

Neft sənayesi üçün idarəetmənin SCADA–MES–ERP səviyyələrinin inteqrasiyasını reallaşdıran proqram-texniki kompleksin işlənməsi konsepsiyası

M.M. İsayev, t.e.n.
İdarəetmə Sistemləri İnstitutu

e-mail: mezahir@bk.ru

Концепция разработки программно-технического комплекса с целью интеграции уровней управления SCADA–MES–ERP для нефтяной промышленности

M.M. Исаяев, к.т.н.
Институт систем управления

Ключевые слова: контрольно-измерительный и управляющий комплекс, программно-технический, интеграция, функциональный уровень.

Представлена концепция для разработки высоко-точного контрольно-измерительного и управляющего комплекса в процессе добычи, сбора, первичной подготовки, транспортировки и хранения нефти.

Были определены функциональные уровни программно-технического комплекса, в том числе содержания добываемой нефтяной смеси – контроль баланса, расход, коммерческая инвентаризация складов и выпуск потребителей, с интеграцией современных контрольно-измерительных и управляющих комплексов.

Development concept of software-technical complex towards integration of SCADA–MES–ERP management levels for petroleum industry

M.M. Isayev, Cand. in Tech.Sc.
Institute of Control Systems

Keyword: measurement and management complex, software-technical, integration, functional level.

The paper presents the development concept of highly-accurate measurement and management complex in the processes of production, gathering, initial prepare, transportation and storage of oil.

Functional levels of software-technical complex, as well as the composition of produced oil mixture – control balance, discharge, commercial inventory of stocks and output to customers with the integration of state-of-the-art measurement and management complexes have been identified.

Açar sözlər: nəzarət-ölçmə və idarəetmə kompleksi, proqram-texniki, inteqrasiya, funksional səviyyə.

Dünya iqtisadiyyatına inteqrasiya edən müstəqil respublikamız Qafqaz nəqliyyat dəhlizində yeddiyə qədər nəhəng neft və qaz kəmərinə sahiblik etməklə Asiya və Avropa qitələri arasında iqtisadi körpü rolunu oynayır. Ölkəmizin neft və qazla zəngin olması sosial-iqtisadi inkişafa müstəsna təsir göstərir. Neft emalı müəssisələrinin qarşısında duran əsas məsələ son illərdə qazanılmış uğurları möhkəmləndirmək, davamlı olaraq dünya bazarlarına yüksək keyfiyyətli neft və neft məhsulları çıxarmaq, eyni zamanda daxili tələbatı ödəməkdən ibarətdir.

Milli sərvətimiz olan neftin, qazın effektiv üsul və vasitələrlə hasilatı, hazırlanması, eləcə də ixracı proseslərinin bütün mərhələlərində məhsulun kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərinə yüksək dəqiqliklə avtomatlaşdırılmış nəzarət, ölçmə və idarəetmə, ölkədaxili vahid informasiya şəbəkəli kommersiya ucotu sistemlərinin (kompleksin) yaradılması vacib məsələdir. Bu sistemlər vasitəsilə neft mədənlərindən çıxarılan məhsulun kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərinin yeni elmi-texniki innovasiyalar əsasında təyini, sonrakı mərhələlərdə xam və əmtəə neftin miqdarının dəqiq ucotunun aparılmasını təmin etməlidir. Əks halda nəhəng texnoloji sxem üzrə fasiləsiz hərəkət edən neft-qaz-su qarışığının göstəricilərinə və tərkib hissələrin ayrılmasına bütün texnoloji mərhələlərdə və mərhələlərarası proseslərdə nəzarəti çətinləşdirir. Odur ki, neft hasilatı, hazırlanması və nəqli proseslərində dəqiq ucotun aparılması, qarışığın kəmiyyət və keyfiyyət parametrlərinin qiymətlərinin yüksək dəqiqliklə ölçülməsi və onların qiymətlərinə fasiləsiz avtomatlaşdırılmış nəzarət aktual məsələdir.

Neftin hasilatı quyusundan istehlakçıya kimi hərəkət dinamikası boyunca bütün uçot qurğularını əhatə edən informasiya-ölçmə və idarəetmə sistemlərinin metroloji xarakteristikaları üzərinə ciddi şərtlər qoyulur, onların yüksək effektivliyi mühüm rol oynayır. Hazırda neft və neft məhsullarının miqdarının kommersiya dəqiqliyi ilə təyində ölçmə dəqiqliyini tənzimləyən, qüvvədə olan ГОСТ-ə əsasən ölçmə xətası 0.1–0.4 % təşkil edir. Lakin neft kəmərləri sistemində eyni partiyalardan olan neftin təkrar ucotunda bu xəta 2–3 %-ə qədər artır (T.M. Əliyev və b., 1984). Problemin həlli, bütün uçot qovşaqlarını əhatə edən, məhsulun kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərinə dəqiqliklə ölçmək üçün yüksək intellektuallığa malik ölçmə sisteminin real tətbiqi hesabına mümkündür. Bu məqsədlə AMEA-nın İdarəetmə Sistemləri İnstitutunda neftin bütün uçot qovşaqlarını özündə birləşdirən, yüksək metroloji təminatla malik proqram-texniki kompleksin (PTK) işlənməsi konsepsiyası hazırlanmışdır.

Məy qurşağının tərkibinə avtomatlaşdırılmış nəzarət üçün üsul və vasitələrin yeni texnologiyalar əsasında işlənməsi, emulsiyanı təşkil edən maddələrin həm qarışığın tərkibində, həm də ayrıldıqdan sonra miqdarlarının yüksək dəqiqliklə ölçülməsi, balansın təmini nəzərdə tutulur.

Bu məqsədlə neft-qaz sənayesinin kompleks avtomatlaşdırılması sahəsində dünya ölkələrinin, o cümlədən Azərbaycan Respublikasının neftqazçıxarmada, neft və qazın hazırlanmasında, neft kəmərləri ilə nəqlində, anbarlara yerləşdirilməsi və saxlanılmasında, istehlakçılara çatdırılması və s. mürəkkəb texnoloji proseslərdə əldə olunmuş çoxillik təcrübələr, fundamental elmi-tədqiqat işləri, layihələr, real tətbiq olunmuş ölçmə sistemləri, üsulları və vasitələri dərinlən təhlil edilmişdir [1–5].

Ölkəmizdə neft-kimya sənayesinin avtomatlaşdırılması üçün çoxsaylı nəzəri-praktiki orijinal üsullar, avtomatlaşdırılmış sistemlər və cihazlar işlənməmiş, ən başlıcası isə elmi-texniki biliklərə yiyələnmiş peşəkar mütəxəssislər yetişdirilmişdir. Danılmaz faktdır ki, keçmiş SSRİ ərazisində həyata keçirilən neft və qaz yataqlarının geoloji kəşfiyyatı, neft mədənləri, neftayırma zavodları, neft-qaz boru kəmərləri, terminallar, anbarlar və digər texnoloji qurğuların layihələndirilməsində Azərbaycan mütəxəssislərinin böyük əməyi olmuşdur.

Hazırda ölkədə yeni elmi-nəzəri əsaslarla yüksək iqtisadi səmərəliyə zəmin yaradan elmi-tədqiqat işləri müvəffəqiyyətlə həyata keçirilir və real tətbiqi nəticələr əldə olunur.

Məqalədə neftin kəmiyyət və keyfiyyət göstə-

ricələrinin yüksək dəqiqliklə təyini məsələləri, maye qarışığının xüsusiyyətləri və tərkibini əks etdirən fiziki-kimyəvi parametrlərin təyini, onların yüksək dəqiqliklə ölçülməsində meyarların təyini, yeni üsul və vasitələrin işlənməsi, neftin toplanması və hazırlanması proseslərinin səmərəliliyinin yüksəldilməsi, əmtəə neftin saxlanması və nəqlində kommersiya ucotunun aparılması, çoxparametrlili paylanmış strukturlu, yüksək ölçmə dəqiqliyinə malik multisistem işlənməsi və tədqiq məsələləri – neft mədənlərindən çıxarılan maye qarışığının əmtəə nefti səviyyəsinə gətirilməsi və istehlakçılara çatdırılmasına qədər keçirdiyi bütün texnoloji yol xəritəsinin elmi-texniki əsaslarla kompleks həlli təqdim edilmişdir [6–8].

Kompleks avtomatlaşdırmanın effektivliyini təmin etmək üçün müasir informasiya və kommunikasiya texnologiyaları (İKT) əsasında arxitektura, intellektual informasiya təminatı, vahid informasiya şəbəkəsində PTK-nın işlənməsi və tədqiq məsələləri nəzərdə tutulur.

PTK-nın neft sənayesinə real tətbiqi vahid mərkəzdən avtomatik idarəetməni, istehsal və istehlak olunan məhsulun yüksək dəqiqliklə ucotunun (balansının) aparılmasını, itkilərin qarşısının alınmasını, müəssisələrin rentabelliğini və iqtisadi səmərəliliyini yüksəltməyə imkan verəcəkdir.

Müasir dünya bazarının əsas xüsusiyyətləri neftqazçıxarmada infrastrukturun yenilənməsi, istehsalın yüksək rentabelliği, prosesin optimal idarə edilmişini ən yeni informasiya Texnologiyaları bazasında həyata keçirməyə tələb edir. İstehsalın effektivliyini yüksəltmək üçün modelləşdirmə, texnoloji enerji daşıyıcılarının və istehsal itkilərinin minimallaşdırılması, informasiyanın alınma etibarlılığı, yüksək dəqiqliklə işlənməsi və sürətinin yüksəldilməsi idarəetmədə düzgün qərar qəbul edilməsini şərtləndirir. Bunun üçün müəssisələrin operativ istehsalat-təsərrüfat fəaliyyətini özündə əks etdirən korporativ şəbəkəli PTK yaradılmalıdır. Məsələnin bu şəkildə qoyuluşu imkan verir ki, bütün texnoloji proseslərə avtomatlaşdırılmış nəzarət-ölçmə və idarəetmə vahid mərkəzdən idarə olunsun.

Məlum avtomatlaşdırılmış sistemlər struktur funksional imkanlarına görə məhdudiyətlərə malik olub yalnız müəyyən prosesləri əhatə edir [1–3]. Neftqazçıxarmada texnoloji proseslər qruplaşdırılaraq "alt sistem"lərlə əhatə olunur. İfdə bu cür "alt sistem"ləri əhatə edəcək və bütün istehsalatı vahid korporativ informasiya şəbəkəsində birləşdirəcək bir kompleksin elmi-texniki əsaslarla yaradılması prinsipləri nəzərdən keçirilmişdir.

Burada bütün texnoloji prosesləri əks etdirən parametrlərin yüksək dəqiqliklə ölçülməsi, həmin parametrlərin qiymətlərinə operativ nəzarət, optimal qərarların qəbul edilməsi və nəticədə idarəetməni optimal həyata keçirən vahid informasiya-ölçmə və idarəetmə sisteminin strukturu açıqlanmışdır.

İstehsalat proseslərinin idarəetmə sistemi (MES – Manufacturing Execution System)

İstehsalın idarə edilməsi məqsədilə yaradılacaq korporativ informasiya sistemi aşağıdakı funksional mərhələləri əhatə etməlidir:

- istehsal prosesini əhatə edən bütün parametrlər haqqında etibarlı və tam şəkildə informasiyanın daxilolma operativliyi;
- istehsal proseslərinin idarə edilməsi ilə administrator-təsərrüfat fəaliyyəti arasında effektiv informasiya əlaqəsi;
- istehsalat qərarlarının qəbul edilməsinə sərf olunan vaxtın azaldılması – minimuma endirilməsi;
- istifadəçi mütəxəssisin məhdudlaşdırılmış qanuna müvafiq olaraq informasiyaya daxilolma icazəsinin təmin edilməsi.

İstehsalın effektivliyini yüksəltmək üçün aşağıdakı proseslər gerçəkləşdirilməlidir:

- istehsal proseslərində gecikmə və itkilərin ixtisarı;
- operativ qərar qəbul etmə effektivliyinin və əmək məhsuldarlığının yüksəldilməsi.

Müəssisənin resurslarının planlaşdırılması sistemi (ERP – Enterprise Resource Planning)

Korporativ şəbəkəli PTK daha geniş funksional imkanlara malik olmaqla yanaşı hasil etdiyi informasiya aşağıdakı kimi sinifləşdirilir:

- material axınının idarə edilməsi – təchizat haqqında məlumat;
- istehsalın idarə edilməsi – istehsal tapşırıqlarının yerinə yetirilməsi hesabı;
- nəzarət –sərfiyyatın hesabı;
- avadanlıqlara texniki xidmət və təmir;
- avadanlıqların vəziyyətinə və işinə nəzarət.

Texnoloji proseslərin kompleks avtomatlaşdırılması və idarə edilməsi aşağıda qeyd edilən növbəti uzunmüddətli məqsədlərə yol açır: əsas və köməkçi istehsalatda bütün texnoloji proseslərin effektivliyi;

- müstəqil enerji mühafizəedici texnologiya;
- xidmətedici heyət və texnoloji proseslərin təhlükəsizliyi;
- ətraf mühitin qorunması tələbinin yerinə yetirilməsi.

PTK-nın əhatə etdiyi nəzarət-ölçmə və idarəetmə sistemlərinin yüksək intellektuallığı təmin etməsi üçün təqdim olunan konsepsiya aşağıdakı xüsusiyyətlərə malik olmalıdır:

- proqram-kontroller, sənaye kompüterləri və müasir proqram təminatından ibarət paylanmış strukturlu korporativ informasiya sistemi olmalıdır;

- neftin ölçülməsi və kommersiya hesabı, müasir texnoloji üsullarla həyata keçirilməlidir;

- avtomatik idarəetmə sistemi müəssisənin operativ administrator, təsərrüfat və istehsalat növbətçi idarə etməsinə inteqrasiya olunmalıdır.

Təklif olunan informasiya idarəetmə sisteminin (İİS) – kompleksin əsas texniki həlli praktiki olaraq neftçixarma sənayesinin bütün obyektlərinə şamil edilir. Texnoloji obyektlərin İİS-nin funksiyaları aşağıdakılardan ibarətdir:

- neftçixarma, ilkin hazırlıq və nəql haqqında informasiyaların toplanması və idarə edilməsi;
- elektrik, istilik və su təchizatı haqqında informasiyaların toplanması və idarə edilməsi;
- əsas texnoloji avadanlıq və obyektlərin qəzalardan avtomatik olaraq qorunması;
- texnoloji şəraitin qiymətləndirilməsi və qərarın qəbul edilməsi;
- çıxarılan neftin miqdarının operativ və kommersiya hesabının aparılması.

Neftçixarma obyektlərini texnoloji avadanlıqlar və informasiya tutumu baxımından aşağıdakı əsas xüsusiyyətlərlə səciyyələndirmək olar:

- nəzarət və idarə olunan obyektlərin ərazi üzrə paylanması;
- çoxlu avadanlıq (material) axını və yüksək işlək təzyiqin olması;
- yanğın və partlayışa qarşı texnoloji qurğuların və boru kəmərlərinin mövcudluğu;
- ağır klimatik şərait;
- eyni vaxtda nəzarət və idarə olunan çoxlu sayda texnoloji xətlərdə yüklənmələrin uyğunlaşdırılması;
- çoxsaylı nəzarət və idarəetmə parametrlərinin olması və s.

Yuxarıda qeyd olunanları ümumiləşdirərək neftçixarma obyektləri üçün proqram-texniki kompleks, onun əsasını təşkil edən korporativ informasiya sistemi, texnoloji proseslər və qurğuların avtomatik idarəetmə sistemi, avtomatik yanğınsöndürən və qazlaşmaya nəzarət sistemi, neft quyularının, habelə onlardan neft nəql edən boruların telemexanika sistemi, enerji təchizatını idarəetmə sistemi və s. alt sistemlər toplusuna aid edilir.

Texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılması idarəetmə sistemi aşağıdakı məsələləri həll edir:

- məhsulun miqdar və keyfiyyətinə görə istehsalat tapşırığını yerinə yetirir;
- əsas və köməkçi istehsal obyektlərinin işinin etibarlılığını və effektivliyini təmin edir;
- aşkar edilmiş qəza və texnoloji prosesin reqlamentdən fərqlənməsini vaxtında aradan qaldırır;
- yanacaq-enerji və material-texniki resursların qeyri-istehsal itkilərinin azaldılması və istismar sərfələrini ixtisar edir;
- istehsalın ekoloji təhlükəsizliyi məqsədi ilə neftçixarma obyektlərini qəza və yanğından qoruyur.

Telemexanika sistemi aşağıdakı məsələləri həll edir:

- quyunun iş rejimini optimallaşdırır;
- texnoloji avadanlıqların qüsursuz işləməsinə nəzarət edir, onların təmir olunma aralıq zamanlarını uzadır, boş-boşuna işləmələrin və dayanmalarının qarşısını alır;
- avadanlıqların təmir xərclərini azaldır;
- işçi heyətin iş şəraitini yaxşılaşdırmaqla əmək məhsuldarlığını artırır, neftin çıxarılması və nəqli prosesi barədə informasiyaların toplanması və analiz edilməsini təmin edir.

Avtomatik yanğınsöndürən və qazlaşmaya nəzarət edən sistem aşağıdakıları təmin edir:

- yanğına qarşı sinqnalizasiya;
 - qazlaşmaya nəzarət;
 - yanğınsöndürən avadanlığın avtomatik qoşulması;
 - texnoloji avadanlıqların açılması və sorucu ventilyasiyanın qoşulması.
- Enerji, istilik, su təchizatları və suvurma avtomatik idarəetmə sistemi aşağıdakı məsələləri həll edir:
- enerji təminatının idarəedilmə operativliyini və keyfiyyətini yüksəltmək;
 - qəza və qeyri-normal rejimlərin aradan qaldırılması;
 - qeyri-məhsul sərf və itkilərin azaldılması;
 - bütün növ enerji resursların texniki və kommersiya hesabı;
 - cihazların diaqnostika və pasportlaşmasını həyata keçirmək.

Şərti olaraq bu sistemlər bir-birindən fərqli üç səviyyəli avtonom alt sistemlərə ayrılır:

1. I (aşağı) səviyyəli sistem texnoloji obyektləri özündə birləşdirir;
2. II (orta) səviyyəli sistem neft sənayesinin dispetçer sistemini əhatə edir;
3. III (yuxarı) səviyyəli sistem isə neftçixarma

müəssisənin idarə edən sistemi təşkil edir.

Yuxarıda qoyulmuş prinsiplər əsasında yaradılan korporativ informasiya sistemi istehsalın idarə olunmasında texnoloji proseslərə operativ nəzarət etməyin yeganə düzgün (neftçixarma obyektləri, saxlama, neft və qazçixarma idarəsi səviyyəsində) yolumdur.

Korporativ informasiya sistemini müvəffəqiyyətlə layihələndirmək üçün təklif olunan konsepsiyaya uyğun müəyyən edilmiş ardıcılıqla həyata keçirilməli, mərhələ-mərhələ həll edilməlidir.

Məlumdur ki, neft mədənləri, anbarları və kəmərlərində gedən texnoloji proseslər bir-birindən köklü şəkildə fərqləndiyindən hər üç sahədə aparılan avtomatlaşdırılmış nəzarət-ölçmə və idarəetmə əməliyyatları da müvafiq olaraq fərqli prinsiplərə malik olacaqdır. Eyni zamanda nəzərə alsaq ki, sənayenin bu üç sahəsi ayrı-ayrılıqda sərbəst idarəetmə təşkilatlarından ibarətdir və onların arasında vahid şəbəkəli İİS hələ də mövcud deyil, onda qoyulmuş məsələnin nə dərəcədə aktual olmasını dərk etmək olar.

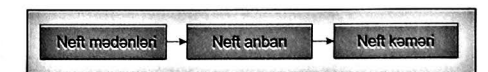
Qeyd olunanlar nəzərə alınmaqla hər üç məsələ əlaqəli şəkildə həll edilir, bütün sahələri əhatə edən, vahid informasiya şəbəkəsində birləşən, tam avtomatlaşdırılmış nəzarət-ölçmə və idarəetmə kompleksinin elmi əsaslarla işlənilməsi və tətbiqi məsələlərinin həlli yolları verilmişdir.

Neft sənayəsində hasilat, saxlanma və nəql kimi üç əsas sahənin ümumiləşdirilmiş əlaqəli sxemi şəkildə verilib.

Neft mədənlərindən çıxarılan neft qarışıq mayenin ayrılması (neft, qaz, su, mexaniki qarışıqlar) prosesi kifayət qədər mürəkkəbdir və bu zaman məhsulun miqdarının əsasən operativ uçotu (yüksək ölçmə dəqiqliyi tələb olunmur, xəta bir neçə faiz həddində olur) nisbətən böyük olmayan cəldliklə həyata keçirilir. Neft bütün qarışıqlardan ayrıldıqdan və əmtəə nefti şəklində formalaşdıqdan sonra onun kommersiya uçotu həyata keçirilir. Bu uçot əməliyyatında yüksək ölçmə dəqiqliyi və cəldlik tələb olunur.

Operativ uçotda neftin doldurulub boşaldılması əməliyyatının operativ icrası, kommersiya uçotda isə məhsulun dəqiq uçotu, növlər üzrə yerləşdirilməsi (paylanması) və anbardan buraxmanın planlaşdırılması (satışı) nəzərdə tutulur.

Qeyd olunan məsələlərin həlli təkə informasiya



Neftçixarma, saxlanma və nəql sahələrinin əlaqəli sxemi

ya-ölçmə və idarəetmə sisteminin (İÖS) işlənilməsi və tətbiqi ilə bitmir, bu həm də daxil olan bütün faydalı məlumatların yüksək səviyyədə emalını təmin edən hesablama vasitələrinin informasiya təminatının qurulması ilə əlaqədardır. Bu sistemin strukturuna və texniki xarakteristikasına qoyulan tələblər aşağıdakılardan ibarətdir:

- nəzarət olunan obyektlərin bir araya gətirilməsi;
- obyektlərin texnoloji strukturlarının çox obrazlı olması;

- müxtəlif idarəetmə məsələlərinin həllində (ölçmə zamanı informasiyanın yenidən emal və uzunmüddətli saxlanması zamanı) müxtəlif tələblər;

- ilkin informasiya-ölçmə cihazlarında yanğın və partlayışa qarşı yüksək tələb.

Bunlarla yanaşı İÖS-nin layihələndirilməsi zamanı bütün cihazların seçilməsi və istismarı proseslərində onların unifikasiyası, uyğunlaşdırılması və inteqrasiyasına ciddi əməl edilməli, məsələnin həllində obyektin spesifik xüsusiyyətləri əsas

amillər kimi götürülməlidir.

Neft və neft məhsulları saxlanılan neft anbarlarında (rezervuar parklarında) məhsulun miqdarının təyini əsasən həcm-çəki və pyezometrik üsullarla həyata keçirilir (digər məlum üsulların real şəraitdə tətbiqi nəticələri özünü doğrultmadığı üçün istifadə olunmur). Son illərdə həcm-çəki üsulundan pyezometrik ölçmə üsuluna tamamilə keçid meylli diqqəti cəlb etməkdədir [2, 3].

Pyezometrik ölçmə üsuluna əsaslanan İÖS-nin yaradılması istiqamətində dünyanın aparıcı şirkətləri ilə yanaşı ölkəmizdə də ("Neftqazavtomat" EİB, Azərbaycan Neft və Sənaye Universiteti) xeyli işlər görülmüşdür. Buna misal olaraq "Radius", "Kvant", "Radius-M", "Vertikal", "Uçot", PTK "Rezervuar" və digər İÖS və PTK-lər layihələndirilərək keçmiş Sovetlər Birliyində mövqəftə neft obyektlərində geniş tətbiq edilmişdir [1–3]. Pyezometrik ölçmə üsulunun əsas nəzəri və praktiki prinsipləri məhz ölkəmizdə işlənilmiş və tətbiq edilmişdir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. *Абдуллаев А.А., Бланк В.В., Юфин В.А.* Контроль в процессах транспорта и хранения нефтепродуктов. – М.: Недра, 1990, 263 с.
2. *Гаджиев Ч.М., Исаев М.М.* Методы обработки измерений в ИИС определения массы нефтепродуктов в резервуарах. – Баку: Элм, 2000, 94 с.
3. *Исаев М.М.* Методы и средства коммерческого учета нефтепродуктов в потоке. – Баку: Элм, 2010, 164 с.
4. *Isayev M.M.* Development of a Universal Automatic System and Algorithm for Calibrating Oil Tanks // *Measurement Techniques*, 2016, v. 59, Issue 6, pp. 623-627.
5. *Isayev M.M.* Ölçmə sistemlərinin dəqiqliyinin yüksəldilməsinin alqoritmik-test üsulları: monoqrafiya. – Bakı: Elm, 2018, 206 s.
6. *Трилохан Гунта.* Нефть на учете // Информационная система управления проектами, 2012, № 6, с. 26-32.
7. *Годнев А.Г.* Коммерческий учет товарных потоков нефтепродуктов автоматизированными системами: учеб. пособие / А.Г. Годнев, Е.И. Зоря, Д.А. Несторов, Н.В. Давыдов. – М.: Макс Пресс, 2008, 426 с.
8. *Homproth D., Kuhn N., Pinquet B., Guera E.* Точное измерение продукции скважины SAGD // *Нефтегазовые технологии*, 2008, № 12, с. 53-56.