективности является оснащение вновь построенные или уже эксплуатируемых зданий автоматическими индивидуальными тепловыми пунктами и управляемыми насосными узлами с погодозависимым регулированием. В итоге потребление тепла становится динамическим. Соответственно, на источниках теплоты также необходимо изменять его подачу таким образом, чтобы в сети не циркулировал перегретый теплоноситель. В большинстве случаев вопрос решается дросселированием:

в систему с перекачивающими насосами ставятся специальные задвижки, которые уменьшают расход воды.

У названного способа есть ряд недостатков:

- Сложности в применении, обслуживании, эксплуатации. Во-первых, асинхронные двигатели насосов подключаются к электрической сети напрямую. Во-вторых, дополнительные дроссели и клапаны нуждаются в системе управления;
- Давление в линии меняется неоперативно и ступенчато, что обуславливает низкий диапазон регулирования;
- «Прямой» пуск асинхронных двигателей насосных агрегатов из-за высоких значений пусковых токов в сети губителен для двигателей и повышает вероятность возникновения гидроударов в трубопроводах.

Кроме всего вышеперечисленного, дросселирование неэкономично. Даже при отсутствии потребления насосы продолжают работать «на заслонку», попусту перегоняя теплоноситель. Бессмысленно тратятся и тепло, и электроэнергия.

Теория работы нагнетателей (насосов и вентиляторов) доказывает, что изменение частоты вращения привода нагнетателя изменяет его напорные характеристики, кроме того, напор создаваемый нагнетателем, пропорционален квадрату частоты вращения агрегата [4]. Изменение напорных характеристик насосного агрегата при изменении частоты вращения иллюстрирует рисунок 3, на котором кривая 1 соответствует номинальной (при номинальной частоте вращения привода) напорной характеристике, а кривые 2÷4 – напорным характеристикам при пониженной частоте вращения.

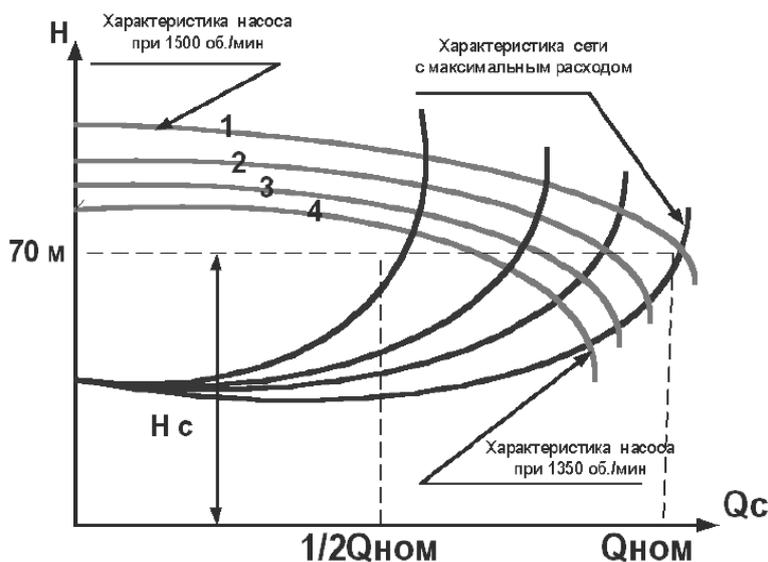


Рисунок 3. Характеристики насосного агрегата и сети с частотным регулированием

Если организовать работу привода насосного агрегата таким образом, чтобы он при изменении параметров технологического процесса (расхода в сети и давления на входе агрегата) изменял частоту вращения, то в итоге можно без существенных потерь энергии стабилизировать давление в сети потребителей. При таком способе регулирования исключаются потери напора (нет дроссельных элементов), а значит, и потери гидравлической энергии.

Способ регулирования давления в сети путём изменения частоты вращения привода насосного агрегата снижает энергопотребление ещё и по другой причине [5]. Собственно насос как устройство преобразования энергии имеет свой коэффициент полезного действия – отношение механической энергии, приложенной к валу, к гидравлической энергии, получаемой в напорном трубопроводе насосного агрегата. Характер изменения коэффициента полез-

ного действия насоса в зависимости от расхода жидкости  $Q$  при различных частотах представлен на рисунке 4.

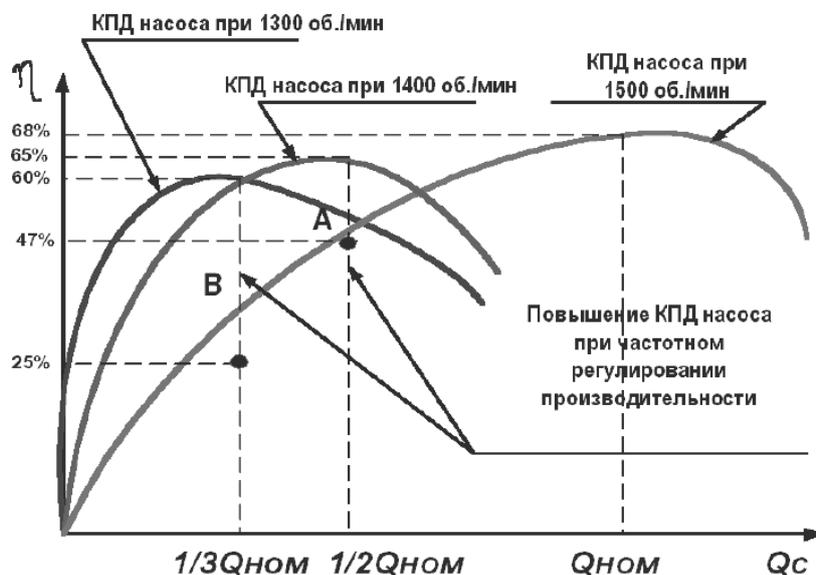


Рисунок 4. Изменение КПД насосного агрегата с частотным регулированием при изменении производительности

В соответствии с теорией подобия максимум коэффициента полезного действия с уменьшением частоты вращения несколько снижается и смещается влево. Анализ требуемого изменения частоты насосного агрегата при изменении расхода в сети показывает, что с уменьшением расхода требуется снижение частоты вращения. Если рассмотреть работу агрегата для расхода меньше номинального (вертикальные линии A и B), то для этих режимов рационально работать на пониженной частоте вращения. В этом случае КПД насоса выше, чем при работе на номинальной частоте вращения. Таким образом, снижение частоты вращения в соответствии с технологической нагрузкой позволяет не только экономить потребляемую энергию на исключении гидравлических потерь, но и получить экономический эффект за счёт повышения коэффициента полезного действия самого насоса – преобразования механической энергии в гидравлическую.

Применение частотного регулирования приводов позволяет существенно уменьшить и эксплуатационные затраты, связанные с обслуживанием агрегатов и систем [6]. Например, снижение перепада давления между всасывающим и напорным патрубками насосного агрегата увеличивает срок службы сальниковых уплотнений, практически исключая гидроудары и обеспечивает стабильность давлений в трубопроводах сетей, а также минимизирует затраты на обслуживание.

Практика применения частотных преобразователей для управления насосами и вентиляторами доказывает целесообразность не просто включения преобразователя для управления агрегатом, а создания специализированных систем управления технологическим процессом. Именно такой подход позволяет получить экономический эффект не только от снижения потребляемой из сети электрической мощности, но и добиться существенного уменьшения эксплуатационных расходов, улучшение условий труда и увеличение срока службы оборудования. Современные преобразователи частоты позволяют получать более 20 параметров состояния электропривода. Соответствующая обработка этих параметров позволяет проводить глубокое диагностирование как оборудования системы, так и протекающих процессов. Появляется возможность не только реагировать на возникшую аварию, но и предупреждать её, что для энергетических объектов значительно важнее [7].

## Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

Создание системы с частотно-регулируемыми приводами, в которых управление частотой осуществляется наряду с контролем целого комплекса различных технологических параметров, позволяет снизить не только потребление электрической энергии, но и обеспечивает экономию потребления энергоресурсов всей системы [8].

Применение частотно-регулируемых приводов для насосов и вентиляторов в технологических процессах позволяет снизить энергопотребление технологическим оборудованием. Переход от нерегулируемого асинхронного электропривода насосов и вентиляторов в системах водо- и воздухообеспечения городских сетей, котельных и центральных тепловых пунктах (ЦТП) к частотно-регулируемому позволяет экономить до 60% электроэнергии, а в системах водоснабжения - до 25% потребления холодной воды и до 15% горячей воды. Указанная экономия достигается за счет исключения ненужных для комфортного водо- и воздухообеспечения избытков напора (давления), закладываемых при проектировании системы, а также возникающих в процессе работы — при изменениях расхода, при росте напора в водоснабжающих магистралях и т.п.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Sunenergys [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sunenergys.ru/informatsiya/chto-takoe-dalnee-infrakrasnoe-izluchenie.html> свободный. – Загл. с экрана.
- 2 Проекты АСУ технологических процессов и установок с применением частотно-регулируемых приводов. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.l-avt.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
- 3 Климат Индустрия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vologdavent.ru/content> свободный. – Загл. с экрана.
- 4 Дячек П.И. Насосы, вентиляторы, компрессоры. – М. Издательство АСВ, 2013 – 432 с.
- 5 Дружинин В.М., Кунтуш Е.В., Черный А.П. Использование асинхронных двигателей в металлургическом производстве // Вестник КГИУ – Темиртау, 2014 – № 3(6) – с. 5 – 9.
- 6 Кунтуш Е.В., Сиверская Т.И. Применение энергосберегающих технологий в конверторном производстве // Научно-технический прогресс в металлургии: труды VIII Международной научно-практической конференции – Темиртау, 2015 – с. 146 – 149.
- 7 Эффективность внедрения систем с частотно-регулируемыми приводами [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.gu-sta.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
- 8 Комков В.А., Тимахова Н.С. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве. – М.: ИНФРА-М, 2010 - 320 с.

Е.В. Кунтуш, А.А. Максатов

#### **Азаматтық құрылыс энергосүйелерінде жиіліктік – реттелетін жетекті қолдану.**

**Аңдатпа.** Мақала коммуналдық шаруаларында жиіліктік - реттелетін жетекті пайдалануға арналған. Әр түрлі жүктемелер түріне механикалық сипаттар келтірілген. Технологиялық үрдістерде энергетикалық шығын қарастырылды. Көрсетілген шығын жолын барынша азайту. Құбырлардағы қысымды ерттеу әдістерін салыстыру келтірілген. Осы әдістерге салыстырмалы есептеулер орындалды. Графикалық тәуелділік келтірілді: типтік жүктемелердің механикалық сипаттамалары, әр түрлі басқару әдістердің сипаттамаларын салыстыру, агрегат сорғы сипаттамасы және байланыс бөліктерін реттеу, сорғы агрегатының ПӘК өзгерісі. Энергия тиімділігін арттыру үшін тәсіл ұсынылды. Сорғылар мен желдеткіш басқару үшін жиіліктік - реттелетін жетек пайдалану арқылы қарастыру.

**Түйін сөздер.** Жиілікті-реттелетін жетек, асинхронды қозғалтқыш, энергия үнемдеу, сорғы шығын.

E.V. Kuntush, A.A. Maksatov

**Application of VFD in power systems civil construction.**

**Abstract.** The article is devoted to the use of variable frequency drive in the utilities sector. Shows mechanical properties for various types of loads. We consider the energy loss in the process. Ways to minimize losses. Comparison of methods of controlling the pressure in the pipelines. The comparative analysis of these methods. Shows a graph of: the mechanical characteristics of a typical load, comparing performance for different control methods, the characteristics of the pump unit and frequency regulation network, changing the pump unit efficiency. A method for improving energy efficiency. We consider the appropriateness of the use of variable frequency drives for pumps and fans.

**Key words.** VariableFrequencyDrive, AC induction motor, energy saving, the pump, loss.

УДК 338.244.42

**В.В. ЯВОРСКИЙ, И.И. КРУПЕНЬКИН**

(Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан)

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ИЕРАРХИИ

**Аннотация.** В работе рассмотрена задача разбиения частично-упорядоченного графа  $G(Z, W)$ , который, как правило, называют сетевым графиком на линейно упорядоченную совокупность классов. К рассматриваемой модели относятся задачи компоновки объекта (технического изделия, программы, природной среды), задаваемого частично упорядоченным графом по стандартизированным модулям. Для решения такого рода задач широко применяются эвристические алгоритмы поиска глобального экстремума функционала, выражающего качество классификации. Исследуется пространство решений задачи, предлагается эффективная схема решения.

**Ключевые слова:** частично-упорядоченный граф, сетевой график, систематизация, иерархия, условно-оптимальное разбиение, упорядоченный перебор точек пространства, разбиение работ на этапы

Рассматривается задача группировки частично упорядоченного множества объектов  $Z$  и построения разбиения  $R = (Z_1, Z_2, \dots, Z_L)$  фактически представляющего собой классификацию объектов. Хорошо известны задачи классификации объектов, в случае, когда задана мера связи между объектами в виде матрицы [1, 2]. Для решения такого рода задач широко применяются эвристические алгоритмы поиска глобального экстремума функционала, выражающего качество классификации. В виду сложной целевой функции и описания пространства допустимых решений в общем случае обычно не удается построить эффективный точный алгоритм.

Известен также класс задач, где объекты дополнительно обладают естественным свойством упорядоченности [3,4]. Упорядоченность объектов в целом сокращает множество допустимых разбиений  $R$ . Если это сокращение существенно и просто описывается, например, в случае линейной упорядоченности объектов, удастся получить решение задачи классификации точными методами [3]. В общем случае, когда необходимо найти разбиение частично-упорядоченного графа  $G(Z, W)$  на линейно упорядоченную совокупность классов задача наоборот усложняется. Заметим, что разбиение графа  $G(Z, W)$  который, как правило, называют сетевым графиком, в том смысле, что  $G$  является ориентированным графом без контуров, на линейно упорядоченную совокупность классов моделирует элементы структурного управления [5-8]. Приведем два примера.

Например, пусть граф  $G(Z, W)$  задает проект: последовательность выполнения некоторого комплекса работ. Пусть комплекс работ разбит на этапы их выполнения. Подрядчики приступают к выполнению работ, последовательно начиная и завершая определенный этап. Эффективность привлечения исполнителей на выполнение работ задана. Необходимо определить наиболее эффективное разбиение работ на этапы и последовательность привлечения подрядчиков к выполнению работ.

К рассматриваемой модели относятся задачи компоновки объекта (технического изделия, программы, природной среды), задаваемого частично упорядоченным графом по стандартизированным модулям. Например, рассмотрим геологическую задачу описания месторождения. Пусть по результатам бурения известна упорядоченная последовательность кернов, как в каждой отдельной скважине, так и между скважинами, определяемая по морфологическим признакам. Такая упорядоченность может задаваться графом  $G(Z, W)$ . Кроме это-

#### Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

го, эксперты обычно задают эскизный вариант описания месторождения, где выделяют слои полезных ископаемых:  $R = (Z_1, Z_2, \dots, Z_L)$ . Соответствие каждого ядра выделенным слоям задается величинами связи его с полезным ископаемым. Для точного описания месторождения и создания геоинформационной базы данных месторождения, необходимо решить задачу разделения графа  $G(Z, W)$  на геологические слои, при этом необходимо максимизировать функцию соответствия ядер полезных ископаемым.

##### 1. Постановка задачи.

Пусть  $Z$  – конечное множество упорядоченных объектов, то есть на  $Z$  задано отношение порядка  $\leq$ , удовлетворяющее следующим условиям:

- а) для любого  $z \in Z$   $z \leq z$ ;
- б) если  $z_1 \leq z_2$ ,  $z_2 \leq z_3$ , где  $z_1, z_2, z_3 \in Z$ , то  $z_1 \leq z_3$ ;
- в) если одновременно  $z_1 \leq z_2$  и  $z_2 \leq z_3$  ( $z_1, z_2 \in Z$ ), то  $z_1 = z_2$ .

Выражение  $z_1 < z_2$  будет означать, что  $z_1 \leq z_2$  и  $z_1 \neq z_2$ .

Разбиением  $R = (Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$  упорядоченного множества  $Z$  на  $n$  классов назовем линейно упорядоченную совокупность подмножеств  $Z_k \in Z, k = 1, \dots, n$ , такую, что каждый объект  $Z_k \in Z$  принадлежит одному и только одному из классов  $Z_k$  и, кроме того, сохраняется отношение порядка, то есть из того, что  $z_1 \leq z_2$ , где  $z_1 \in Z_{k_1}$  и  $z_2 \in Z_{k_2}$ , следует, что  $k_1 \leq k_2$ .

Пусть на множестве  $Z$  задана вещественная векторная функция:

$$r(z) = (r_1(z), r_2(z), \dots, r_n(z)), \quad (1)$$

где  $r_k(z)$  – степень соответствия объекта  $z$  классу  $Z_k, k = 1, \dots, n$ .

Множество всех разбиений множества  $Z$  на  $n$  классов обозначим через  $I^n(Z)$ .

Рассмотрим задачу максимизации функционала

$$\hat{O}(R) = \sum_{k=1}^n \sum_{z \in Z_k} r_k(z) \quad (2)$$

на множестве  $I^n(Z)$ .

Для произвольного разбиения  $R^\gamma \in I^n(Z)$ , где  $\gamma$  – некоторый индекс или пробел, будем пользоваться следующими обозначениями:

$$\begin{aligned} R^{\tilde{\alpha}} &= (Z_1^{\tilde{\alpha}}, Z_2^{\tilde{\alpha}}, \dots, Z_n^{\tilde{\alpha}}); \\ \bar{Z}_k^{\tilde{\alpha}} &= Z \setminus Z_1^{\tilde{\alpha}} \setminus \dots \setminus Z_k^{\tilde{\alpha}}; \\ p^{\tilde{\alpha}}(z) &= r_i(z), \quad \forall z \in Z_i^{\tilde{\alpha}}. \end{aligned}$$

Используя последнее из этих обозначений, можно представить значение функционала (2) в виде

$$\hat{O}(R) = \sum_{z \in Z} p^{\hat{a}}(z). \quad (3)$$

В сетевой постановке рассматриваемая задача – это задача определения многослойной иерархии  $R = (Z_1, Z_2, \dots, Z_n)$  множества вершин частично упорядоченного графа  $G(Z, W)$ , при этом не нарушается упорядоченность вершин и ищется максимум следующего функционала (2).

2. Традиционный подход к решению задачи.

Если не учитывать сложившуюся структуру связей, задаваемую графом  $G$ , то очевидно, что максимум функционала (1) достигается на разбиении  $R^* = (Z_1^*, Z_2^*, \dots, Z_n^*)$ , которое определяется следующим образом:

$$Z_1^* = \left\{ z \in Z : r_1(z) = \max_{\lambda} r_{\lambda}(z) \right\}$$

$$Z_{k+1}^* = \left\{ z \in \bar{Z}_k^* : P_{k+1}(z) = \max_{\lambda > k} P_{\lambda}(z) \right\}, \quad \forall k = 1, 2, \dots, n-1,$$

где  $\bar{Z}_k^* = Z \setminus Z_1^* \setminus \dots \setminus Z_k^*$ .

Разбиение  $Z$  на многослойную иерархию, не нарушающую отношение порядка, задаваемое графом  $G$ , существенно усложняет решение поставленной задачи.

Пусть  $I^n(G)$  – множество всех разбиений графа  $G$  на многослойную иерархию вида  $R$ , тогда обозначим

$$f_n(Z) = \max_{R \in I^n(G)} \hat{O}_n(R).$$

Нетрудно видеть, что  $f_n(Z)$  удовлетворяет функциональному уравнению Беллмана:

$$f_n(Z) = \max_{X \subseteq Z; \Theta(X)=X} \left\{ \sum_{z \in X} P_n(z) + f_{n-1}(Z \setminus X) \right\},$$

Где  $\Theta(X)$  для произвольного подмножества  $X \subseteq Z$  есть множество вершин графа  $G$ , для которых существует путь из  $X$ .

При решении реальных задач определения структур, размерность графа  $G$  может быть большой. В этом случае процедура решения задачи методом динамического программирования становится не только неэффективной, но и невозможной. Таким образом, возникает необходимость разработки методов упорядоченного перебора вариантов решения, позволяющих сократить количество вычислительных операций.

3. Предлагаемая схема решения задачи.

Предлагается, упорядочить решения задачи  $I^n(Z)$  и затем пользоваться этой упорядоченностью, организовав некоторым образом упорядоченный перебор.

Введем во множестве  $I^n(Z)$  отношение порядка:

$$R^1 \leq R^2, \quad \forall R^1, R^2 \in I^n(Z),$$

если для  $k = 1, 2, \dots, n-1$   $\bar{Z}_k^1 \in \bar{Z}_k^2$ .

#### Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

Отношение  $R^1 < R^2$ , будет означать, что  $R^1 \leq R^2$  и  $R^1 \neq R^2$ , то есть хотя бы для одного  $k$  -  $\bar{Z}_k^2 \setminus \bar{Z}_k^1 \neq \emptyset$ .

Всякое подмножество разбиений  $I \subseteq I^n(Z)$  имеет точную верхнюю и точную нижнюю границы, которые будем обозначать соответственно через  $\max I$  и  $\min I$ , то есть  $I^n(Z)$  является решеткой [9].

Пусть  $R^1 = \min I$ ,  $R^2 = \max I$ , тогда

$$\bar{Z}_k^1 = \bigcap_{R \in I} \bar{Z}_k, \bar{Z}_k^2 = \bigcap_{R \in I} \bar{Z}_k \quad (4)$$

Нетрудно показать, что

$$\bigcap_{R \in I} \bar{Z}_k \subseteq \bar{Z}_k^\lambda \subseteq \bigcup_{R \in I} \bar{Z}_k, \lambda=1, 2. \quad (5)$$

Очевидно также, что

$$\begin{aligned} \min I^n(Z) &= (Z, \emptyset, \dots, \emptyset) \\ \max I^n(Z) &= (\emptyset, \emptyset, \dots, Z) \end{aligned} \quad (6)$$

Множество всех оптимальных разбиений, максимизирующих (2) обозначим через  $I_0^n(Z)$ . Таким образом,

$$I_0^n(Z) = \left\{ R \in I^n(Z) : \hat{O}(R) = \max_{R' \in I^n(Z)} \hat{O}(R') \right\} \quad (7)$$

$I_0^n(Z)$  также является решеткой. Для этого достаточно доказать следующее утверждение [10].

*Утверждение 1.* При любых  $R^1, R^2 \in I^n(Z)$

$$\hat{O}(R^1) + \hat{O}(R^2) = \hat{O}(\min\{R^1, R^2\}) + \hat{O}(\max\{R^1, R^2\}). \quad (8)$$

Возьмем теперь произвольные  $R^1, R^2 \in I_0^n(Z)$ , так как  $R^1 \in R^2$  – оптимальные разбиения, то  $\hat{O}(\min\{R^1, R^2\}) \leq \hat{O}(R^1)$ ;  $\hat{O}(\max\{R^1, R^2\}) \geq \hat{O}(R^2)$ .

Откуда на основании (8) получаем, что

$$\hat{O}(\min\{R^1, R^2\}) = \hat{O}(\max\{R^1, R^2\}) = \hat{O}(R^1) = \hat{O}(R^2),$$

то есть

$$\begin{aligned} \min\{R^1, R^2\} &\in I_0^n(Z); \\ \max\{R^1, R^2\} &\in I_0^n(Z). \end{aligned} \quad (9)$$

Из (9) по индукции получаем, что точная нижняя и точная верхняя границы всякого непустого подмножества  $I \subseteq I_0^n(Z)$  также принадлежат  $I_0^n(Z)$ , то есть  $I_0^n(Z)$  является решеткой.

#### Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»

Обозначим через  $R^*$  точную нижнюю границу множества всех оптимальных разбиений, то есть

$$R^* = \min I_0^n(Z) \quad (10)$$

Будем искать оптимальное разбиение  $R^*$  по следующей схеме:

(C1) в качестве начального приближения выбираем разбиение  $R^{(0)} \in I^n(Z)$  такое, что

$$R^* \leq R^{(0)}; \quad (11)$$

(C2) определим оператор перехода  $A$ , преобразующий всякое разбиение  $R \in I^n(Z)$ , удовлетворяющее неравенству  $R^* \leq R$ , в разбиение  $A(R) \in I^n(Z)$  такое, что

$$R^* \leq A(R) \leq R, \quad (12)$$

Причем, если

$$R^* < R, \text{ то } A(R) < R; \quad (13)$$

(C3) применяя оператор  $A$  последовательно к  $R^{(0)}, R^{(1)} = A(R^{(0)}), R^{(2)} = A(R^{(1)}) \dots$  за конечное число итераций, так как множество  $I^n(Z)$  конечно и выполняется условие (7), получим разбиение  $R^*$ ; при этом условием оптимальности разбиения  $R$  является равенство

$$A(R) = R. \quad (14)$$

Чтобы описать оператор  $A$ , предлагается вводить понятие «минимальная вариация» разбиения  $R$  [10]. Вначале для произвольного подмножества объектов  $Q \subseteq Z$  определим множество предшествующих объектов

$$\pi(Q) = \{z \in Z : (\exists z_0 \in Q) z \leq z_0\}.$$

Если задано некоторое разбиение  $R^{\bar{a}} \in I^n(Z)$ , то будем рассматривать также множества  $\pi_k^{\gamma}(Q) = \pi(Q) \cap \overline{Z_k^{\gamma}}$  для  $k = 1, 2, \dots, n-1$ .

Можно показать, что преобразование вида

$$Z'_i = Z_i^{\bar{a}}, \quad i = 1, \dots, k-1,$$

$$Z'_k = Z_k^{\bar{a}} \cup \delta_k^{\bar{a}}(Q),$$

$$Z'_i = Z_i^{\gamma} \setminus \pi_k^{\gamma}(Q), \quad i = k+1, \dots, n. \quad (14)$$

разбиения  $R^{\bar{a}} = (Z_1^{\bar{a}}, \dots, Z_k^{\bar{a}})$  не выводит его из множества  $I^n(Z)$ , то есть  $R' \in I^n(Z)$ . При этом переход от разбиения  $R$  к разбиению  $R'$  влечет изменение значения функционала  $\Phi(R)$  на величину

$$\ddot{A}_k^{\bar{a}}(Q) = \sum_{z \in \delta_k^{\bar{a}}(Q)} (r_k(z) - p^{\bar{a}}(z)), \quad (15)$$

то есть

$$\hat{O}(R') = \hat{O}(R^{\bar{a}}) + \ddot{A}_k^{\bar{a}}(Q). \quad (16)$$

Заметим также, что при преобразовании (14) вновь полученное разбиение удовлетворяет соотношению  $R' \leq R^{\bar{a}}$ .

Обозначим через  $I^n(Z; Z_1)$  множество всех разбиений с фиксированным классом  $Z_1$ . Условно-оптимальным разбиением назовем разбиение  $R \in I^n(Z; Z_1)$  такое, что

$$\Phi(R) = \max_{R' \in I^n(Z)} \Phi(R'). \quad (17)$$

Множество всех условно-оптимальных разбиений при фиксированном слое  $Z_1$  обозначим через  $I_0^n(Z; Z_1)$ , а минимальный элемент этого множества –  $R^*(Z_1)$ .

Для реализации приведенной алгоритмической схемы (C1) – (C3) рассматривается метод минимальных вариаций условно-оптимальных иерархий  $R^*(Z_1)$ , оптимизирующих функционал (1) при фиксированном слое  $Z_1$ . Рассмотрим основные свойства множества  $I^L(G)$ , используемые в данном методе. Показано [10], что для того, чтобы  $R^*$  оставалась "не выше" условно-оптимальной иерархии:  $R^* \leq R^*(Z_1)$ , необходимо и достаточно, чтобы  $Z_1 \subseteq Z_1^*$ . Это позволяет строить вариации для наращивания слоя  $Z_1$  оставаясь «не выше» оптимальных иерархий. Действительно, среди множества  $V(Z_1)$  допустимых вариаций слоя  $Z_1$  иерархии  $R^*(Z_1)$ , то есть таких  $X \in V(Z_1)$ , что  $R^* \leq R^*(Z_1 \cup X) \leq R^*(Z_1)$ , будем выбирать вариацию  $X'$ , для которой функционал (1) возрастает:

$$\hat{O}(R(Z_1 \cup X')) > \hat{O}(R^*(Z_1))$$

причем, не на одном подмножестве  $X'$  это соотношение не выполняется (в этом смысле вариация  $X'$  называется минимальной). С учетом введенных понятий оператор  $A$  можно определить следующим образом:

$$A(R^k) = \begin{cases} R^k, & \text{если } V(Z_1^k) \text{ не содержит } X' \\ R^*(Z_1^k \cup X'), & \text{если } X' \in V(Z_1^k) \end{cases}$$

Следует отметить, что для повышения эффективности алгоритма при формировании  $X'$  необходимо использовать специфику рассматриваемой задачи классификации. С использованием данного алгоритма были решены задачи пространственного описания крупных месторождений полезных ископаемых [11].

Очевидно, что ввиду направленного упорядоченного перебора точек пространства решений задачи, предлагаемая схема решения является эффективной.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Дорофеюк А. А. Алгоритмы автоматической классификации (обзор). //Автоматика и телемеханика. – 2001. – № 12. – с. 78–113.
- 2 Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск, ИМ им.С.Л. Соболева, 2009. – 268 с.
- 3 Бородкин С.М. Оптимальная группировка взаимосвязанных упорядоченных объектов. //Автоматика и телемеханика. – 2006. – №2. – с.165–172.
- 4 Миркин Б. Г. Дискретные задачи классификации взаимосвязанных объектов (обзор). // В сб. «Вопросы анализа сложных систем». – Новосибирск: Наука, 1974. – с. 67–77.
- 5 Бурков В.Н., Ириков В.А. Модели и методы управления организационными системами. — М.: Наука, 2004. – 325с.
- 6 Новиков Д.А. Сетевые структуры и организационные системы. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 102 с.
- 7 Новиков Д.А. Управление проектами: организационные механизмы. – М.: ПМСОФТ, 2007. – 144с.
- 8 Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами / Под ред.чл.–корр. РАН Д.А. Новикова. – М.: Либроком, 2009. – 264 с.
- 9 Акилов Г.П., Кутателадзе С.С. Упорядоченные векторные пространства. Новосибирск: Наука, 2008. – 368с.
- 10 Яворский В.В. Методы структурного моделирования многоуровневых организационных систем. – М.: Энергоатомиздат, 2002. – 168 с.
- 11 Боярский Э.Ф., Рогозов В.В. Цифровое моделирование угольных пластов: монография. – М.: Недра, 2012. – 129 с.

В.В. Яворский, И.И. Крупенькин

**Оңтайлы иерархияны міндеттерін анықтау**

**Аңдатпа.** Мақалада кластардың қатарлы реттелген жиынтығы, жүйелі график деп аталатын бөлініп–реттелген граф  $G(Z, W)$  бөлудің міндеттері қаралған. Стандартталған үлгі бойынша бөлшектеп реттелген графпен берілген, қаралған үлгіге қатысты объектіні қиыстыру міндеттері. Бұндай мәселені шешу үшін топтаудың сапасын білдіретін, функционалдың маңызды экстремумын іздестірудің эвристикалық алгоритмі пайдаланады. Кеңістіктегі міндеттерді шешу зерттелген, шешімнің пайдалы нобайы берілген.

**Түйін сөздер.** Бөлшекті - реттелген граф, жүйелі график, жүйелендіру, иерархия, шартты-оңтайлы бөлу, кеңістіктегі нүктелерді ретсіз артықтығы, жұмысты кезеңдерге бөлу.

V.V. Yavorskiy, I.I. Krupenkin

**Solving the task of determining the optimal hierarchy**

**Abstract.** In this paper we consider the problem of the partition of partially ordered graph  $G(Z, W)$ , which is commonly referred to as the network schedule in the linearly ordered set of classes. To apply the model of the object layout problems (technical products, programs, natural environment) given partially ordered graph on standardized modules. To solve such problems are widely used heuristic search global extremum of a functional expressing the quality of the classification. We study the space of solutions proposed effective scheme solutions.

**Key words:** partially ordered graph, network schedule, organize, hierarchy, conditionally optimal partition, orderly enumeration of points in space, splitting the work into stages.

UDC 378.147:004.942

V.V. YAVORSKIY, A.O. SERGEYEVA, N.V. BAIDIKOVA, V.P. KIM  
(Karaganda State Industrial University, Temirtau, Kazakhstan)

**STUDY OF THE ENTERPRISE INFRASTRUCTURE BASED ON THE INDUSTRIAL GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM**

**Annotation.** The work is dedicated to exploring the possibilities of studying the production and business processes of actually existing enterprises on the basis of industrial geographic information systems. The use of GIS will allow virtually create the situation as close to the industry as possible, at the same time without the need for actual exercises and training in the workplace. The main functions and GIS subsystems, form of organization of training are considered. The organization of educational process by the blended form on the basis of industrial geoinformation system with design methods of teaching can become the basis for the organization of the business incubator.

**Key words:** geographic information system, network engineering, infrastructure, production, certification of objects of networks and equipment, the mixed form of training, business incubator.

The key to the successful development of industry in Kazakhstan are qualified with skills experts in various fields of activity. For this it is necessary that the educational process combines theoretical and practical components, the latter must be based on a study of the production and business processes actually existing enterprises. The current study of enterprises occurs usually within industrial practice. However, this is not enough student was ready to start work at the enterprise to the end of a university [1].

To study the infrastructure, it is desirable to provide access to the company future employees. But as a rule, outsiders and untrained persons are not allowed on a modern automated production..

How to organize the learning process, directly observing and controlling process parameters. How to enrich the practical content of the educational process in the classroom? How can we target a particular professional production and the company?

To solve the problem of studying the enterprise infrastructure without the need for physical presence in the manufacturing industry geographic information systems can be used.

Production Geographic Information Systems (PGIS) are, above all, to describe the engineering infrastructure of the enterprise.

Such infrastructure includes visual, geometric and attributive description of the technological processes, engineering and transport networks, the main logistics bases, etc. Full details of these facilities are essential for the sustainable functioning of the company, its development as well as monitoring, repairs and liquidation of emergency situations.

All of this allows for the production of the enterprise geographic information system, is it allows us to study its infrastructure without the need for direct presence in the enterprise.

The main functions of the enterprise information system:

- graphical representation of utility networks (in vector form);
- full certification of all objects of networks and equipment;
- obtain information and generation of reports of engineering networks;
- coordination of works on repair and reconstruction of engineering networks between the various services of the enterprise;
- information support dispatching services;
- support retrospective analysis of damage and marriages;
- hydraulic calculations of consumers;
- modeling of switching;
- localization of emergency areas, etc.

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

Production enterprise information system includes [2]:

1. Software Web-GIS server.
2. Software Web-GIS - client.
3. Storage space-time data.
4. Information Security software.
5. Data Mining software.
6. Software of workflow electronic master plan.

Geographic information system of the enterprise may also store the settings of various production facilities, which can also be used in the educational process. In the lectures schemes and plans implemented in the geographic information system, can be used as visual aids instead of the usual presentation. Particular attention should be paid to practical exercises and independent work of the student with the teacher. In these classes various situations and solving problems in the monitoring and maintenance of the technological processes of the enterprise can be simulated on the basis of the production of GIS, carrying out repair work without affecting the quality and quantity of production, elimination of the consequences of possible emergencies. The use of GIS will allow the industry to virtually create a situation as close as possible, at the same time without the need for actual exercises and training in the workplace.

Given the trends in the development of forms and technologies of teaching, the most appropriate form of organization of educational process in this case is a blended form of education (BFE). It involves a combination of classroom and independent work of the student. Blended learning can use a variety of learning styles used in the classroom. To reach every student, teacher, in general, is to apply a mixture of teaching methods such as lectures, active learning, demonstrations and games. Blended form of training makes it possible by distance learning material to balance the level of basic knowledge of the participants (after self-study students of material in electronic form to create a common knowledge base and to speak the same language). Blended learning allows you to add variety in the choice of forms of training organization (this can be face to face meetings, consultations by phone, email, web cams, chat in chat rooms and blogs, etc.). Such an organization of the educational process allows you to select a comfortable pace, time and place to study (listed advantages of blended learning inherited from the distance, allowing the listener to independently control the volume and speed of the study material, to choose the most convenient place and time of training).

The organization of educational process by blended form on the basis of industrial geoinformation system with design methods of teaching can become the basis for the organization of the business incubator. For example, you can consider the possibility of increasing the efficiency of existing production process, the introduction of new technology and equipment and to simulate all this on the basis of PGIS.

The basis for the self-study materials are e-learning tools (EOS). They should be developed on the basis of geographic information system engineering, show as reflected in its processes and how to modify and measure their parameters. Educational Portal is a means of communication between the students themselves and students with teachers. Educational portal, in addition to learning resources, also stores personal information about the student and includes an interactive environment assessment and analysis of educational achievement, which allows you to control the process of studying the material the student. This environment will allow to store all completed student work in order to analyze the quality of its training and supervision of the educational process.

In the case of PGIS using problems of formation of educational information easier to solve. PGIS itself can act both as an educational resource, and as a medium for transmission. Connectivity with a real company attaches special value for PGIS. Necessary when blended form of learning is an active productive practices: design method of training in a group, business games, self-monitoring systems and test control of educational achievements. We need to develop and test electronic didactic ensure sufficient milking self-study course.

#### **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

Although the proposed automation of the educational process and the role of self-Learning material guarantor of the success of the use of mixed forms of learning and modern innovative technologies in the educational process in the first place it is the teacher.

Obviously, with the rapid development of technology and the complexity of the teacher work on the development of courses is much more complicated. The main task, which is delivered to researchers to date in this direction - a methodological and adaptation and promotion, the widespread use of information and communication technologies in education.

Thus, the blended learning - it is the technology that allows you to implement the production GIS system as part of the learning process. Active use of PGIS, an educational portal and networking technologies (forums, on-line training and testing) allows you to combine training with scientific research and practical work in the corporate business incubator.

Benefits of BFE is [3]:

- improving the efficiency of teachers;
- improve the quality of students' studying;
- provision of learning mobility;
- increasing interest in higher education;
- selection of independent work of students as the main form of professional activity.

Of course, in the development of the educational system should focus on the international experience. But it should enrich its innovative achievements, which are available in our educational system. The advantages of using industrial production of geographic information systems in large enterprises are obvious.

#### **LIST OF USED RESOURCES**

1 Ibatov M.K., Yavorskiy V.V. Using the engineer geoinformation systems for learning. //International journal of experimental education. – 2014. – №5. – p.108 – 111.

2 Ekhlakov Yu.P., Yavorskiy V.V., Sergeyeva A.O. Principles of formation of the production of geographic information system of the enterprise. //Bulletin of the Karaganda State Industrial University. – 2015. - №2 (9). – p. 91 – 95.

3 Yavorskiy V.V., Lesheva L.N., Sergeyeva A.O., Poshanov R.T. The implementation of blended learning model using geographic information systems engineering. //Modern education: practice-oriented technology training engineers: mater. internat. scient.-method. conf. – Tomsk, TSUCSR, 2015. – p. 170 – 172.

В.В. Яворский, А.О. Сергеева, Н.В. Байдикова, В.П. Ким

**Өндірістік геоақпараттық жүйенің базасында кәсіпорынның инфрақұрылымын оқу**

**Аңдатпа.** Жұмыс өндірістік геоақпараттық жүйенің базасында нақты жұмыс істейтін кәсіпорындардың өндірістік және бизнес-процестері оқудың мүмкіндіктерін зерттеуге арналған. Өндірістегі ГАЗ қолдану, өндірістегі шынайы оқу мен жаттығуларды өткізусіз, максималды жақын, виртуалды жағдайды құруға пайдалы. ГАЗ жүйешелері мен негізгі атқаратын жұмысы көрсетілген, оқуды ұйымдастырудың формасы қаралған. Оқудың жобалық әдістерін пайдаланып, өндірістік геоақпаратты жүйенің базасында аралас оқу түрімен оқу процесін ұйымдастыру, бизнес-инкубаторды ұйымдастыру базасы болуы мүмкін..

**Түйін сөздер:** геоақпараттық жүйе, инженерлік желілер, инфрақұрылым, өндіріс, құрал-жабдықтар мен желі объектілерін құжаттандыру, оқудың аралас түрі, бизнес-инкубатор.

В.В. Яворский, А.О. Сергеева, Н.В. Байдикова, В.П. Ким

**Изучение инфраструктуры предприятия на базе промышленной геоинформационной системы**

**Аннотация.** Работа посвящена исследованию возможностей изучения производственных и бизнес-процессов реально действующих предприятий на базе промышленные геоинформационные системы. Использование промышленной ГИС позволит виртуально создать ситуации, максимально приближенные, при этом без необходимости проведения реальных учений и занятий на производстве. Представлены основные функции и подсистемы ГИС, рассмотрена форма организации обучения. Организация учебного процесса по смешанной форме на базе промышленной геоинформационной системы с применением проектных методов обучения может стать базой для организации бизнес-инкубатора.

**Ключевые слова:** геоинформационная система, инженерные сети, инфраструктура, производство, паспортизация объектов сетей и оборудования, смешанная форма обучения, бизнес-инкубатор.

UDC 378.1: 004.75

V.V. YAVORSKIY, A.O. SERGEYEVA, S.F. ATIGAEV, V.P. KIM  
(Karaganda State Industrial University, Temirtau, Kazakhstan)

**LEARNING ON THE BASIS OF THE TELECOMMUNICATION SYSTEM  
OF THE SITUATIONAL CENTER**

**Abstract.** The article discusses the possibility of using an interactive geographic information system for training specialists in disaster management. Interactive GIS provides a wide variety of transaction processing digital maps, remote sensing data, terrain models, and others. We consider an interactive GIS functions, as well as its major functional subsystems. It is also considered the possibility of using such a system as an experimental platform for the organization of the exercise.

**Key words:** interactive geographic information system, telecommunications, remote sensing, data mapping, integrated data analysis, elimination of emergency

To ensure the safety of life and protection from emergency situations (ES) important is forecasting emergency situations and their consequences. To predict it is needed to carry out their modeling. Currently, there are many different methods for calculating the consequences of accidents (natural and manmade).

Obviously, disaster simulation should be carried out with reference to a particular territory – city, district, region. This can be realized by using an interactive geographic information system (GIS).

Interactive GIS provides a wide variety of transaction processing digital maps, remote sensing data, terrain models, and others. However, it is impossible to provide all of the functions to work with spatial data needed for fine-tuning the system for a specific task. In an interactive GIS this problem is solved by including in the pack as many features. Interactive GIS use approach to a limited number of command processing spatial information, well specified and optimized for speed of access and processing of geodata, added language features that allow you to create custom applications and thus adapt the GIS to specific production conditions. An important property of an interactive GIS lies in the fact that this system is capable of processing together very diverse information. This ability of GIS is caused by the fact that as the public key of the data sets they use geographical (spatial) position. Thus, input data for an interactive geographic information system data are space monitoring - remote sensing, aerial photography and video surveillance, as well as data from the alert system sensors. Further, this information is integrated and linked to a geographic information system based on an electronic map. Integration is carried out on the basis of the received data format conversion. On the basis of these data is carried out modeling and visualization of stored information. Interactive GIS should be organized as a knowledge management system that would not only store data on the observed territory, but also to carry out their analysis, as well as to organize a "dialogue" with the user. For the formation of an interactive GIS use [1]:

- basic digital terrain model;
- digital thematic and special maps;
- remote sensing data, including aero - and space images in a digital format;
- thematic data;
- metadata.

Since the process of obtaining space information has a multi-structure, before the information is used, you should define the processing levels that have been satellite imagery. Depending on the level of processing need to clearly understand the properties and content of the data provided for the organization of technological processes of extraction from them necessary information.

## **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

Production and processing of data for GIS - the most important and time-consuming step of creating similar information systems. Currently, the most promising and cost-effective is the method of obtaining data about the objects on the basis of remote sensing data (ERS) and the GPS-measurements.

In a broad sense, remote sensing - a non-contact methods of obtaining any information on the Earth's surface, on it or objects in its interior. Traditionally, remote sensing data include only those methods that allow you to get out of space or aerial image the Earth's surface in any parts of the electromagnetic spectrum [2].

The use of remote sensing is the most effective method to obtain spatial information about objects. Remote sensing data have a high degree of reliability, visibility, and the costs of obtaining information on the desired area below the cost of land works.

Basic interactive GIS modules are grouped into functional subsystems [2]:

1. Data management subsystem allows you to enter into an interactive GIS data necessary to carry out an adjustment and regulation. Data entry subsystem includes:

- data import and export module, including net (packet formats Surfer, a number of text formats), vector and raster images;
- network parameters change module - the size, angle, pitch;
- means spatial reference geoimages (cosmo-aerial);
- vector graphics editor for vectorization geoimages.

2. Tools data pre-processing subsystems allow to prepare noisy or incomplete data for further processing and analysis, and allocate the necessary components of the original data and manipulate them. The subsystem comprises [3]:

- graphic and matrix editors;
- manipulation module layers (rationing, filling in the missing pixels, duplication, creating a mosaic);
- filtering module using masks;
- geoimages processing module that implements the operation can change the brightness, contrast, inversion, sharply contrast elimination of man-made objects.

3. Lineament analysis subsystem allows to solve the problem of monitoring and predicting disaster. The subsystem comprises:

- pre-processing module and filtering data aerospace;
- module segmentation and allocation of brightness boundaries on aerial and satellite images;

The essence of interactive GIS task is to predict the probability of a disaster and, if possible, prevent them, and in case of accidents or natural disasters - to plan the work in the aftermath so as to minimize the damage caused by them [4].

If there is a possibility of access to spatial data from a program, you can create any additional functions to work with this data. For many GIS are free and commercial libraries such additional functions to adapt to the practical problems of GIS.

GIS product developers should allow most simple, does not required special knowledge user mode with spatial information. The technology integrated data analysis, implemented in an interactive GIS allows us to solve a wide range of tasks: forecasting and decision-making in the formulation forecast-search tasks, monitoring and forecast of natural and technogenic character. Functionally, interactive GIS based on object recognition methods, image processing, geostatistics, spatial analysis, and implements the principle of solving problems through multivariate simulation. Implemented in an interactive GIS technology provides a pre-processing of satellite images: the creation of a mosaic, object recognition, the calculation of the area, etc..

Built-in means of interactive GIS can perform the following tasks [5]:

- creation and maintenance of spatial databases, multivariate data visualization;
- mapping of objects and phenomena;
- assessment of man-made hazards;

## **Раздел 4. «Энергетика. Автоматизация и вычислительная техника»**

- detection and forecasting of man-made disasters (analysis of satellite images)

Using an interactive GIS makes it possible to use the results of the work in numerous procedures, classification, recognition, ranking natural and man-made emergencies and makes it a powerful tool for the analysis of remote sensing data. Of course, the key to successful prevention and liquidation of emergency situations, with minimal losses, is not only full information provision, but also coordinated and efficient work of professionals. It is suitable for the training of specialists in the field of health and safety to use a functioning interactive geographic information system, including its features and capabilities of an emergency simulation [6]. Thus, future professionals can work with the operating system, learn the principles, methods and technologies of information support interactive geographic information system, to explore different scenarios of measures to eliminate and prevent emergencies.

It can be used as an experimental platform for the organization of exercises interactive geographic information system for existing staff emergency liquidation services. In addition, the introduction of a variety of monitoring and warning systems also require training of dispatchers situation center work with them. Organization of training on the basis of an interactive geographic information system will allow both to explore new technologies and train responsiveness to changing the state of the media personnel in the danger zone.

### **LIST OF USER RESOURCES**

1 Yavorskiy V.V., Aziev E.A., Sergeeva A.O. Information support interactive information emergency analysis system. // Proceedings of the VII intern. scientific–practical conference «Scientific and technological progress in the industry». – Temirtau: KSIU, 2013. – Т.1, – p.41 – 43.

2 Yavorskiy V.V., Sergeeva A.O. Formation of information provision of telecommunication system of prevention and liquidation of emergency situations. // Bulletin of the Karaganda State Industrial University. – 2015. – №1 (8). – p. 67 – 71.

3 Yavorskiy V.V., Kan S.V., Sergeeva A.O. Management situational center on the basis of a distributed telecommunications system. //Bulletin of the Karaganda State Industrial University. – 2015. – №1 (8). – p. 71–75.

4 Yavorskiy V.V., Kayupov R.T. Telecommunication system for situational center. //Cooperation between science and business: problems and prospects: mater. of III Republic scient.c–prac.l conference of young scientists and students. – Ust–Kamenogorsk: EKSU after S.Amanzholov, 2013. – p.100–101.

5 Kontuzorov F.F., Petrov D.V. Classification and brief description of the emergency. Basics of population and territories from emergency situations of technogenic, natural and ecological character: Textbook. – SPb: SPbSU ITMO, 2008. – 83 p.

6 Yazikov E.G., Shatilov A.Yu. Environmental monitoring. Textbook for high schools. – Tomsk: TSU, 2003. – 336 p.

В.В. Яворский, А.О. Сергеева, С.Ф. Атигаев, В.П. Ким

### **Жағдайлық орталықтың телекоммуникациялық жүйесінің базасында оқу**

**Аңдатпа.** Мақалада төтенше жағдайды жою үшін мамандарды оқытатын интерактивті геоақпаратты жүйені пайдалану мүмкіндіктері қаралған. Интерактивті ГАЖ дистанциялық зондтаудың деректерімен, рельеф үлгілерімен, цифрлы карталарды өңдеудің көптеген түрлі операцияларымен және т.б. қамтамасыздандырады. Оның негізгі функционалды жүйешелері, интерактивті ГАЖ жұмысы қаралған. Сондай-ақ бұндай жүйені пайдалану мүмкіндіктері оқуды ұйымдастыруда эксперименталды аудан ретінде де қолдануға болады.

**Түйін сөздер:** интерактивті геоақпаратты жүйе, телекоммуникациялар, дистанциялық зондтау, деректер, картографтау, интеграцияланған деретер талдауы, төтенше жағдайды жою

В.В. Яворский, А.О. Сергеева, С.Ф. Атигаев, В.П. Ким

**Обучение на базе телекоммуникационной системы ситуационного центра**

**Аннотация.** В статье рассмотрены возможности применения интерактивной геоинформационной системы для обучения специалистов по ликвидации чрезвычайных ситуаций. Интерактивная ГИС обеспечивает множество разнообразных операций обработки цифровых карт, данных дистанционного зондирования, моделей рельефа и др. В работе рассмотрены функции интерактивной ГИС, а также ее основные функциональные подсистемы. Также рассмотрены возможности использования такой системы как экспериментальной площадки для организации учений.

**Ключевые слова:** интерактивная геоинформационная система, телекоммуникации, дистанционное зондирование, данные, картографирование, интегрированный анализ данных, ликвидация чрезвычайной ситуации.