

Қазақстан кен орындарының мысалында сирек жер элементтерінің шөгілу түрлері

¹*ТЛЕУБЕРГЕН Айбек Жәнібекұлы, докторант, aibek_mn@mail.ru,

¹МАУСЫМБАЕВА Алия Думановна, PhD, аға оқытушы, maussymbayevaaliya@gmail.com,

²АПАЗОВА Салтанат Маратовна, магистр, аға оқытушы, saltanat1986.10@gmail.com,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Н. Назарбаев даңғылы, 56, Қарағанды, Қазақстан,

²«Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті» КеАҚ, Әйтеке би көшесі, 29а, Қызылорда, Қазақстан,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Бүгінде сирек кездесетін элементтерді қолданбайтын техника саласын атау қиын. Сирек жер элементтеріне иттрий, лантан және лантанидтер тобының 13 элементі (церий, празеодим, неодим, самарий, еуропий, гадолиний, тербиум, диспрозий, холмий, эрбиум, тулий, иттербиум, лютеций) жатады. Бұл элементтер атом энергетикасында, радиоэлектроникада, авиация мен зымыран техникасында, машина жасау мен аспап жасауда белсенді қолданылады. СЖЭ көбінесе біртұтас топ деп аталады, іс жүзінде әрбір жеке элементте белгілі бір түпкілікті қолдану жиынтығы бар, сондықтан оларға сұраныс әр түрлі болады. СЖЭ табиғи (бастапқы) ресурстарының бірнеше түрлі түрлері бар. Соның ішінде жоғары температуралы геологиялық процестер (карбонатиттер, сілтілі жыныстар, тұрғын үй және скарн шөгінділері) және төмен температуралы процестер (шашырау, латериттер, бокситтер және иондық-адсорбциялық саздар) нәтижесінде пайда болған ресурстар. Мақалада Қазақстан кен орындарының мысалында кен орындарының әр түріндегі жеке СЖЭ балансы қарастырылды.

Кілт сөздер: сирек жер элементтері, шөгілу түрлері, Қазақстанның кен орындары, орташа құрамы, таралу заңдылықтары.

Кіріспе

СЖЭ жер қыртысында салыстырмалы түрде кең таралғанымен, басқа металдардың көпшілігінен айырмашылығы, олар өндіруге жарамды кен орындарында сирек шоғырланады. Потенциалды СЖЭ кен орындарын бастапқы және қайталама кен орындарына бөлуге болады. Бастапқы кен орындары магмалық, гидротермиялық және/немесе метаморфтық процестер нәтижесінде пайда болған кен орындары болып табылады. Бұл шөгінділер көбінесе кеңістіктік жағдайда орналасқан сілтілі магмалық жыныстармен және карбонатиттермен байланысты. Екінші реттік кен орындары – бұл эрозия мен ауарайының әсерінен пайда болған және шашыраңқы, латериттер мен бокситтерді қамтуы мүмкін. Осы екі топтың ішінде СЖЭ кен орындарын олардың генетикалық бірлестіктеріне, минералогиясына және пайда болу формасына қарай одан әрі бөлуге болады. СЖЭ кен орындары әртүрлі геологиялық орталарда кездесетіндіктен, оларды әртүрлі санаттарға жіктеу өте оңай емес.

Қазақстанда сирек жер элементтері кенді кен орындарының барлық түрлерінде – темір кені, мыс, полиметалл, алтын кені және т.б. кездеседі.

Қазақстанның мынадай негізгі сирек жер құрылымдары бөлінеді:

- эпимагматитті;
- пегматитті;
- карбонатитті;
- скарн-грейзенді;
- кварц-грейзенді;
- стратиформды;
- кварц жіпті, порфирлі, пропилитті;
- мору;
- шөгінділер.

Әлемдік тәжірибеде құрамында сирек жер элементтері кездесетін 60-тан астам минералдар белгілі. Олардың ішіндегі ең маңыздылары:

- монацит (Ce, La.....)[PO₄];
- ксенотим Y [PO₄];
- рабдофанит (Ce,Y) [PO₄] H₂O;
- бастнезит CeCO₃ F;
- паризит CeCa(CO₃)₃F₂;

- пироклор $(Na, Ca, Ce)2Nb_2O_6(OH, F)$;
- микролит $(Na, Ca, Ce)2Ta_2O_6(OH, F)$;
- эвксенит $(Y, Ce, Ca)(Nb, Ti)O_3$;
- лопарит $(Na, Ca, Ce)(Nb, Ti)O_3$;
- браннерит $(U, Ca, Y, Th)3Ti_5O_{16}$;
- гагаринит $NaYCaF_6$.

Бөлінген он формациялық-генетикалық типтің тек екеуі – сирек металды – сирек жер сілтілі граниттер және иттрий-сирек жер қыртысы. Қалған кенді түзілімдер сирек кездесетін жерлердің аз мөлшерімен сипатталады, олар негізгі кенденуге – мыс, қорғасын, мырыш, фосфор, ванадий және т.б.

Зерттеу әдістері

Эпимагматикалық формация альбит сілтілі сиениттермен және альбит сілтілі граниттермен ұсынылған. Олармен күрделі сирек жер-ниобий-цирконий және тантал-ниобий-цирконий – сирек жер кендері байланысты. Альбит сілтілі сиениттердің типтік өкілі-Борсықсай кен орны (Орал белдеуі). Сирек жерлер Ta-Nb кенденуімен бірге жүреді және бастнезит, пироклор, ортит құрамында болады.

C₂ санатындағы қорлары бар Приозерное сирек жер (бастнезит) кен орны бөлінеді.

Жоғарғы Эспе кен орны альбитит сілтілі граниттермен генетикалық байланысты. Сирек жер минералдануы гагаринит, малакон және пироклордан тұрады. Сирек жер элементтерінің арасында лантан, церий, гадолиний, самарий, итербиум және лютеций басым.

Сирек жер минералдануы цирконий – тантал-ниобиймен тығыз байланысты.

Генетикалық жағынан жақын кен көріністері Іле Алатауында (Құрменті), Ұлытауда (Пионер, Сызықтық, Майтөбе), Көкшетауда (Лосевка, Шоққарағай) белгілі.

Карбонатит формациясы ультрамафикалық жыныстардың шағын массивтерімен ұсынылған – Красномайский, Барчинский (Көкшетау), кедей цирконий – сирек жер минералдануы.

Скарн-грейзенды формациясы Новосветловское кен орнымен (Көкшетау) және Қарағайлыақтас (Іле Алатауы) кешенді сирек металл кен орнымен ұсынылған. Сирек жерлер ілеспе болып табылады және тантал мен ниобиймен бірге кездеседі, сирек жерлерді ұстау (ΣTR) пайыздың жүзден бір бөлігінен аспайды.

Орталық Қазақстанда кварц жіпті-грейзенді (штокверкті формация) – Жоғарғы Қайрақты, Жанет, Батыстау, Оңтүстік жауыр-кең дамыған. Сирек жерлер ілеспе болып табылады және шеелитте, вольфрамитте қоспа түрінде болады. Практикалық қызығушылық Жоғарғы Қайрақты болып табылады, онда сирек кездесетін жерлерді ұс-

тау 0,1%-ға жетеді.

Сырымбет қалайы кен орны сирек кездесетін кендері бар объектілердің қатарына жатады. Барлау процесінде сирек жерлердің өнеркәсіптік құрамы бар блоктар анықталды (0,1%).

Стратиформды формация – оған Қаратау фосфорит кен орындары, уран, молибден, платина және сирек кездесетін жерлері бар ванадий кендерінің стратификацияланған горизонттары (Баласаускандық, Құрымсақ-Қаратау), Каспий маңы уран кен орындары (Томақ, Меловое) жатады.

Қаратаудың ванадий кен орындары. Баласаускандық-сирек кездесетін ірі жер-ванадий нысаны. Сирек жерлердің мөлшері 63-73,6% иттрий тобының элементтерінен тұрады: иттрий, тулия, гадолиний, еуропий және т.б., сирек жерлер ванадий пентоксидімен тікелей корреляциялық байланыста, корреляция коэффициенті 0,062.

Сирек жерлер қоры бойынша ($\Sigma Ce + \Sigma Y$) Баласаускандық кен орны ірі кен орындарына жатады.

Құрымсақ кен орны Баласаускандық кен орнының оңтүстік-шығыс қапталын білдіреді. ΣTR орташа мөлшері 0,08% құрайды.

Қаратау фосфорит кен орындары Көкжон, Жаңатас, Көксу, Ақсай және Чулақтау кен орындарын қамтитын Қаратау фосфорит бассейніне бөлінеді.

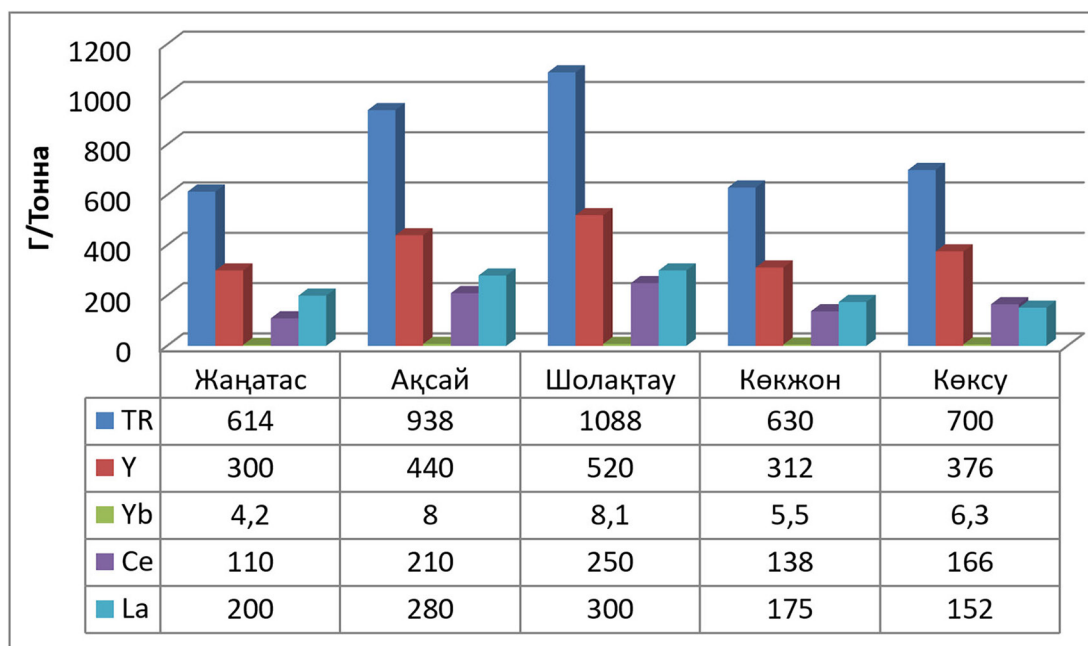
Бұл формациялардың практикалық маңызы төмен. Экзогендік кен түзілімдеріне ауа-райының қабығы мен шөгінділері жатады. Ауа райының қыртысы төрт өңірде – Шығыс Оралда (Құндыбай және Құндыбай кен алқабы), Торғайда (Ақ бұлақ), Ұлытауда (қорғасын кен алқабы, Маятас кен алқабы), Көкшетауда (Шоққарағай, Новосветловское, Торанғылық) дамыған.

Құндыбай кен орны Қостанай облысының Жетіқара ауданында орналасқан. Сирек кездесетін минералдардың ішінде қалдық (бастапқы) және гипергенді (қайталама) минералдар бар. Қалдық-ксенотим, монацит.

Бұл минералдардың ерекшелігі-еуропийдің қалыптан тыс жоғары мөлшері-монацитте 1,3% және ксенотимде 1,5%.

Ауа райының қыртысындағы негізгі құндылықтар бастнезит, черчит және рабдофаниттің қайталама сирек кездесетін минералдары болып табылады. Бастнезит мөлшері 2440 г/т жетеді. Черчит кен орнындағы ең көп таралған минерал, оның мөлшері 6,162 кг/т жетеді, құрамы бойынша рабдофанит черчиттің жақын аналогы болып табылады (ΣTR_2O_3 – 47,57%), ол иттрийдің жоғарылауымен сипатталады (4,76%).

Құндыбай кен орны ТМД елдері арасында ғана емес, әлемде де сирек кездесетін ірі нысандардың бірі.



Сирек жер элементтерінің орташа мөлшері

Новосветловское кен орны Көкшетау облысының Арықбалық ауданында орналасқан. Сирек жер кендері негізінен линза тәрізді шөгінділермен ұсынылған, ұзындығы алғашқы километрге дейін және қуаты алғашқы ондаған метрге дейінгі ауа райының қыртыстарында локализацияланған. Иттрийді және басқа сирек кездесетін элементтерді тасымалдайтын минералдар-черчит және рабдофанит. Қорларды есептеудің екі нұсқасы үшін сирек кездесетін жерлердің орташа мөлшері – 0,03% және 0,107%, кен денелерінің орташа қуаты 2 м және 4 м.

Шоққарағай кен орны Көкшетау облысының Айыртау ауданында, Володарское теміржол станциясынан солтүстікке қарай 25 км жерде орналасқан.

Сирек жер кендері тау жыныстарында да, ауа райының қабығында да дамыған, екі кенді аймақ бөлінеді-Солтүстік-Шығыс I және Солтүстік-Шығыс II. Сирек кездесетін кендеу қуаты 1-2-ден 20 м-ге дейін болатын сазды-қиыршық тасты ауа-райының қабығында шоғырланған. TR₂O₃ мөлшері 0,1-ден 0,5%-ға дейін, иттрий мөлшері 0,08%-ға дейін өзгереді.

Ақбұлақ кен орны Арқалық қаласының 30 км ОБ-та орналасқан, ол қуаттылығы 50 м-ге дейін, орташа тереңдігі 13 м болатын сызықтық ауа райының қыртыстарымен ұсынылған. Иттрий оксидінің орташа мөлшері – 272 г/т, негізгі кен минералдары-ксенотим, черчит, бастнезит, циртолит. Кен орнында С₂ санаты бойынша қорлар және Р₁ бойынша болжамды ресурстар есептелген. Кен орны

игеруге дайындалған.

Маятас кен алқабы Қарағанды облысында, Арқалық қаласынан ОБ-қа 150 км жерде орналасқан, қуаты 25-150 м болатын ауа райының алаңдық қабығымен сирек кездесетін жерлерді сақтау ұсынылған. Олардың негізгі тасымалдаушылары-саз фракциясының минералдары және сирек кездесетін минералдар – негізінен черчит. Алдын ала барлау мәліметтері бойынша, бұл егжей-тегжейлі барлау жұмыстарын жүргізуге лайық орташа объект.

Шөгінділер-батыста және кем дегенде Солтүстік Қазақстанда кең таралды. Шөгінділердің негізгі пайдалы компоненттері титан мен цирконий болып табылады, сирек жер ілеспе компоненттеріне жатады. Негізгі сирек кездесетін минерал – монацит.

Батыс Қазақстанда тоғыз шөгінді бөлінеді – Шоқаш, Шпаковка, Сабынкөл, Болжамды, Сіңгірбай, Новомихайловка, Есет, Терісбұтақ.

Сирек жерлердің мазмұны 0,06 кг/т-ден 2-3 кг/т-ға дейін өзгереді.

Солтүстік Қазақстан Титан-циркон шөгінділерімен сирек кездесетін жерлермен (монацит) – Обуховская, Горьковская, Богородуховская, Тобольская және Коскольмен ұсынылған. Монациттің мөлшері 0,15 кг/т-ден 1-2 кг/т-ға дейін.

Шығыс Қазақстан-Асубұлақ және Қараөткел. Негізгі пайдалы компоненттер-тантал және қалайы, сирек кездесетін жерлер монацитте шоғырланған, практикалық маңызы жоқ.

Қорытынды

Қазіргі уақытта сирек металдар мен сирек жер элементтерін, сондай-ақ бірқатар сирек жер кен орындарын өндіру саласында елеулі әзірлемелері бар Қазақстан, егер өз кен орындарының инвестициялық тартым-

дылығын, яғни сирек жер элементтерінің орташа құрамын және олардың қорларын арттыра алса, сирек жер элементтерін өндіру үшін шикізат экспорттаушы елдер тобына қосылуға мүмкіндігі бар.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Михайлов В.А. Редкоземельные руды мира. Геология, ресурсы, экономика. – Киев: Изд-во Киевский университет, 2010. – 223 с.
2. Бекжанов Г.Р., Раденко Н.Л., Иванов Л.Б., Ниязов А.Р. Редкие земли Казахстана // Геология и охрана недр. – Алматы, 2008. – № 3 (28). – С. 40-48.
3. Naymanbayev M., Lokhova N., Baltabekova Z. Classification of Raw Sources of Rare-Earth Elements in Kazakhstan // J. Mater. Sci. Eng. – 2013. – No. 3. – Pp. 326-330.
4. Chen Z. Global rare earth resources and scenarios of future rare earth industry // J. Rare Earths. – 2011. – No. 29. – Pp. 1-6. doi: 10.1016/S1002-0721(10)60401-2.
5. Klinger J.M. A historical geography of rare earth elements: From discovery to the atomic age // Extr. Ind. Soc. – 2015. – No. 2. – Pp. 572-580. doi: 10.1016/j.exis.2015.05.006.
6. Binnemans K., Jones P.T., Blanpain B., Van Gerven T., Yang Y., Walton A., Buchert M. Recycling of rare earths: A critical review // J. Clean. Prod. – 2013. – No. 51. – Pp. 1-22. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.12.037.
7. Исаева Л.Д., Дюсембаева К.Ш., Кембаев М.К., Юсупова У., Асубаева С.К. Формы нахождения редкоземельных элементов в коре выветривания месторождения Кундыбай (Северный Казахстан) // Известия НАН РК Серия геологии и технических наук. – Алматы, 2015. – Vol. 2. № 410. – С. 23-30.
8. Омирсериков М.Ш., Исаева Л.Д., Дюсембаева К.Ш., Кембаев М.К., Асубаева С.К. Редкие земли в коре выветривания месторождения Кундыбай (Северный Казахстан) // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. – 2016. – № 3. – С. 32-40.
9. Исаева Л.Д., Дюсембаева К.Ш., Кембаев М.К., Юсупова У. Редкоземельные элементы и формы их нахождения в коре выветривания рудопроявления Талайрык (Северный Казахстан) // Известия НАН РК Серия геологии и технических наук. – Алматы, 2015. – Vol. 6. № 414. – С. 57-65.

Типы отложения редкоземельных элементов на примере месторождений Казахстана

¹***ТЛЕУБЕРГЕН Айбек Жәнібекұлы**, докторант, aibek_mn@mail.ru,

¹**МАУСЫМБАЕВА Алия Думановна**, PhD, старший преподаватель, maussymbayevaaliya@gmail.com,

²**АППАЗОВА Салтанат Маратовна**, магистр, старший преподаватель, saltanat1986.10@gmail.com,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», пр. Н. Назарбаева, 56, Караганда, Казахстан,

²НАО «Кызылординский университет имени Коркыт Ата», ул. Айтеке би, 29а, Кызылорда, Казахстан,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Сегодня трудно назвать область техники, в которой бы не применялись редкие и редкоземельные элементы. К редкоземельным элементам (редким землям) относятся: иттрий, лантан и 13 элементов группы лантаноидов (церий, празеодим, неодим, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций). Эти элементы активно используются в атомной энергетике, радиоэлектронике, авиационной и ракетной технике, машино- и приборостроении. РЗЭ часто называют единой группой, на практике каждый отдельный элемент имеет определенный набор конечных применений, и поэтому спрос на них варьируется. Существует несколько различных типов природных (первичных) ресурсов РЗЭ, включая те, которые образовались в результате высокотемпературных геологических процессов (карбонатиты, щелочные породы, жилые и скарновые отложения), и те, которые образовались в результате низкотемпературных процессов (россыпи, латериты, бокситы и ионно-адсорбционные глины). В статье рассмотрен баланс отдельных РЗЭ в каждом типе месторождений на примере месторождений Казахстана.

Ключевые слова: редкоземельные элементы, типы отложения, месторождения Казахстана, среднее содержание, закономерности распределения.

Types of Deposits of Rare Earth Elements on the Example of Kazakhstan Deposits

¹***TLEUBERGEN Aibek**, Doctoral Student, aibek_mn@mail.ru,

¹**MAUSSYMBAYEVA Aliya**, PhD, Senior Lecturer, maussymbayevaaliya@gmail.com,

²**APPAZOVA Saltanat**, Master's Degree, Senior Lecturer, saltanat1986.10@gmail.com,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», N. Nazarbayev Avenue, 56, Karaganda, Kazakhstan,

²NPJSC «Korkyt Ata Kyzylorda University», Aiteke bi Street, 29a, Kyzylorda, Kazakhstan,

*corresponding author.

Abstract. Today it is difficult to name a field of technology in which rare and rare earth elements would not be used. Rare earth elements (rare earths) include yttrium, lanthanum and 13 elements of the lanthanide group (cerium, praseodymium, neodymium, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium, lutetium). These elements are actively used in nuclear power, radio electronics, aviation and rocket technology, machine and instrument engineering. REE is often referred to as a single group, in practice, each individual element has a specific set of end uses, and therefore the demand for them varies. There are several different types of natural (primary) REE resources, including those formed as a result of high-temperature geological processes (carbonatites, alkaline rocks, vein and scar deposits), and those formed as a result of low-temperature processes (placers, laterites, bauxites and ion-adsorption clays). The article examines the balance of individual REE in each type of deposits on the example of deposits in Kazakhstan.

Keywords: rare earth elements, types of deposits, deposits of Kazakhstan, average content, distribution patterns.

REFERENCES

1. Mihailov V.A. Redkozemel'nye rudy mira. Geologija, resursy, jekonomika. – Kiev: Publ. Kievskij universitet, 2010. – 223 p.
2. Bekzhanov G.R., Radenko N.L., Ivanov L.B., Nijazov A.R. Redkie zemli Kazahstana // Geologija i ohrana nedr. – Almaty, 2008. – No. 3 (28). – Pp. 40-48.
3. Naymanbayev M., Lokhova N., Baltabekova Z. Classification of Raw Sources of Rare-Earth Elements in Kazakhstan // J. Mater. Sci. Eng. – 2013. – No. 3. – Pp. 326-330.
4. Chen Z. Global rare earth resources and scenarios of future rare earth industry // J. Rare Earths. – 2011. – No. 29. – Pp. 1-6. doi: 10.1016/S1002-0721(10)60401-2.
5. Klinger J.M. A historical geography of rare earth elements: From discovery to the atomic age // Extr. Ind. Soc. – 2015. – No. 2. – Pp. 572-580. doi: 10.1016/j.exis.2015.05.006.
6. Binnemans K., Jones P.T., Blanpain B., Van Gerven T., Yang Y., Walton A., Buchert M. Recycling of rare earths: A critical review // J. Clean. Prod. – 2013. – No. 51. – Pp. 1-22. doi: 10.1016/j.jclepro.2012.12.037.
7. Isaeva L.D., Djuseмбаева K.Sh., Kembraev M.K., Jusupova U., Asubaeva S.K. Formy nahozhdenija redkozemel'nyh jelementov v kore vyvetrivanija mestorozhdenija Kundybaj (Severnyj Kazahstan) // Izvestija NAN RK Serija geologii i tehniceskikh nauk. – Almaty, 2015. – Vol. 2. No. 410. – Pp. 23-30.
8. Omirserikov M.Sh., Isaeva L.D., Djuseмбаева K.Sh., Kembraev M.K., Asubaeva S.K. Redkie zemli v kore vyvetrivanija mestorozhdenija Kundybaj (Severnyj Kazahstan) // Vestnik Vostochno-Kazahstanskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta im. D. Serikbaeva. – 2016. – No. 3. – Pp. 32-40.
9. Isaeva L.D., Djuseмбаева K.Sh., Kembraev M.K., Jusupova U. Redkozemel'nye jelementy i formy ih nahozhdenija v kore vyvetrivanija rudoprojavlenija Talajryk (Severnyj Kazahstan) // Izvestija NAN RK Serija geologii i tehniceskikh nauk. – Almaty, 2015. – Vol. 6. No. 414. – Pp. 57-65.