



Д. Серікбаев
атындағы
Шығыс Қазақстан
мемлекеттік техникалық
университетінің

ХАБАРШЫСЫ



ВЕСТНИК

Восточно-Казахстанского
государственного технического
университета
имени
Д. Серикбаева

1

Регистрационный № 145-ж

№ 1 (75), март, 2017

Основан в 1998 году

Выходит 4 раза в год

Ғылыми журнал

Д. Серікбаев атындағы
Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық
университетінің

ХАБАРШЫСЫ



ВЕСТНИК

Восточно-Казахстанского государственного
технического университета
им. Д. Серикбаева

Научный журнал



Бас редакторы - Главный редактор

Ж.К. Шаймарданов

ректор, профессор

Редакция алқасы - Редакционная коллегия:

Заместитель главного редактора:

О.Д. Гавриленко, канд. геол.-мин. н.

Ответственный секретарь - О.Н. Николаенко

Члены коллегии:

А.К. Адрышев, д-р техн. н., проф.,

А.Н. Алексеенко, д-р ист. н., проф.,

Д.Л. Алонцева, канд. физ.-мат. наук, проф.,

Ю.В. Баталов, д-р экон.н., проф.,

Ю.А. Веригин, д-р техн. н., проф.,

Б.А. Дьячков, д-р геол.-мин. н., проф.,

М.В. Дудкин, д-р техн. наук, проф.,

А.В. Егорина, д-р геогр. наук, проф.,

С.А. Жуманазар, канд. экон. наук, доц.,

Т.Т. Ипалаков, д-р техн. н., проф.,

А.И. Квасов, д-р техн. н., проф.,

Е.А. Колос, д-р экон. наук, доц.,

В.П. Колпакова, д-р техн. наук, доц.,

Ж.О. Кульсеитов, д-р техн. н., проф.,

В.Х. Кумыков, д-р техн. н., проф.,

Н.П. Малышев, канд. экон. н., проф.,

О.А. Манцуров, полковник,

Ж.Д. Назбиев, д-р. филол. н., проф.,

С.В. Плотников, д-р физ.-мат. н., проф.,

А.Д. Погребняк, д-р физ.-мат. наук, проф.,

М.К. Скаков, д-р физ.-мат. н., проф.,

Б.В. Сырнев, д-р техн. н., проф.,

А.К. Томилин, д-р физ.-мат. н., проф.,

Е.М. Турганбаев, канд. физ.-мат. н., Dr. PhD.,

С.Д. Тыныбекова, д-р пед. н., проф.

Н.Г. Хисамиев, д-р физ.-мат. н., проф.,

В.Ю. Чернавин, канд. техн. н, проф.,

Ю.Н. Шапошник, д-р техн. н., проф.



УДК 528.4

Б.Ж. Ахметов

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

А.Б. Болатова

Семипалатинский государственный университет им. Шакарима, г. Семей

А. Байтак

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

**РАЗРАБОТКА СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ МЕЖЕВОГО ПЛАНА
(УКАЗЫВАЕТСЯ ВРЕМЯ ЗОНИРОВАНИЯ И ШАГ СЕТКИ)**

Как известно, межевой план представляет собой обобщенный документ, который составлен на основе кадастрового плана, в котором содержатся необходимые сведения с соответствующим перечнем необходимых документов разного назначения об образуемом земельном участке или о его части (частях).

Основными этапами создания межевого плана являются:

- подготовительные работы, в состав которых входят и камеральные;
- полевые работы;
- камеральные работы, связанные с обработкой полученных геодезических данных и подготовкой межевого плана.

На всех этих этапах производится анализ различной топографо-геодезической документации или выполняются соответствующие геодезические работы.

Как известно, межевой план включает в себя текстовую и графическую части. В связи с тем, что в нашем случае работы по созданию межевого плана связаны с загрязненными землями, рассмотрим необходимые дополнения, которые необходимо внести в содержание текстовой и графической частей с учетом данного фактора [1].

1. Дополнение к содержанию текстовой части межевого плана.

Сведения об исходных данных. Эти данные собираются на подготовительном этапе работ. В состав сведений для планирования топографо-геодезических работ входят анализ и подбор существующего картографического материала, включая аэрофотосъемку (при ее наличии), уточнение расположения близлежащих пунктов геодезической основы (ГГС и ОМС), выписку из каталога координат, состав, методику, приборы, а также ориентировочное время выполнения полевых работ. Дополнительно при получении сведений об исходных данных и их анализе необходимо также иметь сведения об уровне загрязнения района выполнения работ. Эти сведения необходимы для планирования создания сети ОМС и последующего выполнения полевых работ. Так, при наличии участков с повышенным уровнем загрязнения (более 5 мЗв в год для человека) планируемые к закладке пункты ОМС не должны располагаться в этих местах. Кроме того, планируемая методика выполнения геодезических измерений должна, по возможности, исключать длительное нахождение исполнителя в этих местах [2].

Сведения о выполненных геодезических измерениях и расчетах. Полевые топографо-геодезические работы включают в себя рекогносцировку района выполнения работ и выполнение геодезических измерений. Рекогносцировка включает в себя анализ сохранности пунктов геодезической основы, составление схемы сгущения (при необходимости), обоснование и уточнение методики выполнения измерений с учетом уровня загрязнения. Так как эти работы выполняются на местности, то при наличии участков с повышенным уровнем загрязнения необходимо дополнительно в местах расположения пунктов ГГС и последующего дополнительного размещения пунктов ОМС, а следовательно, и геодезических приборов, производить (для контроля) радиометрические измерения.

При выполнении расчетов площадей участка (участков) должна указываться площадь загрязнения с указанием координат.

Сведения об образуемых земельных участках и их частях. Эти сведения должны дополняться данными по уровню загрязнения.

Сведения об измененных земельных участках и их частях. Сведения также должны дополняться данными по уровню загрязнения.

Сведения о земельных участках, посредством которых осуществляется доступ к участкам. Доступ к земельным участкам, особенно значительных по площади, может осуществляться по территории с различным уровнем загрязнения, и это загрязнение может оказывать влияние на повышение общего фона. Поэтому сведения по уровню загрязнения должны прилагаться отдельно для каждого участка.

Акт согласования местоположения границ земельного участка. Заключение кадастрового инженера. В заключении кадастрового инженера дополнительно должно быть указано время выполнения радиометрических измерений, а также факторы, которые могут привести ко вторичному загрязнению различных земельных участков. Например, если загрязненный участок имеет травяной покров, то должна быть указана рекомендация по недопущению сжигания травы [3]. Также, основываясь на данных радиометрических измерений, должна указываться возможность уменьшения загрязнения почвенного покрова в местах, где она повышена.

2. Дополнение к графической части межевого плана.

Схема геодезических построений. При составлении данной схемы должен указываться уровень загрязнения в местах закладки пунктов ОМС, а также в узловых и поворотных точках границ земельных участков. Исходя из этого, выбирается методика межевания земельного участка.

Абрисы узловых точек границ земельных участков. Дополнительной информации к данной части межевого плана не требуется.

Схема расположения земельных участков. На данной схеме в выбранном масштабе должна быть указана граница загрязнения участков.

Чертеж земельных участков и их частей.

На чертежах в выбранном масштабе указывается:

- граница (границы) загрязнения участков;
- места загрязнения на границе смежных участков;
- места с повышенным уровнем загрязнения [5].

В связи с тем, что нашими исследованиями являются сельскохозяйственные земли, загрязненные радионуклидами, то в составе необходимых документов должен быть документ, в котором имеется информация о степени загрязнения земельного участка этими радионуклидами. Проект предоставления права возмездного долгосрочного землепользования на условиях аренды сроком на 49 лет на земельный участок ТОО «Азия» разработан специалистами ДГ земельный участок ГосНПЦзем на основании заключения район-

ной земельной комиссии № 54 от 2 июня 2010 года. Основание: заявление представителя ТОО «Азия» о предоставлении права на земельный участок площадью 180,0 га.

ТОО на представленных ему землях должно осуществлять свою деятельность с соблюдением природоохранных требований, направленных на сохранение и повышение плодородия почв, на защиту земель от эрозии, истощения и опустынивания, уплотнения, загрязнения отходами производства и потребления, химическими, биологическими и карантинными вредителями и болезнями растений, от зарастания сорняками, от иных видов ухудшения состояния земель (см. табл.).

Обязаны проводить организационно-хозяйственные, лесомелиоративные и агротехнические мероприятия, мероприятия по борьбе с эрозией почв и ее предупреждению.

Целевое использование земельного участка ТОО «Азия»

| Название участков и их целевое использование | Всего земель в границах плана | Земли постороннего пользования | Закрепляется за ТОО | Сельхозугодий, га (всего) | Из них | | | Загрязнённые земли |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------------|---------|----------------|----------|-----------------------|
| | | | | | Сенокос | Залежные земли | Пастбище | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Итого: | 180,0 | - | 180,0 | 180,0 | - | - | 180,0 | 20 |

Осуществление землеустроительного проекта по предоставлению земельных участков ТОО начинается с установления границ земельного участка в натуре, проведения оценки земель, изготовления и выдачи правоудостоверяющих документов (рис. 2).

Пользование земельными участками согласно ст. 43 Земельного Кодекса Республики Казахстан от 20 июня 2003 года № 442 до установления границ участка в натуре (на местности) и выдачи территориальным органом по управлению земельными ресурсами документов, удостоверяющих право на земельный участок, не допускается.

Для создания такого документа необходимо обеспечить с достаточной степенью достоверности получение результатов полевых определений распределения радионуклидов на данном земельном участке. Степень достоверности такого определения зависит от двух основных факторов:

- шага сетки отбора проб;
- площади земельного участка.

Очевидно, что с уменьшением шага сетки отбора проб достоверность определения уровня загрязнения земельного участка будет больше. Однако при значительном размере земельного участка шаг сетки отбора проб по чисто экономическим соображениям не может быть выбран необоснованно малым. Так, при исследовании территории СИЯП шаг сетки в основном принимается равным 1х1 км. В местах с повышенным уровнем загрязнения шаг сетки принимается равным 500х500 и 100х100 м.

В связи с этим нами предлагается классифицировать загрязненные участки по площадному признаку со следующими размерами площадей:

- значительные земельные участки, площадь которых превышает 100 га;
- участки средних размеров, площадь которых превышает 10 га;
- участки небольших размеров, площадь которых не превышает 10 га.

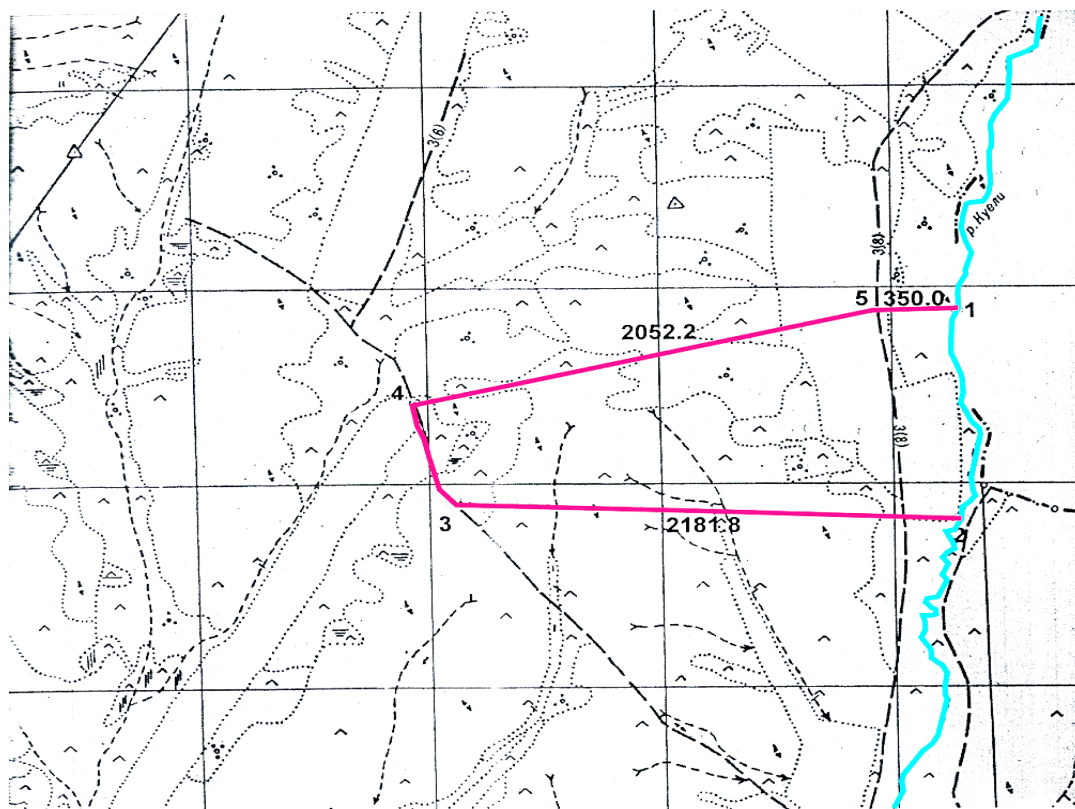


Рисунок 2 – Схема расположения земельного участка, предоставляемого ТОО «Азия» Р=180,0 га.
Масштаб 1: 2500

Исходя из этого и с учетом многолетнего опыта работ на СИЯП, на наш взгляд целесообразно установить следующий шаг сетки:

- 1х1 км для значительных земельных участков;
- 500×500 м для участков средних размеров;
- 100×100 м для участков небольших размеров.

Если в результате обследования земельного участка в отдельных его точках будет выявлен повышенный уровень загрязнения, то шаг сетки должен быть уменьшен в зависимости от размеров этого загрязнения. Такой шаг сетки может быть равен 50×50 м или даже 10,0×10,0 м.

Список литературы

1. Лукашенко С.Н. Семипалатинский испытательный полигон /С.Н. Лукашенко, Ю.Г. Стрильчук, С.В. Субботин и др. – Курчатов: Дом печати, 2011.
2. Субботин С.В. Оценка возможностей протекания процессов катастрофического характера на площадке / С.В. Субботин, С.Н. Лукашенко, С.В. Генова и др. // Балапан: Сб. тр. Ин-та радиационной безопасности и экологии за 2007-2009 гг. Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана.- Вып. 2.
3. Уставич Г.А. Комбинированный способ создания инженерно-топографических планов масштаба 1:500 промышленных территорий и отдельных промплощадок / Г.А. Уставич, В.А. Середович, Я.Г. Пошивайло и др. // Геодезия и картография. – 2009. – № 1. – С. 31-37.
4. Уставич Г.А. Реконструкция почвенной карты антропогенно преобразованных ландшафтов / Г.А. Уставич, Я.Г. Пошивайло, И.П. Каретина // Изв. вузов. Геодезия и аэрофото-съемка. – 2012. – № 2/1. – С. 72-76.

5. Уставич Г.А. Состав геодезических и картографических работ при изучении мест проведения ядерных взрывов на Семипалатинском испытательном полигоне / Г.А. Уставич, Ю.Ю. Яковенко, А.М. Яковенко и др. // Геодезия и картография. – 2013. – № 4. – С. 2–6.
6. Уставич Г.А. Вопросы межевания земель Семипалатинского испытательного полигона и прилегающих к нему территорий / Г.А. Уставич, Я.Г. Пошивайло, А.М. Яковенко и др. // Геодезия и картография. – 2013. – № 9. – С. 59–64.
7. Уставич Г.А. Разработка метода ретроспективного картографирования почвенного покрова земель населенных пунктов / Г.А. Уставич, Л.А. Пластинин, Я.Г. Пошивайло, И.П. Каретина // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 99–103.
8. Уставич Г.А. Учет влияния розы ветров при картографировании и межевании земель, прилегающих к семипалатинскому испытательному полигону / Г.А. Уставич, А.Р. Батуев, Я.Г. Пошивайло и др. // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 123–126.

Получено 02.02.2017

УДК 913(574.42)

Р.С. Бейсембаева, К.А. Асылгазина, А.К. Сайдесова, Т. Серикулы

Восточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова,
г. Усть-Каменогорск

**ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ
ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Под пространственным развитием понимается наиболее общий подход к государственным задачам управления развитием, опирающийся на представления о стране как системно-структурной целостности. Идеология и важнейшие направления пространственного развития Казахстана разработаны в правительственной программе «Стратегия пространственного развития Казахстана до 2020 года».

В основу Стратегии пространственного развития положена осевая пространственная система, нацеленная на усиление внутренней связности страны. На три оси - Северную, Южную и Центральную «нанизаны» крупные города Казахстана, обладающие агломерационным потенциалом.

Восточный Казахстан, а точнее его города, согласно стратегии будут относиться к северной оси, являясь восточной ее оконечностью. Северная ось развития сложится в направлении Усть-Каменогорск - Семипалатинск - Павлодар - Астана - Костанай (Кокшетау, Петропавловск) - Актобе - Уральск с выходом на Каспийскую и Алматинскую территориально-хозяйственные системы, а также с выходом по всему периметру оси на приграничные регионы России [1]. Даная ось обеспечит связанность севера и запада страны между собой и с Российской Федерацией, обеспечит выходы в европейское, ближневосточное и восточноазиатское экономическое пространство (Североказахстанский трансевразийский торгово-экономический коридор).

Среди основных факторов, определяющих пространственное развитие Восточного Казахстана в долгосрочной перспективе, можно назвать: транспортные коммуникации, экономическую специализацию региона и его место в региональном и мировом разделении труда, текущие демографические процессы и развитие системы расселения, строение бюджетной системы, потенциал развития основных инфраструктур. Анализ перечисленных факторов дает возможность проследить определенные тенденции развития региона.

Неэффективный рисунок транспортных коммуникаций, унаследованный от предыдущих эпох, тормозит развитие Восточно-Казахстанской области.

В своей протяженности от Павлодара до Семипалатинск - Усть-Каменогорск транспортные коммуникации прерываются пересечениями границ России, что создает очевидные территориальные, географические, экономические барьеры. Формирование полномасштабного северного транспортного коридора (полимагистрала) по территории Казахстана крайне экономически затратно и пока неэффективно в силу слабой связности хозяйств даже соседних регионов. Более рационально рассматривать восточную зону (Восточный Казахстан) как отдельную территориальную систему. Восточный Казахстан необходимо рассматривать как полицентрический регион (Семипалатинск - Усть-Каменогорск).

Центро-периферийный вариант вместо всемерно предлагаемого осевого позволяет связать развитие агломераций с пространственным зонированием страны и более пригоден при жестком барьере низкой плотности населения и разреженной сети городов. В странах догоняющего развития агломерационный эффект наиболее заметно проявляется в городах с населением более 1 млн человек. Можно предположить, что в Казахстане, имеющем низкую плотность населения, агломерационный эффект возможен в городах (или в группе взаимосвязанных соседних городов) с населением свыше 0,5 млн человек. Но менее крупные города должны иметь какие-то особые преимущества для формирования агломерации благодаря способности к стягиванию населения.

Окружающая территория играет роль основного поставщика человеческих ресурсов. Определенную роль играют миграционные процессы. Из сел и малых городов в региональный центр едет молодое и менее квалифицированное население. Рост городов идет быстрее при более высокой плотности населения и относительно развитой транспортной инфраструктуре, что не характерно для Восточного Казахстана. Города без плотного расселения вокруг них ограничены в ресурсах роста, агломерационные процессы слабы.

Важнейший национальный приоритет страны при сохранении инновационного вектора развития – это возможности формирования нового поколения человеческих и трудовых ресурсов. Крупные образовательно-инновационные комплексы, готовящие выпускников профессий, которые будут затребованы в неиндустриальном «завтра», а не в сырьевом и традиционном «сегодня», могут быть достигнуты за счет укрупнения существующих вузов Усть-Каменогорска и Семипалатинска. Таким образовательным комплексам необходимо присвоение статуса республиканского инновационного центра по определенным национальным инновационным приоритетам (сверхбыстрый транспорт, новые материалы, нанобиотехнологии, гуманитарные технологии, зеленая энергетика и т.д.).

Восточно-Казахстанский регион отличается пониженным уровнем урбанизации. При низкой рождаемости для высокого уровня урбанизации собственных (региональных) ресурсов для развития агломераций мало.

Статус Усть-Каменогорска как регионального центра обуславливает возможность концентрировать бюджетные ресурсы. Лишение данного статуса Семипалатинска снижает возможности развития и модернизации города, ослабевают функции центра окружающей территории, прежде всего сервисные. Это особенно ощутимо для территорий с низкой плотностью и мобильностью населения.

Близкое соседство других городов ускоряет развитие агломерации, особенно при высоком качестве инфраструктуры. Но в Восточном Казахстане концентрация городов незначительна. Исторически города формировались по производственному принципу - города цветной металлургии вокруг Усть-Каменогорска. В силу промышленной специализации агломерационный эффект здесь выражен слабее из-за низкой мобильности про-

мышленных рабочих и преобладания технологических связей (по технологической цепочке) при меньшей развитости сервисных.

Сервисные отрасли являются важнейшими для агломераций. В Усть-Каменогорске доминирует промышленная специализация, а процесс сервисизации его экономики идет медленно. Но в масштабах республики человеческие ресурсы Восточно-Казахстанской области велики, а с учетом статуса административного центра Усть-Каменогорска сервисная экономика будет развиваться быстрее. Перспективы развития агломераций в Восточно-Казахстанской области неоднозначны. Поляризация расселения и постепенное стягивание населения в крупные города идет естественным путем. Человеческие ресурсы Восточного Казахстана для роста агломераций ограничены. Формирование агломераций будет зависеть от сложившейся людности и экономического развития восточных городов, плотности населения окружающих территорий. Усть-Каменогорск и Семипалатинск относятся к городам с низким потенциалом к агломерационному эффекту. Население этих городов за период с 2010 по 2016 г. менялось незначительно, причем в Усть-Каменогорске в 2013 г. наблюдалось некоторое снижение (309 509 чел.), а с 2015 (316 893 чел.) идет некоторое увеличение и стабилизация численности населения.

Этому способствовал процесс депопуляции, сохраняющийся некоторый миграционный отток, а также слабая заселенность окружающей территории, замедляющая концентрацию населения. Хотя Семипалатинск, являющийся транспортным узлом (в случае восстановления одноименной области), может расти быстрее благодаря административным преимуществам. Определенную роль в пространственном развитии Восточного Казахстана играет приграничное положение, что экономически выгодно в случае различия в экономическом развитии. Когда за границей расположено развитое государство, заинтересованное в переносе части производства на территорию с конкурентными преимуществами - более дешевой рабочей силой и инфраструктурой при низких транспортных издержках, но даже при соседстве с развитыми странами приграничный эффект проявляется слабо, если институциональная среда остается неблагоприятной для инвестиций.

Северо-восточная граница Восточного Казахстана наиболее контактная, но она не создает инновационных связей. Доминирует вывоз казахстанской сырьевой продукции (металлургических ресурсов) на экспорт в дальнее зарубежье и в сопредельные регионы России. Несмотря на контактность этой границы, ее модернизационный потенциал для Восточно-Казахстанской области относительно невелик из-за структуры товарообмена. Тем не менее она имеет самый высокий уровень приграничного сотрудничества в силу многолетних устойчивых технологических связей, развитости человеческих контактов. Трансграничному взаимодействию не хватает контактов в сервисных отраслях, то есть межгородских связей в сфере культуры, профессионального образования, обмена деловыми услугами.

Соседство с наименее развитой частью Китая само по себе не обеспечивает ускоренного развития восточно-казахстанских приграничных территорий. Обмены ограничиваются встречными потоками казахстанских ресурсов и китайской готовой продукции. Развитие транзитных функций Восточного Казахстана («шелковый путь») потребует создания современных логистических услуг и поэтому имеет инновационный эффект для восточных областей, но только в крупных городах. Распространение инноваций по всей территории региона пока невозможно из-за инфраструктурных проблем.

Возможности инновационного развития Восточно-Казахстанского региона невелики. Это следствие недостаточного финансирования человеческого капитала - доля расходов на здравоохранение и образование составляет только 2,5% ВВП. А также массовый характер высшего образования привел к резкому снижению его качества. Так, охват обра-

зованием детей и молодежи до 25 лет в Казахстане составляет почти 95%. Республика Казахстан имеет более низкие душевые показатели распространения инновационных услуг (сотовая связь, Интернет) и занятости в НИР по сравнению с Россией.

Восточному Казахстану необходимо предпринять целенаправленные усилия по созданию стимулов для развития экспортно-ориентированных производств в металлургии, промышленности строительных материалов и машиностроении с помощью мер промышленной и налоговой политики, налаживания технологической кооперации с зарубежными компаниями, в том числе российскими, а также путем привлечения прямых иностранных инвестиций.

На наш взгляд, Восточно-Казахстанская область в своей политике пространственного развития должна быть нацелена на максимизацию конкурентных преимуществ региона, координацию своих территориальных стратегий со стратегиями бизнеса.

Кроме того, именно государство должно стимулировать конкуренцию регионов за частные инвестиции и бюджетные ресурсы для повышения эффективности пространственного развития.

Список литературы

1. «Стратегия пространственного развития Казахстана до 2020 года».

Получено 02.02.2017

УДК 553.493 (574.4)

Б.А. Дьячков, Т.А. Ойцева, О.В. Фролова, И.Е. Матайбаева, А.П. Мирошникова
Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ И МИНЕРАЛОГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН)

В настоящее время в Восточно-Казахстанском регионе особенно остро стоит проблема обеспечения сырьем действующих предприятий. Важнейшая задача заключается в совершенствовании критериев прогноза и поиска новых месторождений, особенно открытых чехлом рыхлых отложений и скрытых на глубине. В процессе выполнения научно-исследовательских работ большое внимание уделялось разработке геолого-структурных, рудно-петрологических и минерально-геохимических критериев прогноза и поиска ведущих типов месторождений редких металлов и редких земель. Уточнялись генетические связи оруденения с определенными формациями и комплексами. На основе лабораторных исследований с использованием электронной микроскопии выявлены типоморфные минералы и геохимические элементы-индикаторы для поиска пегматитовых и эпимагматических редкометалльно-редкоземельных месторождений.

Главными редкометаллоносными структурами региона являются гранитоидные пояса позднегерцинской (постколлизийной) активизации (Калба-Нарымский, Тигерекско-Черневинский, Горноалтайский, Акбиик-Акжайляуский и др.). Установлена пространственная приуроченность редкометалльных поясов к тектонически ослабленным блокам ЗК повышенной сиаличности, подчеркивается их северо-западная линейность и значительная протяженность (500-800 км). Они охватывают плитно-тектонические структуры, отвечающие

зонам коллизий сиалических блоков с повышенной мощностью ЗК до 45-50 км. Размещение интрузивных поясов и ведущих типов редкометалльных месторождений региона приведено на рис. 1.

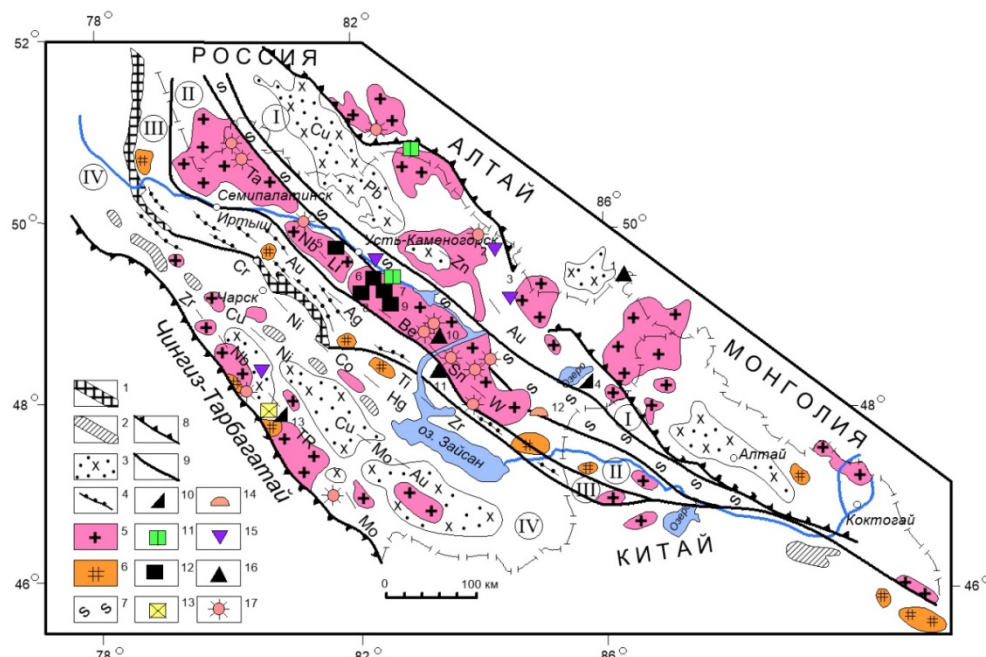


Рисунок 1 - Ареалы размещения гранитоидного магматизма и редкометалльных месторождений Большого Алтая (выделены темным цветом): 1 – формации гипербазитовая докембрия; 2 – габбро-диорит-диабазовая и 3 – габбро-диорит-гранодиоритовая ($C_1 - C_{2-3}$); 4 – гранодиорит-плагиио-гранит-гранодиоритовая (C_3) коллизионной стадии; 5 – гранит-лейкогранитовый (P_1) и 6 – монцонит-граносиенит-щелочногранитовый (P_2) постколлизийной стадии; 7 – Иртышская зона смятия; 8 – границы Большого Алтая и 9 – рудных поясов (I – Рудноалтайский медно-поллиметаллический; II – Калба-Нарымский редкометалльный; III – Западно-Калбинский золоторудный; IV – Жарма-Саурский многометалльный). Рудные формации: 10 – эпимагматическая ниобий-цирконий-редкоземельная; 11 – блоковых микроклиновых пегматитов; 12 – пегматитовая редкометалльная и 13 – редкоземельная; 14 – альбитит-грейзеновая олово-танталовая; 15 – скарново-карбонатно-грейзеновая вольфрамовая; 16 – грейзеново-кварцево-жильная олово-вольфрамовая; 17 – кварцево-жильная оловянная. Месторождения: 1 – Алаха; 2 – Экипетское; 3 – Ивановское; 4 – Азутау; 5 – Кварцевое; 6 – Бакенное; 7 – Огневское; 8 – Юбилейное; 9 – Белая Гора; 10 – Палатцы; 11 – Чердож; 12 – Карасу; 13 – Верхнее Эспе

Калба-Нарымский гранитоидный пояс, сформированный на границе Западно-Калбинской зоны и Иртышской зоны смятия, сопровождается многими месторождениями редких металлов пегматитового, грейзеново-кварцево-жильного и кварцево-жильного типов с профилирующим олово-вольфрам-танталовым оруденением [1].

Тигерекско-Черневинский и Горноалтайский (Урьль-Коктогайский) пояса, выделяемые на северо-востоке региона, сформировались в структурах с повышенной мощностью метагранитного и метабазальтового слоев и ЗК в целом, характеризуются Ta-Li-W-Mo специализацией. Перспективы связываются с оценкой литиеносных гранитов месторождения Алаха [2].

Акбиик-Акжайляуский пояс в Жарма-Сауре, расположенный на границе с каледонидами Чингиз-Тарбагатай, отличается редкометалльно-редкоземельным профилем орудене-

ния (Nb, Zr, TR, W, Mo) в генетической связи с щелочногранитовой формацией (месторождение Верхнее Эспе и др.) [3, 4].

Семипалатинско-Буран-Бургынский пояс субщелочных гранитоидов выделяется на сочленении Казахстанской и Горноалтайской континентальных окраин (в Зайсанской структурной зоне) и характеризуется Zr-TR металлогенической специализацией (месторождение Караоткель коры выветривания и россыпь Сатпаевская) [5].

Калба-Нарымский гранитоидный пояс - это главная редкометалльная структура Большого Алтая, объединяющая 450 рудных объектов. Среди них по количеству преобладают кварцево-жильная группа формаций (223), пегматитовая (123) и кластогенная седиментная - россыпи (104). К ведущему геолого-промышленному типу относятся месторождения редкометалльных пегматитов (Бакенное, Юбилейное, Белая Гора и др.), которые в настоящее время законсервированы. Анализ материалов прошлых лет и новые результаты научно-исследовательских работ с использованием современных аналитических методов позволяют уточнить особенности формирования вещественного состава типовых месторождений и наметить их оценочные критерии.

Геолого-структурные критерии

Принципиальная модель образования редкометалльных пегматитов определяется их генетической связью с гранитами калбинского комплекса P_1 и пространственным размещением рудных тел преимущественно в средне-крупнозернистых биотитовых гранитах I фазы и их экзоконтактах. Пульсационное поступление пегматитообразующих флюидов (H_2O , F, B, Cl, Ta и др.) определило многоритмичную зональность пегматитовых жил в вертикальной рудной колонне, стадийное развитие минеральных комплексов от графического и олигоклаз-микроклинового (безрудных) до микроклин-альбитового и сподумен-содержащих (цветных) с комплексными рудами (Ta, Nb, Be, Li, Cs, Sn, W) [1]. Общая направленность формирования пегматитовых месторождений в геотектонических циклах Земли отражена в работе [6].

В Калба-Нарымской зоне главные типы редкометалльных пегматитов сосредоточены в Центральном-Калбинском блоке повышенной тектонической активности. В размещении рудных полей и месторождений ведущее рудоконтролирующее значение придается системе субширотных глубинных разломов древнего заложения.

Бакенное месторождение расположено в северном эндо-экзоконтакте Прииртышского гранитного массива и контролируется Гремячинско-Киинской зоной широтного разлома (рис. 2).

Формирование месторождения происходило в несколько этапов. Рудовмещающая среда представлена апофизами контаминированных гранитов I фазы калбинского комплекса (P_1), прорывающими метаморфизованные отложения такырской свиты (D_3). Рудные пегматитовые жилы занимают поперечное положение относительно гранитов и сланцев в виде системы лестничных жил (по Ю.А. Садовскому) с падением к северо-западу под углами $15-20^\circ$. Мощность жил изменяется от 4-6 до 15 м, общий вертикальный диапазон их распространения более 350 м, по падению – 1000 м. Пегматиты характеризуются большим разнообразием состава, преобладают кварц-микроклин-альбитовый и альбит-сподуменовый минеральные комплексы. Главные рудные минералы – танталит-колумбит, сподумен, берилл и касситерит.

Юбилейное месторождение размещается в Асубулакском рудном поле, сформированном в прогибах кровли Тастюбинского гранитного массива. Рудное поле имеет длину

8-10 км и ширину 3-4 км, контролируется Асубулакским субширотным разломом, вдоль которого выделяются две приразломные рудоносные полосы: Унгурсайская (объекты Кармен-Куус, Аккезень, Унгурсай и др.) и Краснокордонская (Красный Кордон, Юбилейное, Будо и др.). Рудные объекты имеют линейно-узловое распределение и локализуются с шагом 1,5 км. Рудовмещающие - гранитоиды I фазы калбинского комплекса, содержащие останцы и ксенолиты такырской свиты. Пегматитовые жилы прорывают граниты и контролируются наложенной системой трещиноватости (простираение СЗ 310^0 - СВ 80^0 , углы падения на юг $10-50^0$). Морфоструктура месторождения - жильно-корневая с размещением пегматитовых жил в эндоконтакте гранитного массива (Юбилейная, Музейная, Единая и др.). Месторождение характеризуется уникальным комплексом редкометалльных минералов (танталит-колумбит, берилл, лепидолит, сподумен, поллуцит, цветные турмалины и касситерит).

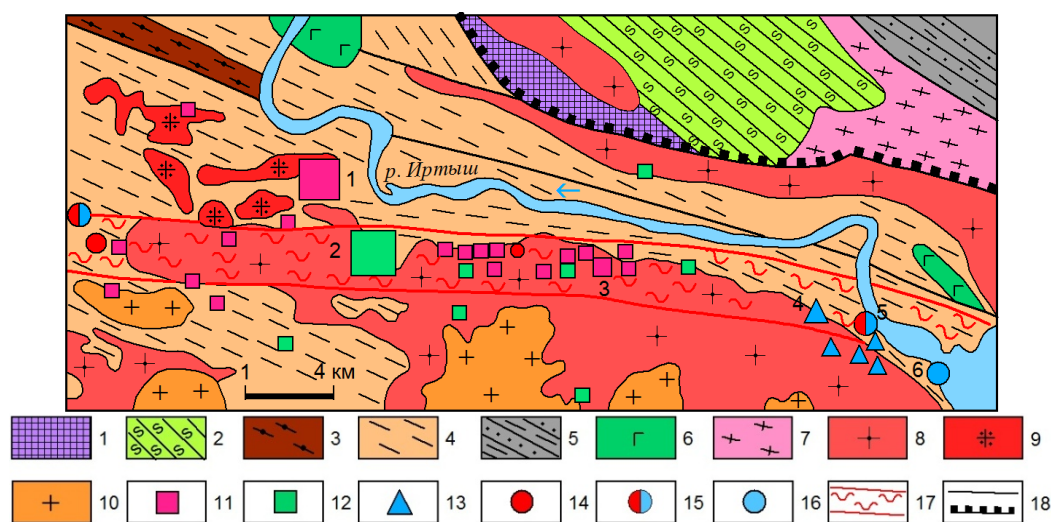


Рисунок 2 - Схема размещения Гремячинско-Киинской рудной зоны в Центральной Калбе: геологические формации: 1- сланцево-метаморфическая (PR); 2 – известково-терригенная, зеленосланцевая ($D_2e - D_2ef$); 3 – углеродисто-известково-терригенная (D_2gv); 4 – аргиллито-песчаниково-алевролитовая аспидная (D_3); 5 – углеродисто-известняково-терригенная ($C_1t_2-v_1$); 6 – габбро-плагиогранитовая (C_1); 7 – мигматит-гнейсогранитовая (C_1); 8-10 – гранитовая P_1 (8-9 – гранодиорит-гранитовая и 10 – гранитовая подформации). Рудные формации: 11 – редкометалльная пегматитовая; 12 – блоковых микроклиновых пегматитов; 13 – грейзеново-кварцевожильная вольфрамовая; 14 – кварцево-жильная оловянная; 15 – олово-вольфрамовая и 16 – вольфрамовая; 17 – границы рудной зоны; 18 – фрагменты Иртышского глубинного разлома-надвига. Рудные объекты: 1 – Бакенное; 2 – Огневское; 3 – Поперечное; 4 – Гремячее; 5 – ПротивоиРТышское; 6 – Гладковское

Минералого-геохимические критерии.

С целью выявления рудно-петрологических и минералого-геохимических критериев прогнозирования и поиска редкометалльных месторождений производилось детальное изучение вещественного состава рудовмещающих гранитоидов, метасоматических образований и рудных тел с отбором мономинеральных фракций породообразующих, рудных и сопутствующих минералов. Аналитические исследования выполнялись преимущественно в лаборатории инженерного профиля ИГЕТАС ВКГТУ с использованием высокоточного электронного оборудования. Кроме того, частично проводились исследования в

Аналитическом центре ИГМ СО РАН (г. Новосибирск) и Японии (г. Акита). В результате этих работ намечены типоморфные минералы и геохимические элементы-индикаторы редкометалльного рудообразования.

В рудовмещающих гранитах по данным масс-спектрометрии определены средние содержания (г/т): Zn (105), Pb (81), Cu (48), а также весовые значения Sb (1,51), Ag (0,72), Au (0,29), Pd (0,70), Pt (до 0,03) и другие элементы. Среди редких земель характерна легкая группа элементов - La, Ce, Pr, Nd, Sm (сумма 65,27 г/т). В составе редких щелочей преобладают Li (248), Pb (157), повышены значения Nb (17,2), Sn (14,6), а содержание Ta составляет 1,2 г/т.

Биотиты из гранитов являются концентраторами сидерофильных (Ti, V, Cr, Mn, Ni) и халькофильных (Cu, Zn, Pb) элементов, в них также повышены значения Ag, Sb, Sc и Ba, определены аномальные содержания (г/т): Li (60-1287), Rb (606-633), Cs (43-113), Be (28-199), Sn (57-83), W (до 53г/т).

Микроклины характеризуются повышенными значениями (г/т): Cu (до 88,9), Zn (101,9) и Pb (59,0). В них фиксируются Sb (до 34,55 г/т), Ag (4,80 г/т), а среди редких щелочей резко преобладает Rb (4255-7220 г/т). Отмечаются также весовые значения Ta, Be, Sn и других редких элементов. Полученные результаты указывают на обогащенность первичных гранитоидных расплавов сидерофильными, халькофильными, редкими и другими элементами, что нашло отражение в сложном составе связанных с ними пегматитов. Минералогические поисковые критерии определяются проявлением в пегматитовых жилах интенсивных процессов микроклинизации, альбитизации, грейзенизации и сподуменизации с нарастающей концентрацией оруденения (Ta, Be, Li, Cs, Sn).

Мусковиты являются надежным индикатором рудного процесса, они обогащены Ta, Nb, Be, Sn, W и редкими щелочами (Li, Rb, Cs) (табл. 1). Содержание тантала в них находится на уровне промышленных значений в пегматитовых рудах и достигает более 100-200 г/т. Аномальные значения Ta установлены в мусковит-кварц-грейзеновых зонах жилы Единой (1795 г/т), экзогрейзенах с зеленым мусковитом (Медведка и Унгурсай). Концентрации Nb в мусковитах в основном выдержаны, несколько увеличены в грейзеновых зонах (406,1 г/т) и цветном комплексе с рубеллитом (1213 г/т). В грейзеновом альбит-лепидолитовом комплексе установлены высокие концентрации (г/т): Li (10680), Rb (6017) и Cs (4176) при содержании Sn (126), Ta (35) и Nb (65). На РЭМ-изображении определены микровключения танталит-колумбита, касситерита, микролита (с примесью W - 5,80 вес.%) и фтор-апатита (рис. 3). Скрытая разновидность мусковита (жильбертит) обогащена (г/т): Li (3835), Rb (5210) и Cs (3328) при содержании Ta (18,5), Nb (24,1), Sn (148,5) и Ga (65).

Альбит является показателем главной стадии редкометалльного рудообразования (альбитизации), заключающейся в замещении микроклина и раннего плагиоклаза альбитом в процессе щелочного метасоматизма. Альбит развит практически во всех минеральных комплексах, представлен несколькими генерациями (мелкокристаллический сахаровидного облика, среднезернистый пластинчатый, крупнопластинчатый клеветландит светло-голубой окраски и др.). Мелкозернистый альбит ассоциирует с розовым гранатом, мусковитом, верделитом и апатитом. В этом минеральном комплексе установлены аномальные содержания (г/т): P (6600), Li (1247) и Rb (530), а также Cs (136), Sn (38,7), Ta (5,9) и U (28,1). В клеветландите повышены значения Sn (702 г/т) и Ta (29 г/т).

Турмалины разной окраски также определяют рудоносность пегматитовых жил. Черные шерлы типичны для безрудных или слаборудоносных пегматитов.

Таблица 1
Содержание редких элементов в мусковитах пегматитовых месторождений Калба-Нарымской зоны, (г/т)

| Месторождение | Характеристика пород | Ta | Nb | Be | Li | Rb | Cs | Sn | W |
|---------------|---|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Юбилейное | Редкометалльный пегматит | 121,14 | 147,37 | 23,14 | 4564 | 4114 | 547,6 | 323,4 | 21,69 |
| Юбилейное | Из залдаидов жилы Юбилейной | 63,47 | 156,81 | 20,73 | 3299 | 3226 | 448,6 | 348,2 | 15,62 |
| Юбилейное | Альбитизированный пегматит | 153,1 | 185,1 | 22,14 | 413,9 | 1144,9 | 218,8 | 230,6 | 18,34 |
| Юбилейное | Мусковит-кварцевый грейзен, жила Единая | 121,6 | 301,1 | 28,17 | 2844 | 3872 | 400 | 403,9 | 10,27 |
| Юбилейное | Мусковит-кварцевый грейзен, жила Единая | 1795 | 406,1 | 32,6 | 2408 | 4064 | 600 | 721,5 | 7,91 |
| Юбилейное | Альбитизированный пегматит | 67,39 | 692 | 35,89 | 1010 | 1555 | 99,75 | 216,44 | 25,92 |
| Точка | Мусковит-альбитовый пегматит | 91,94 | 245,7 | 25,74 | 1209 | 1410 | 141,45 | 430,9 | 24,28 |
| Медведка | Экзогрейзен | 152,18 | 166,38 | 42,04 | 482,1 | 3090 | 393,1 | 512,9 | 102,67 |
| Медведка | Зеленый мусковит из экзогрейзена | 233,75 | 380,8 | 36,62 | 1101 | 3614 | 241,4 | 429,3 | 10,85 |
| Медведка | Микроклин-альбитовый пегматит | 81,33 | 268,8 | 70,22 | 664,2 | 2182 | 122,7 | 241,2 | 10,6 |
| Кушбарык | Альбитизированный пегматит | 151,6 | 261,3 | 44,9 | 3611 | 2898 | 469,9 | 267,1 | 15,2 |
| Дворянское | Пегматит с рубеллитом | 90,14 | 1213 | 23,36 | 143,52 | 405,9 | 28,53 | 62,81 | 12,22 |
| Урунхайское | Микроклин-альбитовый пегматит | 302,1 | 399,6 | 46,68 | 3007 | 4227 | 483 | 569,3 | 16,14 |
| Бакенное | Редкометалльный пегматит | 60,41 | 570,8 | 123,8 | 2456 | 4085 | 280,2 | 424,9 | 7,48 |
| Кармен-Куус | Пегматит с цветным комплексом | 103,85 | 301,1 | 39,84 | 8613 | 3396 | 327,7 | 468,1 | 14,89 |
| Чебунтайское | Блоковый микроклинный пегматит | 786,1 | 1045 | 31,19 | 802,4 | 2821 | 460,6 | 345 | 9,67 |
| Чебунтайское | Блоковый микроклинный пегматит | 170,38 | 300,2 | 202,1 | 446,7 | 1050 | 60,98 | 150,09 | 17,06 |
| Чебунтайское | Блоковый микроклинный пегматит | 331,9 | 359,2 | 60,77 | 1062 | 2099 | 227,7 | 462,1 | 32,52 |

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории «ИРГЕТАС» на приборе. Аналитик С.Н. Полежаев.

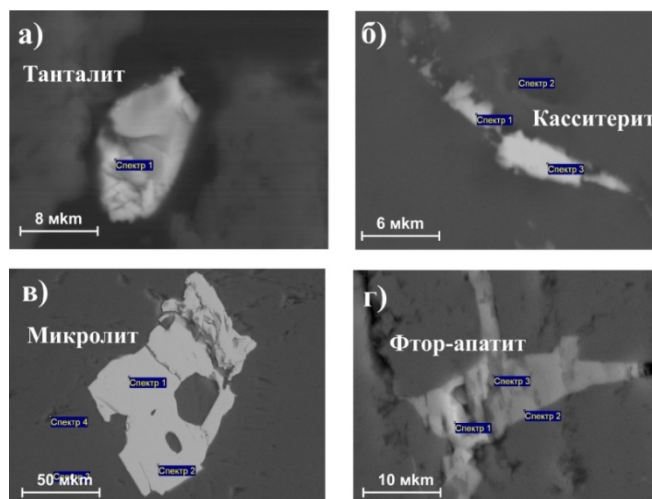


Рисунок 3 – Микровключения минералов в грейзеновом комплексе Юбилейного месторождения (аналитик А.В. Русакова): а - микрозерно танталита овальной формы; б - прожилковидная вкрапленность касситерита; в - изображение микролита в лепидолитовом грейзене; г - фтор-апатит

Зеленые верделиты характеризуют танталоносные кварц-альбит-мусковитовые грейзены, а розовые рубеллиты (в ассоциации с клеветандитом, лепидолитом и сподуменом) отражают богатые комплексные руды (Ta, Nb, Be, Li, Sn). Полихромные турмалины (с черной головкой) встречаются в поздних поллцитонных минеральных комплексах и отличаются аномальными содержаниями Cs, Li, Rb (табл. 2, рис. 4).

Таблица 2

Содержание редких элементов в турмалинах, (г/т)

| Минералы | Ta | Nb | Be | Li | Rb | Cs | Sn | W | Mo |
|------------------------|------|-------|------|-------|-------|--------|-------|------|------|
| Турмалин (полихромный) | 37,2 | 97,1 | 2,66 | 2986 | 605,6 | 135400 | 19,26 | 1,86 | 1,73 |
| Рубеллит (розовый) | 43,7 | 128,9 | 5 | 226,2 | 14,9 | 16,1 | 61,57 | 1,26 | 2,48 |
| Шерл (черный) | 7,6 | 22,6 | 2 | 135,4 | 6,7 | 22,1 | 4,87 | 0,82 | 1,93 |

Примечание. Результаты масс-спектрометрического анализа. Аналитик Полежаев С.

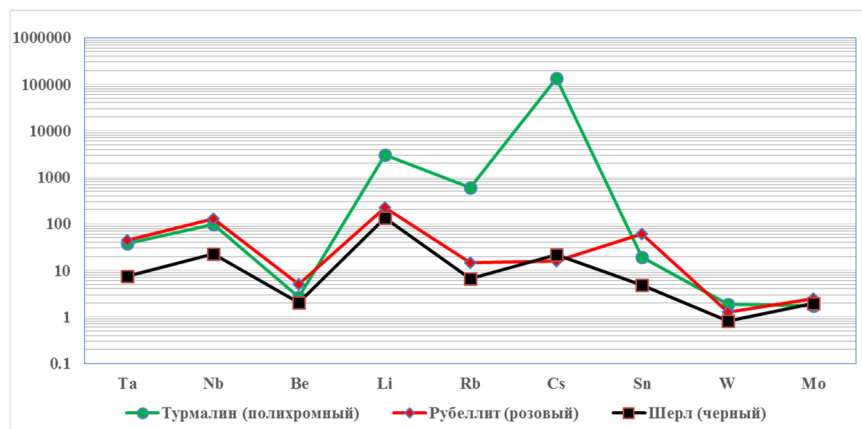


Рисунок - 4 Диаграмма распределения редких элементов в турмалинах, (г/т)

Сподумен – типичный минерал танталоносного кварц-клевеландит-сподуменового комплекса, образует уплощенные кристаллы длиной до 50 см с развитыми гранями призмы и пинакоида. На микроуровне содержит включения (г/т): касситерита (Sn-34,51), шеелита (с примесью Ta – 10,3%) и сфалерита (с примесью Pb – 7,5%). По результатам масс-спектрометрии в сподумене установлено содержание (г/т): Li (55260) при небольшом значении Rb (10,81) и Cs (5,24). По содержанию Li и Ta он близок к сподуму пегматитового месторождения Коктогай (в Китае), но отличается от него повышенными значениями (г/т): Sn (210), Pb (410), Sb (40), Ag (17,5) и меньшей величиной Be и Cs. Сподуменная минерализация широко проявлена в пегматитовых месторождениях России и других регионов [7].

Танталит – главный рудный минерал, представлен неправильными гнездами, агрегатами, отдельными кристаллами таблитчатой и короткопризматической формы. Встречается во всех минеральных комплексах в ассоциации с фтор-апатитом, микролитом, колумбитом, сподуменом и другими минералами. Содержит повышенные концентрации Sn (752-2253 г/т) и W (169-2218 г/т), а количество Li, Rb, Cs и Be непостоянное и изменяется в широких пределах. Впервые в нем выявлены высокие содержания примесей (г/т): Zr (2467-3459), Hf (447), U (670-9183), W (до 2218), а также весовые значения Au (более 50 г/т), Pt (7,05-69,66 г/т) и Ir (до 12,23 г/т). По данным растровой микроскопии также фиксируются нанодисперсные примеси золота в танталите и Au, W, Hf, U – в микролите (рис. 5). Такие новые результаты о выявлении в редкометалльных рудах Au, Pt, Ir требуют дальнейшего исследования.

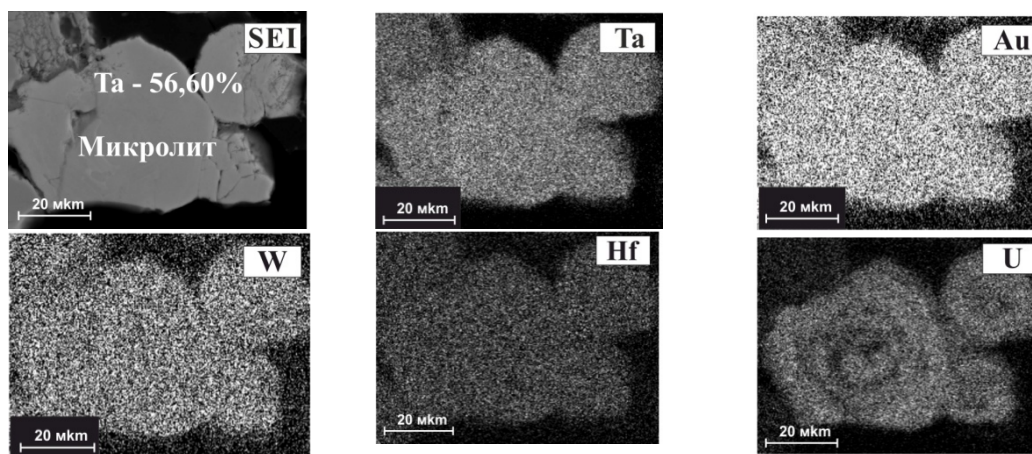


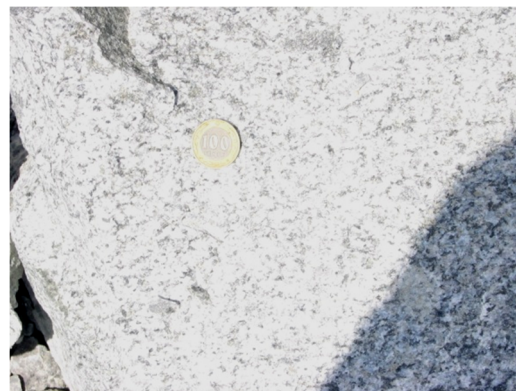
Рисунок 5 - РЭМ-изображение микролита с нанодисперсными включениями Au, U, W из пегматитов Юбилейного месторождения (аналитик А. В. Русакова)

Месторождение Верхнее Эспе расположено в Акбиик-Акжайляуском гранитоидном поясе Жарма-Саура, в северном экзоконтакте массива Акжайляу. Относится к эпимагматическому ниобий-цирконий-редкоземельному типу оруденения, генетически связанному с керегетас-эпинским комплексом пермского возраста. Рудоносными являются два штока среднезернистых рибекитовых щелочных гранитов и их экзоконтактовые зоны, подверженные интенсивной альбитизации с привнесом редкометалльно-редкоземельного оруденения (Nb, Zr, Ta, TR и др.). Максимальная концентрация оруденения (Nb, Zr, TR) связана с полосчатыми экзометасоматитами и мелкозернистыми рибекит-альбитовыми метасоматитами (апогранитами) (рис. 6,а), характеризующимися повышенными концен-

трациями (масс.%): CaO (2,66), Na₂O (4,45) и F(0,85) и аномальными содержаниями (г/т): Zr (6542), Y (900), Hf (239), U (90,5).



а



б

Рисунок 6 – Общий вид рудоносных альбитизированных гранитоидов: а) - полосчатые рибекит-альбитовые метасоматиты месторождения Верхнее Эспе; б - фрагмент контакта альбититов (светлое) с гранодиоритами Васильковского месторождения

В метасоматитах индикаторными минералами являются (%): альбит (15-70), рибекит (5-50), эгирин (3-5) и флюорит (3-4) [4]. Рудная минерализация представлена мелкой и тонкой вкрапленностью циркона, пироклора, торита, гагаринита, встречаются также фенакит, гадолинит, касситерит, колумбит и др. На микроуровне выявлены флюорит и циркон, минералы иттриевой группы, пироклор, иридийный бастнезит, колумбит, касситерит, галенит, самородное серебро, иттроцерит и флюоцерит.

Геолого-генетическая модель месторождения представляется с позиций ликвационной гипотезы расслоения поступающих гранитоидных расплавов с интенсивным проявлением щелочного метасоматизма (альбитизации) и привносом редкометалльно-редкоземельной минерализации. Поэтому главным рудообразующим критерием является процесс альбитизации, к типоморфным минералам относятся альбит, рибекит, гагаринит, пироклор, ксенотим, циркон и флюорит. Геохимические элементы – индикаторы рудного процесса – Zr, Nb, Y, Ta, TR. Общие запасы промышленных руд сосредоточены в приконтактной зоне Малого штока (87,8%), а в крутопадающих рудных телах – 12,2%. Среднее содержание в рудах Zr – 1%, Nb – 0,139%, сумма TR₂O₃-0,179% [3]. Увеличение запасов руд возможно за счет доразведки флангов и глубоких горизонтов Верхне-Эспинского рудного поля.

Васильковское месторождение – это крупный объект золото-сульфидно-кварцевого штокверкового типа, который, наряду с другими месторождениями Казахстана (Акбакай, Бакырчик, Рудноалтайские и др.), определяет золоторудный потенциал Казахстана [8, 9]. Это месторождение находится в Северном Казахстане в пределах Кокшетауского срединного массива. Пространственно приурочено к зоне тектонически нарушенного контакта габброидов и гранодиоритов зерендинского комплекса (O₃) коллизионного типа [9]. На месторождении четко проявлены стадии метасоматического изменения гранитоидов: площадная микроклинизация (дорудная), локальная альбитизация и березитизация, гидротермального золото-сульфидного окварцевания (рудная) и поздняя кварц-флюорит-кальцитовая (пострудная). К главным типоморфным минералам относятся кварц, альбит, рибекит, пирит, арсенопирит, висмутин и золото. Главные элементы – индикаторы оруденения – Au, As, Bi [9].

При изучении вмещающих пород и руд месторождения на микроуровне нами обращено внимание на обнаружение в альбитизированных гранитоидах (рис. 6,б) микровключений колумбита, танталит-колумбита, касситерита (примесь Ta 2,24 мас.%) и вольфрамит (рис. 7,б,в,г), ассоциирующих с фтор-апатитом и фтористым мусковитом. По масс-спектрометрии в альбититах выявлены аномальные содержания (г/т): Li (1212), Rb (1282), P (1112), также повышены значения Nb (38,92), Sn (17,58), Bi (14,62) и Ta (6,26). Халькофильные элементы представлены Pb (105,6), Zn (105,5) и Cu (75,6).

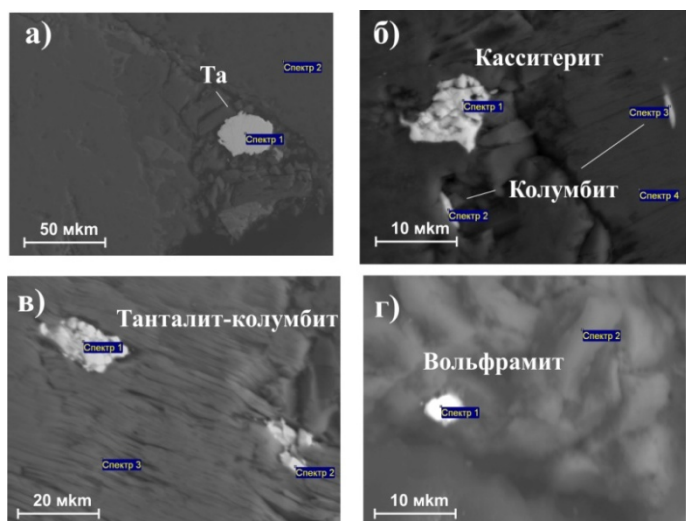


Рисунок 7 – Микровключения минералов в габброидах и альбититах Васильковского месторождения: а – микрозерно самородного тантала в габброидах; б – комковидное зерно касситерита и игольчатые включения колумбита; в – танталит-колумбит во фтористом мусковите; г – микрозерно вольфрамита в альбитизированных гранитах

В тектонически нарушенных и сульфидизированных габброидах определено микровключение самородного тантала (77,04 мас.%) размером 30 мкм (рис. 7,а), сопутствующие минералы – арсенопирит, висмутин и тетраэдрит. Эти разности габброидов обогащены элементами (г/т): Ti (6929), V (413), As (4545) и Cu (230), весовые значения имеют Li (77,7), Cs (8), Sn (5,18) и Ta (0,13). Как видно, и на золоторудном объекте подтверждается связь редкометалльной минерализации (Li, Rb, Ta, Nb, Sn, W) с щелочной стадией метасоматоза (альбитизацией), проявленной в габброидах и гранитоидах, что необходимо учитывать в дальнейших исследованиях.

На основании вышеизложенного можно сделать выводы. Определены основные закономерности размещения редкометаллоносных гранитоидных поясов, сформированных в постколлизийной (орогенной) геодинамической обстановке (P_1 - T_1), в тектонических структурах с сиалическим типом разреза земной коры. В Калба-Нарымском поясе ведущие месторождения редкометалльных пегматитов генетически связаны с гранитами I фазы калбинского комплекса (P_1). Подчеркивается рудоконтролирующая роль широтных глубинных разломов в размещении пегматитовых рудных полей и месторождений. Геолого-генетическая модель пегматитообразования отражает стадийное развитие минеральных комплексов от графического и олигоклаз-микроклинового (безрудных) до сподуменсодержащих (цветных) с богатыми комплексными рудами (Ta, Nb, Be, Li, Cs, Sn). Минералогические факторы оценки редкометалльных пегматитов определяются степенью интенсивности проявления в них метасоматических процессов (микроклинизация,

альбитизация, грейзенизация, сподуменизация, окварцевание), индикаторами которых могут быть типоморфные минералы (клевеландит, мусковит, лепидолит, сподумен, цветные турмалины, поллуцит и др.). Ведущее значение в рудообразовании придается процессу *альбитизации*, являющимся инициатором всех последующих метасоматических преобразований пегматитовых жил. С альбитизацией также связано образование редкоземельного оруденения в щелочных гранитах месторождения Верхнее Эспе и редкометалльной минерализации в альбититах на Васильковском золоторудном месторождении. Процессы альбитизации широко проявлены и на других редкометалльных объектах (Карасу, Алаха, Ново-Ахмировское и др.) [1, 2]. Выявление в рудах микро- и тонкодисперсных включений редких и редкоземельных минералов и геохимических элементов (Au, Ag, Pt, Ir, U) имеет научное значение, эти результаты рекомендуется учитывать в практике геологоразведочных работ.

Статья подготовлена при финансовой поддержке АО «НАТР» РК (по гранту № 403).

Список литературы

1. Дьячков Б.А. Генетические типы редкометалльных месторождений Калба-Нарымского пояса. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2012. – 130 с.
2. Annikova I.Yu., Vladimirov A.G., Smirnov S., Gavryushkina O.A. Geology and mineralogy of the Alakha spodumene granite porphyry deposit, Gorny Altai, Russia // *Geology of Ore Deposits* 58(5), 2016, pp. 404-426.
3. Редкие металлы и редкие земли Казахстана. – Алматы, 2011. – 277 с.
4. Фролова О.В. Редкоземельный тип месторождений Восточного Казахстана / О.В. Фролова, И.Е. Матайбаева, О.Д. Гавриленко и др. // Научный журнал Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. – 2015. – № 2. – С. 28-33.
5. Кравченко М.М. Перспективы укрепления и развития сырьевой базы титанового производства (Восточный Казахстан) / М.М. Кравченко, Б.А. Дьячков, Е.С. Суйекпаев и др. // Вестник Пермского государственного научно-исследовательского ун-та, 2016. – № 38. – С. 78-87.
6. Tkachev A. Evolution of metallogeny of granitic pegmatites associated with orogens throughout geological time // *Geological Society London Special Publications* 350(1):7-23 January 2011.
7. Zagorsky V.Ye., Vladimirov A.G., Makagon V.M., etc. Large fields of spodumene pegmatites in the settings of rifting and postcollisional shear-pull-apart dislocation of continental lithosphere // *Russian Geology and Geophysics* 55 (2014), pp. 237-251.
8. Нарсеев В.А. Золоторудный потенциал Центральной Азии / В.А. Нарсеев, М.С. Рафаилович, Б.А. Дьячков // Гигантские месторождения золота Центральной Азии. Укрепление золоторудного потенциала Казахстана. – Алматы, 2014. – С.10-22.
9. Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. – Алматы, 2009. – 304 с.

Получено 02.02.2017

ОӘК 622.831

Т.Т. Ипалаков, Б. Апшикур

Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті,
Өскемен қ.

КАРЬЕРДЕГІ МАССИВ ЖАҒДАЙЫН АНЫҚТАЙТЫН ФАКТОРЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ

Төмендегі жұмыста АҚ «ССГПО» отвалын қалыптастыру технологиясына қажет етілген ұсыныстарды жасау барысындағы тау массивтерінің сегрегациясы заңдылығын, түйіршікті құрамы және жартасты жыныстардың тығыздығының таралуы бойынша зерттеудің нәтижесі келтірілген.

АҚ «ССГПО» карьерінің отвалында негізінен сақталынып қалатын жартасты жыныстар, палеозойлық кешенді жыныстар болып табылады. Массивтегі жыныстардың орташа тығыздығы $2,7 \text{ т/м}^3$. Беріктік коэффициенті проф. Протодяконов шкаласы бойынша 6 дан 20 ға дейін өзгереді. Жыныстар сулануға және ісінуге бейім емес.

Отвалдың биіктігі бойынша жыныстардың түйіршік құрамының өзгерісі, негізгі беріктік сипатының шамасына бірінші кезекте, отвалдың денесін құрайтын жыныстың тығыздығына едәуір ықпал етеді [1].

Отвалды жай көзбен шолып байқау кезінде, жартасты жыныстардың блоктар өлшемдерінің, ярус биіктіктерінің өзгерістерімен біршама сәйкесті түрленетіндігін көрсетті (сурет 1).

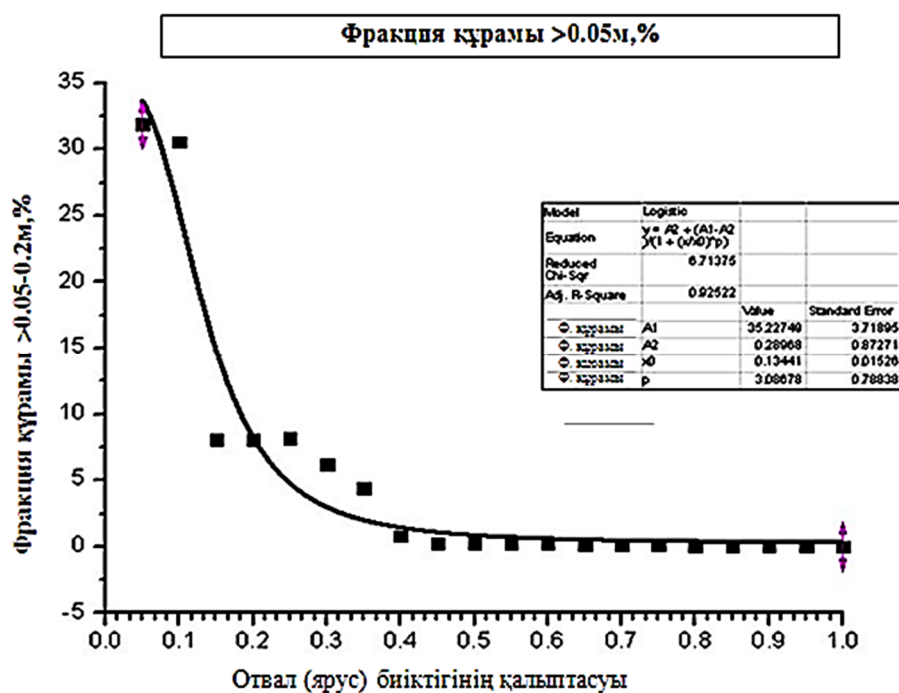


Сурет 1 - Сарыбай карьерінің жартасты жыныстармен қалыптасқан отвал бөлігі

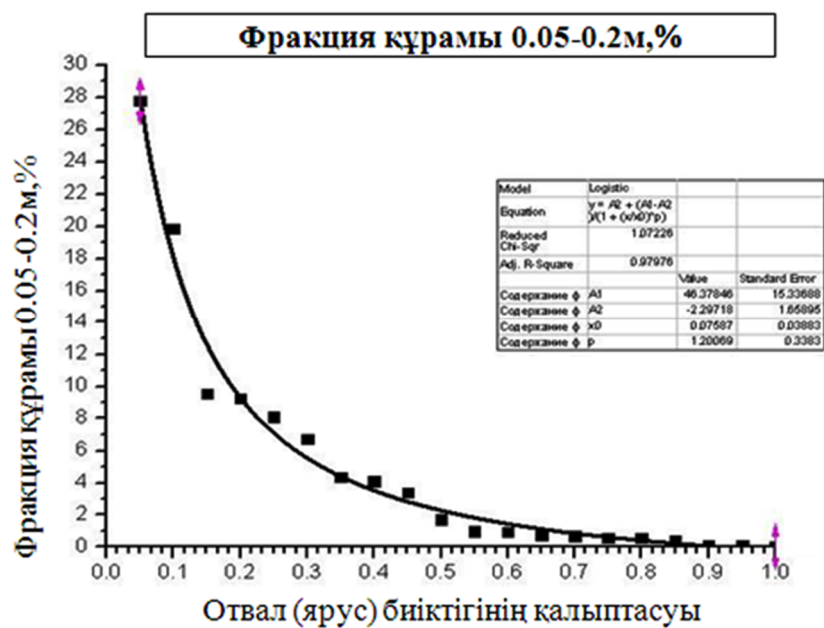
Үлкен сынықтардың пайда болуы негізінен, жыныстардың табиғи жарықшақтануынан болса, ал орташа және ұсақ сынықтар карьерде бұрғылау-жару жұмыстарының өндірісі барысындағы жыныстардың ұсақталу үрдісінде пайда болады, ұсақ сынықтар фракцияларының бір бөлігі отвал денесіндегі жыныстардың тікелей физикалық және химиялық желге ұшуы нәтижесінде пайда болады.

Жыныстардың сегрегациясын біршама толық зерттеу мақсатында АҚ «ССГПО» отвалының күрделі жартасты жыныстардан тұратын құлама бетін фотоға түсіру жүргізілді. Алынған фотографияларды өңдеу фотопланиметр тәсілімен орындалды. Фотопланиметр мәліметтеріне талдау жасалынды және отвалдың (ярус) салыстырмалы биіктігі бойынша бөлінді. Жыныстар блогының (кесектерінің) өлшемдері бойынша төрт фракцияға бөлініп ажыратылды: $<0.05\text{м}$; $0,05\text{-}0,2\text{м}$; $0,2\text{-}0,6\text{м}$; $>0.6\text{м}$.

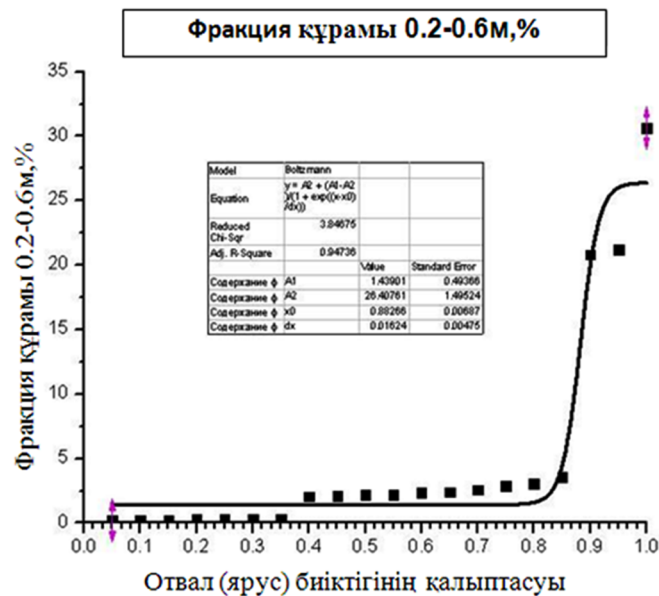
Жыныстардың фракциялық құрамының өзгеру тәуелділігі 2-суреттерде көрсетілгендей.



Сурет 2 – Отвалдың (ярус) салыстырмалы биіктігі бойынша құрамы 0,05 м кіші фракциясының өзгеру тәуелділігі



Сурет 3 – Отвалдың (ярус) салыстырмалы биіктігі бойынша құрамы 0,05-0,2 м фракциясының өзгеру тәуелділігі



Сурет 4 – Отвалдың (ярус) салыстырмалы биіктігі бойынша құрамы 0,2-0,6 м фракциясының өзгеру тәуелділігі

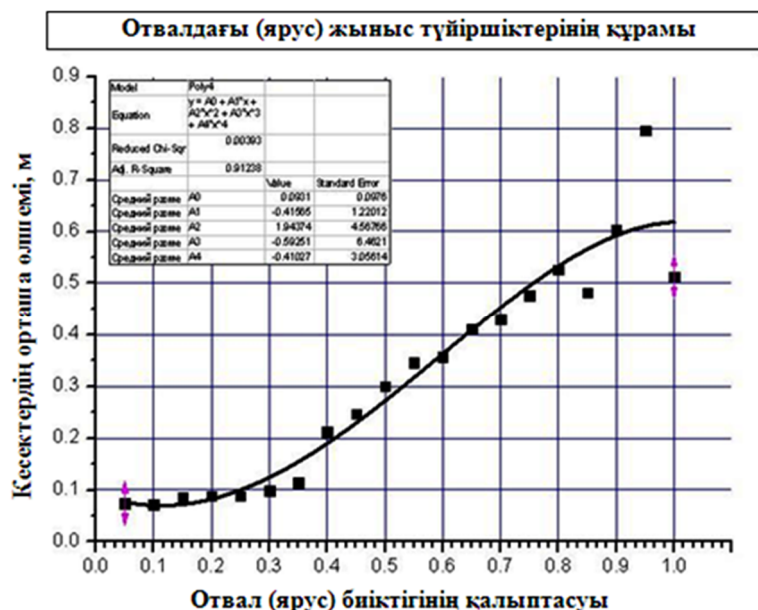


Сурет 5 – Отвалдың (ярус) салыстырмалы биіктігі бойынша құрамы 0,6 м үлкен фракциясының өзгеру тәуелділігі

Математикалық өңдеу нәтижесінде отвалдағы қабаттардың орналасуының салыстырмалы биіктігіне тәуелді жыныстар блогының (кесектерінің) орташа өлшемдерінің алынды (сурет 6).

Осыдан, жүргізілген зерттеу нәтижесі АҚ «ССГПО» карьерінің жартасты жыныстардан құралған отвалы біртекті ортадан тұрмайтындығын көрсетті. Отвалдық массивтер

өзімен бірге қиыршық өлшемдерімен конфигурациясы әртүрлі, кеңістікте түрліше бағытталған ірі және орташа блоктарды құрайды.



Сурет 6 – АО «ССГПО» отвалындағы жартасты жыныстардың түйіршікті құрамы

Отвалдың биіктігі бойынша (жоғарыдан төмен) үш зонаға бөлуге болады (сурет 7):

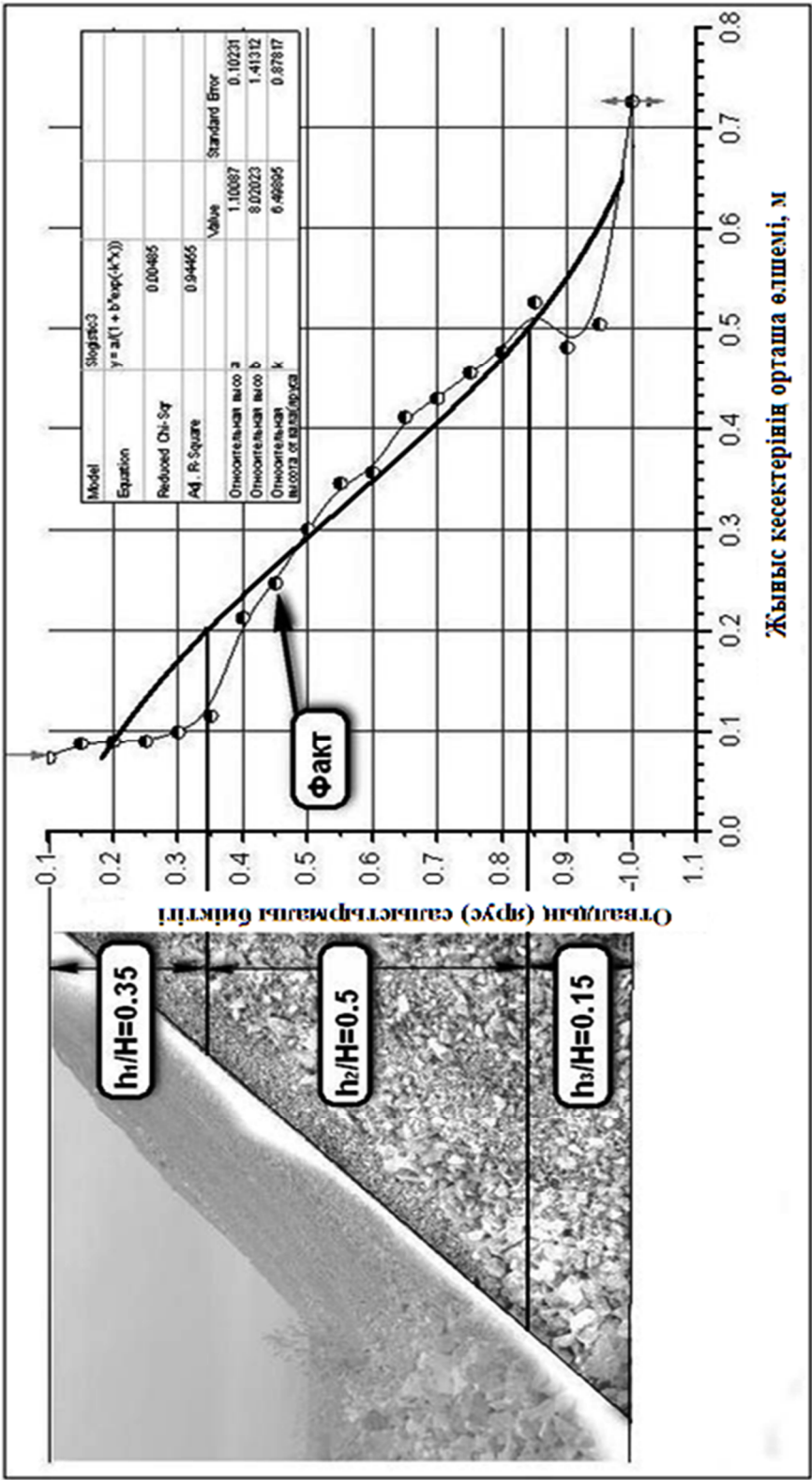
1 зона ($h/H=0,05-0,35$), ұсақ фракциялар - 0,05-0,2 м, орналасқан жерлер. Бұл қабатта кей кездері біршама ірі, негізінен жоғары жалпақтықтағы жыныстар кесегі «тоқтап қалады»;

2 зона ($h/H=0,35-0,85$), орташа фракциялық құрам. Кесектердің орташа өлшемі 0,2 м до 0,5 м бастап біртіндеп өседі;

3 зона ($h/H=0,85-1$), негізінен ірі фракциялы - 0,5 м және одан ірі жыныстар шоғырланған.

Жүргізілген зерттеу нәтижесін отвалдың тұрақтылығын есептеу барысында ескеру қажет. Соңғы жылдары авторлар жүргізген кешенді зерттеулер қатары, ұсақталынған жартасты материалдардың оларды отвалға төгу барысындағы сегрегациялық үрдісіндегі кинетикасының жаңа концепциясын негіздеуге алып келді.

Аталған концепция негізінде тау массалардың кедір-бұдыр бетпен өздік тартылыс күші әсерінде құламаның табиғи бұрышымен сырғуы, үйілген жыныстардың көлемдік жиналуынан болатын жылжушы күш, сондай-ақ құламаның үстінгі бетінде пайда болатын үйкеліс моделі қарастырылады. Массаның сырғуы үрдісінде құламаның кедір-бұдыр бетін толтырушы ұсақ фракциялардың «ысқылануы» жүреді. Осыдан жеке ірі кесектер негізге қарай сырғанамайды. Толтырушы – фракциялар біртіндеп тарала отырып, отвалдың жоғары жағынан оның негізіне дейін көшіп, отвалдың жоғарғы және табаны қабатында жеткілікті дәрежедегі тығыз төсем қалыптастырады. Алынған аймақтағы копсу коэффициентінің мәнін жоғарлату туралы ұсыныстар қазірге дейін, үйіндінің сыртқы аймағының параметрлерін бағалауға негізделіп қабылданады. Мұндай ұсыныстар аздаған биіктіктегі отвал үшін және оның бастапқы үйілу кезеңдерінде ғана оң нәтижесін береді. Дегенмен, көп ярусты биік отвалды қалыптастыру барысында бұл жағдай түбегейлі негіздік сипатқа ие болады.



Сурет 7 – Отвал биіктігі бойынша структуралық блоктардың орташа өлшемдерінің өзгеруі

Жартасты жыныстардан тұратын отвал құламасының тұрақтылық коэффициенттінің қоры (запасы), өз кезегінде әртүрлі фракциялы қоспалар арасындағы тәуелділіктің үлкен дәрежесіне ие отвал денесін құраушы материалдардың қопсу коэффициенттіне тәуелді болады [1].

Үш немесе онанда көп фракциядан тұратын қоспалар үшін, қопсу коэффициенттінің K_p сандық мәні келесі келтірілген схема бойынша итерациялық тәсілмен анықталады:

- сусымалы материалдардың фракциясы кесектерінің ірілену қатарымен сұрыпталады;
- бинарлық қоспаның бірінші және екінші фракциясының қопсу коэффициентті K_p келесі формула бойынша есептелінеді:

$$K_p = AP_k^2 - [A - (K_{pk} - K_{PM})]P_k + K_{PM} \quad (1)$$

мұндағы A – эмпирикалық (тәжірибеге ғана негізделген) коэффициент келесі формуламен анықталады:

$$A = 0,842 \left[1 - \left(\frac{d_M}{d_K} \right)^2 \right] \quad (2)$$

P_k – бинарлық қоспадағы ірі фракциялардың үлесі, бірлік үлесінде; K_{PM} , K_{pk} – ұсақ және ірі фракциялардың сәйкесті қопсу коэффициенттері; d_M , d_K – ұсақ және ірі фракциялардың сәйкесті өлшемдері;

– алынған бинарлық қоспа үшінші қоспа үшін, біршама ірі фракция болып табылады. Қалыптастырылатын қоспа үшін қопсу коэффициентті K_p , осы алынған бинарлық схемадағы ұсақ фракциялы қоспалардың қопсу коэффициенттімен ірі фракциялы қоспаның қопсу коэффициенттерінің бірігіп жинақталу схемасы бойынша есептелінеді;

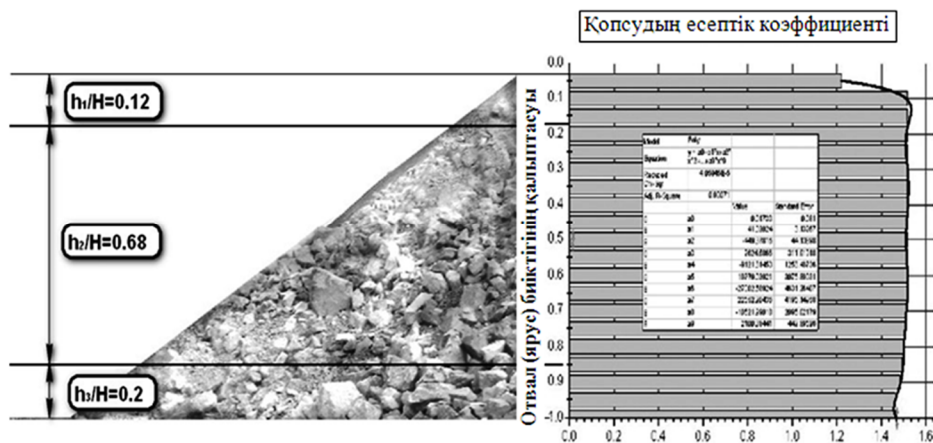
– K_p есебі қоспадағы ең ірі фракцияға дейін, итерациялықрежимде жүргізіледі.

АҚ «ССГПО» отвалы үшін жартасты жыныстардың қопсу коэффициенттерін есептеу нәтижелері 1 кестеде және 8 суретте келтірілген.

Кесте 1

Жартасты жыныстардың есептік қопсу коэффициенттері

| Отвалдың салыстырмалы биіктігі, h/H | Қопсудың есептік коэффициенттері, K_p |
|-------------------------------------|---|
| 0,05 | 1,220 |
| 0,10 | 1,518 |
| 0,15 | 1,517 |
| 0,20 | 1,516 |
| 0,25 | 1,517 |
| 0,30 | 1,517 |
| 0,35 | 1,516 |
| 0,40 | 1,516 |
| 0,45 | 1,516 |
| 0,50 | 1,516 |
| 0,55 | 1,516 |
| 0,60 | 1,515 |
| 0,65 | 1,513 |
| 0,70 | 1,512 |
| 0,75 | 1,509 |
| 0,80 | 1,507 |
| 0,85 | 1,494 |
| 0,90 | 1,484 |
| 0,95 | 1,465 |
| 1,00 | 1,469 |



Сурет 8 – Копсу коэффициентінің (K_p) отвал биіктігіне (ярус) салыстырмалы тәуелділігі

Копсу коэффициентінің отвал (ярус) құламасының ұзындығы бойынша динамикасы келесі заңдылықтарға бағынады: ұсақ фракциялар шоғырланған отвалдың жоғарғы бөлігінде ($h_1/H=0.12$ аймағы), K_p – минимальды. Осыдан кейін, негізінен орташа фракциялы кесектерден тұратын екінші аймақта ($h_1/H=0.68$), K_p көрсеткішінің шұғыл жоғарлағанын көрсетеді, оның динамикасы біртіндеп төмендеген бір қалыпты болып келеді. Үшінші аймақта ($h_1/H=0.2$), K_p есептік көрсеткішінің аз ғана шамада төмендегені байқалады.

Отвал тұрақтылығын анықтау барысындағы бастапқы негізгі параметрлердің бірі болып табылатын тығыздық екендігі және оның массивтегі жыныс тығыздығының копсу коэффициентіне қатынасы болатындығы белгілі. Сондықтан да, анықталынған түйіршік құрамын және копсу коэффициентінің өзгеру заңдылықтары, АҚ «ССГПО» отвалы секілді басқада тау-кен орындарындағы отвалдардың тұрақтылық есебінде, жартасты жыныстардың тығыздық көрсеткіштерін дифференциалды пайдалануға мүмкіндік береді.

Список литературы

1. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. – М.: Недра, 1965. – 378 с.

Получено 02.02.2017

УДК 622.831

Т.Т. Ипалаков, Б. Апшикур

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ПАРАМЕТРОВ БОРТОВ КАРЬЕРА И ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ И ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Современная концепция эксплуатации сложных техногенных сооружений, в т.ч. и карьеров, предполагает переход от идеологии «абсолютной сохранности» к идеологии «приемлемого риска». Для этого необходим анализ и выработка системы по управлению рисками, т.е. понижению последних до приемлемого уровня.

Вопрос устойчивости бортов карьеров и уступов напрямую связан с риском: дорого, но надежно или дешевле, но с большей вероятностью возникновения деформаций. Риск определяет экономические, социальные и другие последствия от возможных деформаций как в процессе строительства, так и при дальнейшей эксплуатации карьеров.

Причинами возникновения рисков являются неопределенности, возникающие на разных стадиях выполнения расчетов устойчивости. К основным из них относятся: неопределенности, связанные с геометрическими параметрами борта карьера; гидрогеологические условия; прочностные свойства литологических разностей, трещиноватость и т.д.; расчетная модель.

С целью снижения влияния указанных неопределенностей, а следовательно, уменьшения уровня риска при предварительном выполнении расчетов устойчивости бортов карьера, предлагается следующая методика на основе использования комплекса методов расчетов, хотя они не являются окончательными для принятия решений при выполнении проектных работ. При этом наряду с традиционными детерминистическими инженерными методами использовался также метод конечных элементов и вероятностный анализ, что позволило, в конечном счете, повысить надежность получаемых результатов.

Расчеты выполнялись с применением 9 инженерных методов: Феллениуса (Fellenius), Бишопа (Bishop simplified), Janbu simplified и Janbu corrected, Спенсера (Spencer), Morgenstern-Прайса (Morgenstern-Price), а также методов корпуса военных инженеров США (Corps of Engineers №1 и Corps of Engineers №2) и Лоу-Карафиата (Love-Karafiath).

В табл. 1 и 2 приведены основные характеристики вышеописанных методов с точки зрения соблюдения условий предельного равновесия, а также краткие рекомендации по условиям их применимости.

Таблица 1

Основные характеристики инженерных методов, используемых для расчета устойчивости откосов

| Метод | Условия равенства проекций сил | | Условия равенства моментов сил |
|------------------------|--------------------------------|--------------|--------------------------------|
| | горизонтальных | вертикальных | |
| Fellenius | нет | нет | есть |
| Bishop simplified | нет | есть | есть |
| Janbu simplified | есть | есть | нет |
| Spencer | есть | есть | есть |
| Morgenstern-Price | есть | есть | есть |
| Corps of Engineers № 1 | есть | есть | нет |
| Corps of Engineers № 2 | есть | есть | нет |
| Love-Karafiath | есть | есть | нет |

Главными целями вероятностного подхода являются систематический анализ неопределенностей и оценка риска, связанного с геотехническим объектом. Преимуществом данного подхода является то, что вероятность возникновения деформаций является важным индикатором состояния устойчивости борта карьера.

В вероятностных расчетах входные параметры (исходные данные) и результаты рассматриваются как распределение вероятностей, а не как дискретные оценки устойчивости откосов, выполненные детерминированными способами.

Таблица 2

*Условия применения и ограничения различных инженерных методов
расчета устойчивости откосов*

| Метод анализа | Форма поверхности скольжения | Условия применения, ограничения |
|--|------------------------------|---|
| Fellenius | Любая | Недостаточно точный для анализа откосов с плоской поверхностью скольжения и высоким поровым давлением. Достоверный для пород с углом внутреннего трения $\varphi = 0$. |
| Bishop simplified | Любая форма | Достаточно точен. Дает возможность получать результаты, как и методы, использующие все три условия статики массива. В случаях, когда коэффициент устойчивости, рассчитанный по методу Бишопа, ниже, чем по методу Fellenius'a, следует руководствоваться результатами расчета последнего. |
| Love-Karafiath, Corps of Engineers № 1, Corps of Engineers № 2, Janbu simplified | Любая форма | Рассчитанный коэффициент устойчивости чувствителен к углу наклона действующих боковых сил. В отдельных случаях, когда откос сложен плотными породами с высоким сцеплением, возможны значительные отклонения (завышение до одной трети) рассчитанного коэффициента запаса устойчивости от реального. |
| Morgenstern and Price, Spencer | Любая форма | Методы дают реалистические результаты в большинстве инженерно-геологических ситуаций, за исключением случаев с чрезмерно неоднородными массивами. |

В вероятностном подходе используются все величины физико-механических характеристик литологических разностей, слагающих откос борта карьера, и рассматриваются возможные сочетания влияний разных факторов. Результатами расчетов являются плотности распределения вероятностей значений коэффициента запаса устойчивости. Детальный вероятностный расчет позволяет существенно повысить качество и достоверность анализа, оценить опасность деформаций бортов карьера. Многолетняя практика применения вероятностных методов при расчете устойчивости уступов и бортов карьеров на зарубежных предприятиях позволила выработать определенные критерии оценки вероятности возникновения деформаций ($P_{обр}$). В табл. 3 приведены допустимые пределы вероятности возникновения деформаций в различных геомеханических условиях [1, 2].

В табл. 4 указаны критерии устойчивости бортов карьеров, применяемые в Западной Австралии, разработанные на основании результатов исследований ряда зарубежных авторов [3-8].

Наряду с вероятностью обрушения, в геомеханике также используется еще один критерий устойчивости откосов – надежность, r . Надежность является вероятностью того, что фактический запас устойчивости больше или равен 1,0. Этот параметр представляет область, ограниченную максимальной кривой нормального распределения Гаусса. Так как вся область под функцией распределения равна 1,0, вероятность обрушения и надежность связаны соотношением:

$$P_{обр} = 1 - r.$$

Критерием оценки надежности является индекс надежности. Он характеризует состояние между средней и предельной величинами запаса устойчивости в единицах средних квадратических отклонений.

Таблица 3

Допустимые вероятности возникновения деформаций по данным практики на зарубежных карьерах

| Проектные условия | | Допустимая вероятность возникновения деформаций по данным практики, Робр | |
|---|--|--|------------------------------|
| Элемент карьера | Геомеханические условия | Амплитуда, % | Предпочтительное значение, % |
| Уступ | сложные, с различными геологическими нарушениями | 0-10 | 10 |
| | простые | 10-50 | 20-30 |
| Борт карьера | | 1-3 | |
| Борт карьера с элементами инфраструктуры (промплощадки, дороги, ЛЭП и т.д.) | | <1 | |

Таблица 4

Критерии устойчивости бортов карьеров, применяемые на горнодобывающих предприятиях Западной Австралии

| Класс борта карьера | Последствия деформаций | Проектная вероятность обрушения, % | Условия применения |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|---|
| 1 | Незначительные | Не регламентируется | Отсутствие какой-либо инфраструктуры (промплощадки, хвостохранилища и т.д.) |
| 2 | Умеренные | 10,0 | Отсутствие значительной инфраструктуры |
| 3 | Серьезные | 1,0 | Наличие инфраструктуры |
| 4 | Тяжелые | 0,3 | Борта, примыкающие к местам постоянного пребывания людей, инфраструктуре и т.д. |

Для нормального распределения коэффициента запаса устойчивости индекс надежности определяется из выражения: $\beta = (\mu - 1)/\sigma$. Для логнормального распределения:

$$\beta = [\ln(\mu/\sqrt{1 + COV^2})] / \sqrt{\ln(1 + COV^2)}, \quad (1)$$

где COV - коэффициент вариации, который определяется как отношение средне-квадратичного отклонения к средней величине. COV – это мера относительного разброса случайной величины; показывает, какую долю среднего значения этой величины составляет ее средний разброс.

На рис. 1 представлена зависимость между вероятностью обрушения и индексом надежности для нормального распределения.

В геомеханической практике удовлетворительным считается индекс надежности порядка 3,0.

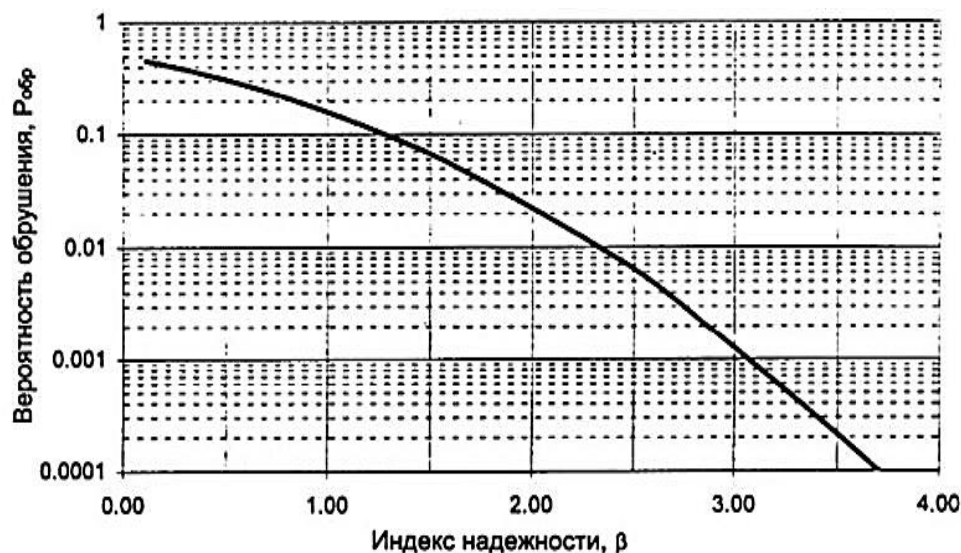


Рисунок 1 – Зависимость между вероятностью обрушения и индексом надежности для нормального распределения

Для примера в табл. 5 приведены целевые уровни индекса геомеханической надежности, применяемые армией США [9, 10].

Таблица 5

Целевые уровни индекса геомеханической надежности, применяемые армией США

| Наименование уровня | β | $P_{обр}$ |
|----------------------|---------|-----------|
| Высокий | 5,0 | 0,0000003 |
| Хороший | 4,0 | 0,00003 |
| Выше среднего | 3,0 | 0,001 |
| Ниже среднего | 2,5 | 0,006 |
| Низкий | 2,0 | 0,023 |
| Неудовлетворительный | 1,5 | 0,07 |
| Опасный | 1,0 | 0,16 |

Обоснование расчетных характеристик прочностных свойств горных пород, принимаемых при определении параметров рациональных конструкций нерабочих бортов карьера. Для описания геомеханических процессов в горных породах используют различные критерии прочности. Прочностными характеристиками, входящими в условие прочности, основанное на прямолинейной огибающей предельных кругов главных напряжений (критерий Кулона Мора), и основными расчетными исходными данными при определении устойчивости карьерных откосов являются сцепление и угол внутреннего трения.

В случаях отсутствия в данный момент достаточной информации по исследованию прочностных свойств месторождения (подобная ситуация в последнее время повсеместно имеет место) определение эквивалентных величин сцепления и угла внутреннего трения предлагается выполнять по следующей методике. С учетом прочностных характеристик пород, слагающих месторождение [10], выделено 9 литологических разностей. Компанией SRK Consulting была составлена классификация горных пород месторождения, в частности описаны структурные особенности массивов, степень их трещиноватости, установлены

индексы качества скальных пород (RMR, MRMR, Q и Q') [10]. Результаты данного анализа послужили основой для определения коэффициентов геологической прочности GSI (Geological Strength Index) литологических разностей месторождения. Для более полного учета свойств трещиноватости, степени выветрелости скальных пород использованы модифицированные классификации показателей GSI: Sonmez and Ulusay [11,12], а также Cai M. [13,14] (рис. 2).

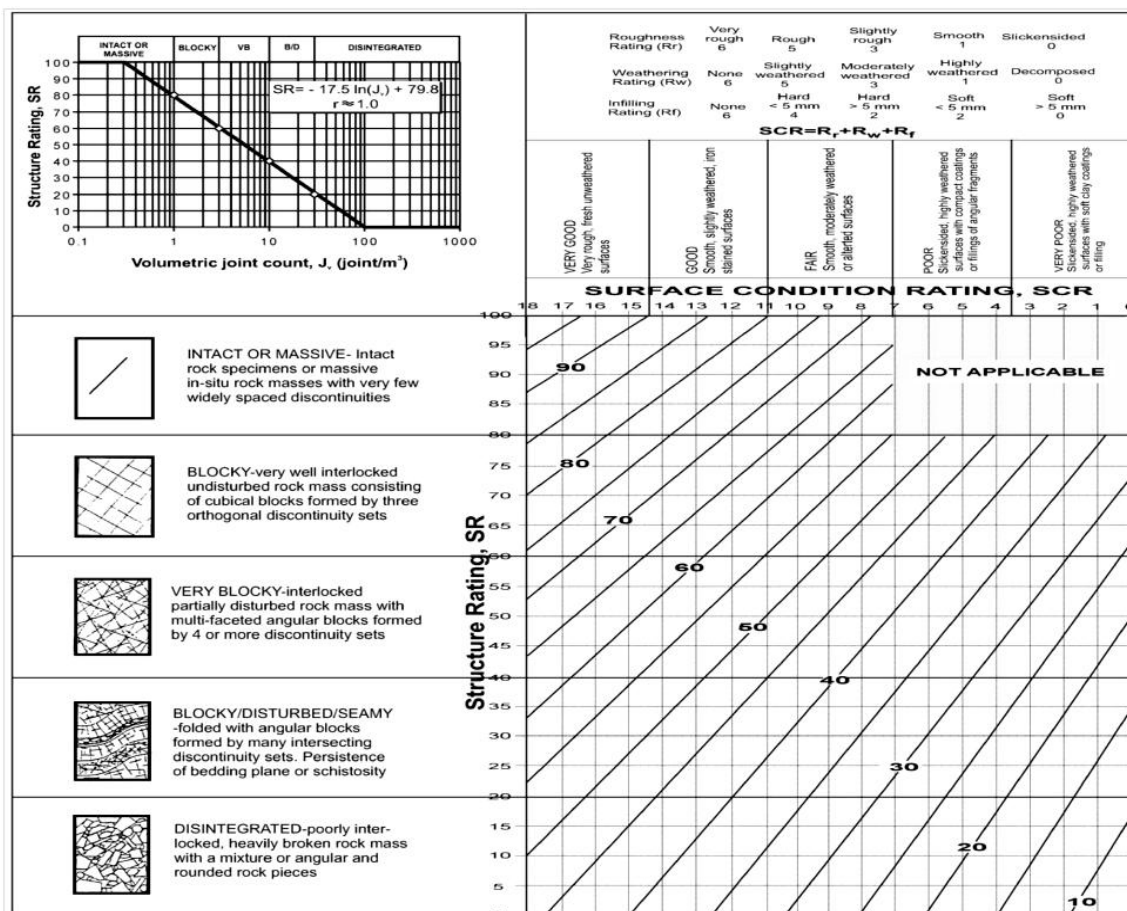


Рисунок 2 - Модифицированная характеристика горного массива GSI (Sonmez and Ulusay, 2002)

С целью уточнения результатов дополнительно проведены поверочные расчеты. В определенные по данной методике прочностные характеристики, дополнительно был введен коэффициент масштабного эффекта (коэффициент структурного ослабления), принятый в соответствии с нормативными данными [15] равным 0,3 (рис. 3).

В соответствии с регрессионной зависимостью между GSI и Q' [16]: $GSI = 9 \cdot \ln \cdot Q' + 44$, рассчитаны индексы для скальных пород месторождения «Юбилейное» [17, 18], которые в достаточной степени коррелируют с результатами, полученными с использованием вышеназванных классификаций GSI, и выводами SRK Consulting.

На основании полученных значений коэффициента геологической прочности GSI с применением программы RocLab фирмы Rocscience были определены эквивалентные

характеристики сцепления и угла внутреннего трения литологических разностей горных пород месторождения.

При этом учитывалось их изменение в зависимости от глубины карьера, а также структурные особенности, степень трещиноватости, степень возможной взрывной поврежденности при производстве массовых взрывов в районе конечного контура карьера. Кроме того, в связи со значительной степенью неопределенности исходных данных прочностных свойств, в соответствии с нормативами (Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. Межотраслевой науч. центр ВНИМИ) при переходе к расчетным показателям учтен коэффициент запаса, составляющий для стадии проектирования карьеров со сроком стояния нерабочих бортов свыше десяти лет - 1,5.



Рисунок 3 - Масштабный эффект в горном массиве

На основании вышеизложенного можно сделать выводы:

1. В данной работе анализ устойчивости основывался на ограниченных исходных данных, поэтому его результаты указывают, в первую очередь, на механизмы поведения возможных деформаций, а также служат для обнаружения критических факторов, влияющих на устойчивость бортов карьера, и не являются окончательными для принятия решений при выполнении проектных работ.

2. Предлагается методика для максимального учета влияния различных геомеханических неопределенностей, а следовательно, уменьшения уровня риска при выполнении расчетов устойчивости бортов карьера.

3. Для выполнения расчетов устойчивости бортов карьера с приемлемой точностью для настоящей предпроектной стадии на основании имеющейся геологической информации предлагается методика для получения эквивалентных характеристик прочностных свойств пород. При этом приняты во внимание влияние масштабного эффекта и уровень геомеханической неопределенности. При переходе к расчетным показателям учтен коэффициент запаса, составляющий для стадии проектирования карьеров со сроком стояния нерабочих бортов свыше десяти лет - 1,5.

4. До принятия окончательных проектных решений по конструкциям бортов необходимо выполнить дополнительные геомеханические исследования по уточнению структурного, инженерно-геологического и гидрогеологического состояния массива пород в

районе будущих конечных контуров карьера с обоснованием соответствующих моделей: геологической, инженерно-структурной, напряженно-деформированного состояния массива, сейсмической и т.д.

Список литературы

1. Sullivan, T.D. Hydromechanical coupling and pit slope movements / T.D. Sullivan, In Y. Potvin (ed.) // Slope Stability 2007 – Proceedings of the 2007 International Symposium on Rock Slope Stability in Open Pit Mining and Civil Engineering: Perth, 12-14 September 2007. – № 1. – P. 3-43.
2. Woo, K-S. Empirical investigation and characterization of surface subsidence related to block cave mining / K-S Woo, E. Eberhardt, D. Elmo, D. Stead // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Burnaby, Canada. – 2013. – Vol. 61. – № 1. – P. 31-42.
3. Pine, R.J. Risk analysis design applications in mining geomechanics / R.J. Pine // Trans. Inst. Min. Metall. – 1992. – (Sect.A) 101. – P. 149-158.
4. Palmer, L.W. Risk associated with rock type prediction using simulation techniques: 9th International Mining Geology conference / L.W. Palmer, H.J. Glass // Adelaide, Australia 18th – 20th Aug 2014. – AusIMM, publ. – 2014. series no 7/2014. – P. 217-227.
5. Priest, S.D. Probabilistic stability analysis of variable rock slopes / and S.D. Priest, E.T. Brown // Trans. Inst. Min. Metall. – 1983. – P. A1 – A12.
6. Ипалаков Т.Т. Опыт применения вероятностных методов при расчете устойчивости уступов и бортов карьеров / Т.Т. Ипалаков, Б. Аппикур, Е.К. Нуржумин // Усть-Каменогорск, Вестник ВКГТУ. – 2014. – № 2. – С. 7-11.
7. Hoek, E. When is a design in rock engineering acceptable? / E. Hoek // Proc. 7th Int. Cong. on Rock Mechanics. Aachen, Germany. – 1991. – Vol. 3, P. 1485 – 1497.
8. Rogers, S.D. Volumetric Fracture Intensity Measurement for Improved Rock Mass Characterisation and Fragmentation Assessment in Block Caving Operations / S. Rogers, G. Webb, D. Elmo, and A. Catalan // Rock Mechanics and Rock Engineering. – 2014. – DOI 10.1007/s00603-014-0592-y.
9. U.S. Army Corps of Engineers. Risk-Based Analysis in Geotechnical Engineering / U.S. Army Corps of Engineers // For Support of Planning Studies. – 1999. – ETL 1110-2-556.
10. Ипалаков Т.Т. Методические основы определения устойчивых параметров бортов карьера ТОО «Юбилейное» / Т.Т. Ипалаков, А.Т. Паршаков // Труды междунар. симп. – 6-7 окт. 2011. – МОН РК – Караганда, 2011. – С. 191-195.
11. Sonmez, H. Discussion on the Hoek-Brown failure criterion and suggested modification to the criterion verified by slope stability case studies / H. Sonmez, R. A. Ulusay // Yerbilimleri (Earthsciences). – 2002. – № 26. – P. 77-99.
12. Elmo D. Numerical simulations of scale effects under varying loading conditions for naturally fractured rock masses and implications for rock mass strength characterization and the design of overhanging rock slopes: Proc. 45th US Rock Mechanics Symposium / D. Elmo, P. Schlotfeldt, R. Beddoes and D. Roberts // San Francisco. – June 27-30. 2011. – Vol. 2. – P. 1504-1512.
13. Cai, M. Estimation of rock mass deformation modulus and strength of jointed hard rock masses using the GSI System / M. Cai, P.K. Kaiser, H. Uno, Y. Tasaka, Minami M // International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences. – 2004. – № 41(1). – P. 3-19.
14. Hamdi, P. Numerical simulation of damage during laboratory testing on rock using a 3D-FEM/DEM approach / P. Hamdi, Stead, D. and Elmo, D // Proc. 47th US Rock Mechanics Symposium, San Francisco. June 23-26. 2013. – Vol. 2. – P. 1535-1542.
15. Ковров А.С. Моделирование устойчивости борта карьера методом конечных элементов // Форум гірників-2010: Матеріали міжнар. конф. 21-23 жовт. 2011 р.: доп. – Д.: Національний гірничий університет, 2011. – Т.2. – С. 94-102.
16. Sjöberg, J. Analysis of Large Scale Rock Slopes. / J. Sjöberg // Doctoral Thesis 1999: – Lulea University of Technology. – 1999. – P. 682.
17. Кумыков В.Х. Методические основы конструирования ресурсосберегающих и устойчивых профилей откосов бортов глубоких карьеров / В.Х. Кумыков, Т.Т. Ипалаков, А.И. Ананин. – Изд-во ВКГТУ, Усть-Каменогорск. – 2011. – С. 143.
18. Мельников И.Т. Автоматизированный расчет устойчивости откосов бортов карьеров / И.Т. Мельников, В.Ю. Заляднов, Н.С. Шевцов и др. – М.: Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. – № 2. – 2013. – с. 8-11.

Получено 02.02.2017 г.

УДК 911.5:504.61

Т.К. Салихов, Ж.М. Карагойшин

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

**СОВРЕМЕННОЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПРОЕКТИРУЕМОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО РЕЗЕРВАТА «БОКЕЙОРДА»
ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Сохранение биологического разнообразия экологических систем, уникальных природных комплексов, объектов природно-заповедного фонда, культурного и природного наследия Республики Казахстан – одна из важных задач государства на современном этапе.

Территория Казахстана обладает уникальным набором ландшафтных комплексов: от пустынь до высокогорий и экосистем внутренних морей. В условиях нарастающих темпов экономического развития страны и усиления использования природных ресурсов актуальным становится вопрос дальнейшего совершенствования системы территориальной охраны природы. Те же условия определяют необходимость дальнейшего развития сети особо охраняемых природных территорий как действенной системы сохранения биологического разнообразия Казахстана.

Значительная часть естественных степных пространств на Земле находится в Казахстане, которые составляют свыше 120 млн га. В свою очередь степные экосистемы Казахстана являются местами распространения уникального растительного мира степей, глобально исчезающих видов степной фауны. Степные экосистемы Казахстана являются площадкой для более 2000 видов флоры, включая приблизительно 30 эндемичных видов и уникальных флористических составов.

Степи являются наименее защищенным типом экосистем в Казахстане и крайне недостаточно представлены в системе особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Изучение степных экосистем, их чувствительности к воздействию антропогенных нагрузок, разработка основ по увеличению площади степных экосистем стало основой проекта «Сохранение и устойчивое управление степными экосистемами».

Современное состояние российских (республик Калмыкия, Тыва, Алтай и Бурятия) и китайских (автономные районы Внутренняя Монголия и Синьцзян) степей рассматривается в некоторых работах исследователей [1-6], где ими проанализировано и описано современное состояние степей России и автономных районов Внутренней Монголии КНР, а также выявлены основные стратегии их сохранения.

В настоящее время система ООПТ Западно-Казахстанской области представлена тремя государственными природными заказниками республиканского значения и семью областного значения, суммарная площадь которых составляет 188,7 тыс. га или 1% от всей площади области. Вместе с тем, в области отсутствуют ООПТ со строгим режимом охраны и со статусом юридического лица [7].

Цель исследования: изучение современного экологического состояния и оценка степени изменения современных экосистем проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области.

Организация резервата в местах обитания уральской популяции сайгаков (*S. tatarica*) особенно актуальна после массовой гибели от пастереллеза 12 тысяч особей в мае 2010 года и более 400 особей в мае 2011 года, в результате чего численность уральской популяции сократилась с 39 до 27 тыс. особей [8, 9].

В Казахстане Комитетом лесного хозяйства и животного мира Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан принята Программа по развитию научно-исследовательских работ по сохранению биологического разнообразия, в рамках которой предусмотрены работы по созданию государственного природного резервата «Бокейорда». Исследования выполнялись в рамках проекта правительства Республики Казахстан и Глобального экологического фонда Программой развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) «Сохранение и устойчивое управление степными экосистемами», направленного на увеличение степных ландшафтов в системе ООПТ Казахстана.

Объект и методы исследования. В комплексе проведены геоботанические, почвенные, флористические, фаунистические и экосистемные исследования на проектной территории с использованием общепринятых методик [10-21]. Произведена закладка мониторинговых площадок с нанесением их данных на топоснову и зафиксированы GPS данные по площадкам. Проведено картирование мест обитания ключевых видов растений и животных, оценка воздействия негативных факторов на биологическое разнообразие. Проведено картирование мест обитания ключевых видов растений и животных. Осуществлена оценка воздействия негативных факторов на биологическое разнообразие.

Основополагающим принципом для выделения ценных участков в проектировании ООПТ должен быть экосистемный подход, основанный на комплексной оценке экологического состояния природных компонентов проектной территории, доминирующих биогеоценозов и зооценозов природной среды степей с использованием данных дистанционного зондирования и ГИС-технологии. Применение концепции экосистемного подхода в качестве методологической основы в выделении степных ООПТ позволит обеспечить оценку качественного потенциала биоразнообразия, основанную на существующей корреляции между экотопом (типом местообитания), типом растительности и животным населением.

Экосистемный подход позволяет покомпонентно (рельеф, почвы, растительность и сопряженное с ним животное население) оценить как экологический потенциал местообитаний, так и потенциал разнообразия биоты.

Результаты исследования. Проектная территория расположена на западе Западно-Казахстанской области в пределах территории Жанибекского, Бокейординского, Казталовского районов. Общая площадь исследованного региона составляет 690,929 тыс. га или около 4,5% территории области (рис. 1). Проектная территория расположена в северо-западной части Прикаспийской низменности. По характеру рельефа она представляет почти пологоплатную и слабоволнистую равнину со слабым наклоном к югу. Эта равнина представлена местами западинами, ссорами и древними руслами временных водотоков.

На территории природного резервата гидрографическая сеть развита весьма слабо. На востоке проектной территории протекает река Ащыозек с несколькими притоками, среди которых наиболее крупные – правобережные притоки Шерембетсай, Таткенсай, Жамансай, балка Астаусалган, река Бершарал; левобережные притоки – Колдыбайсай, Терексай, вливающие в крупное озеро Аралсор. В связи с частым чередованием условий почвообразования почвы территории отличаются большой пестротой и мозаичностью, а также комплексностью. Однако в пределах отдельно взятых частей территории будущего природного резервата на водораздельных пространствах отмечается выраженное преобладание зональных типов почв – обыкновенных каштановых, светло-каштановых и бурых [22].

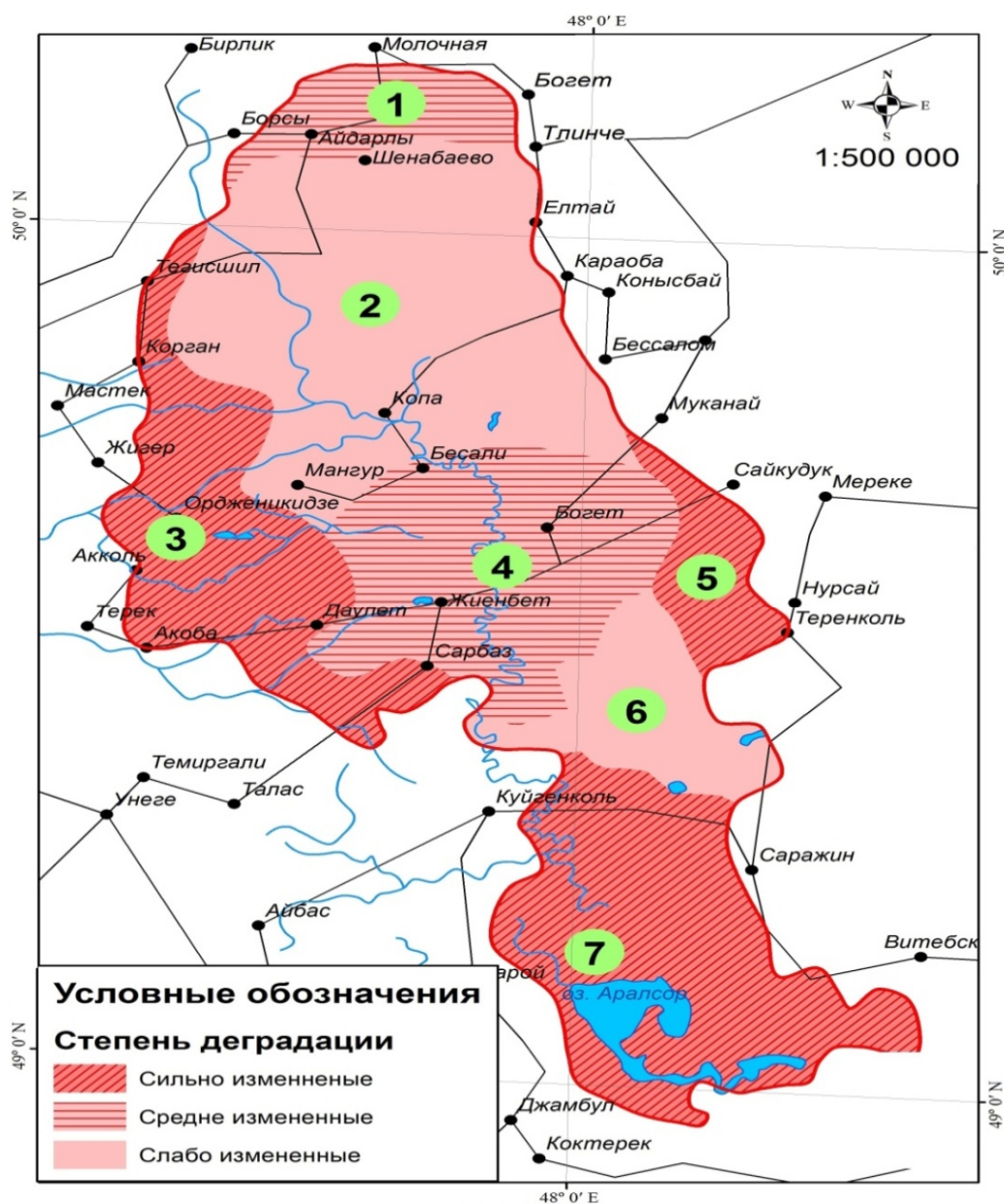


Рисунок 1 - Карта степени изменения современных экосистем проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области

Во флоре проектной территории нами выявлено 537 видов сосудистых растений, относящихся к 66 семействам и 265 родам. Однако это количество окончательно не исчерпывает всего видового состава флоры. На проектной территории «Бокейорда» представлено 42,7 % видов (537), 54,4 % (265) родов и 56,4 % (66) семейств от общей флоры Западно-Казахстанской области. Наиболее богатыми в видовом отношении являются 3 семейства: сложноцветные (*Compositae*), представленные 95 (17,3%) видами, злаковые (*Poaceae*) – 54 (9,8%) видами и маревые (*Chenopodioidae*) – 42 видами (7,6%) [23].

Степень деградации экосистем по различным показателям

| № ланд. | Наименование ландшафта | Био-продуктив-ность | Гумус, % | Характер освоения | Степень деградации |
|---------|--|---------------------|----------|-----------------------|--------------------|
| 1 | Аккумулятивная равнина со старопахотными землями с преобладанием полынно-злаково-ковыльных сообществ на светло-каштановых суглинистых почвах с фрагментами солонцов | 3,85 | 2,5 | бывшие пахотные земли | средняя |
| 2 | Аккумулятивная равнина с кустарниково-злаково-типчаковой растительностью в комплексе с однолетне-солянковыми сообществами на лугово-светло-каштановых почвах и солонцах | 4,2 | 2,8 | пастбища | слабая |
| 3 | Морская равнина с пахотными землями на месте полынно-злаково-типчаковых сообществ на светло-каштановых солонцеватых почвах и солонцах | 2,5 | 1,9 | пахотные земли | сильная |
| 4 | Соры с многочисленными бессточными саями со старопахотными землями с преобладанием дерновинно-злаково-лерховскопыльной растительностью в комплексе с солянково-чернопыльными сообществами на пустынно-степных солонцах | 3,5 | 2,1 | старопахотные земли | средняя |
| 5 | Аккумулятивная равнина с пашнями на месте лерхопыльно-житняковых и житняково-типчаковых сообществ на светло-каштановых малоразвитых почвах с фрагментами солонцов | 2,1 | 1,7 | пашня | сильная |
| 6 | Аккумулятивная равнина с разнотравно-злаково-житняковыми сообществами на солончаках | 5,0 | 3,2 | залежные земли | слабая |
| 7 | Равнина с преобладанием пахотных земель на месте сочно-солянской растительности в окружении галофитных сообществ на малоразвитых светло-каштановых почвах с солонцами | 2,3 | 1,8 | пашня | сильная |

Проектная территория «Бокейорда» расположена в двух природных зонах: степной (подзона полукустарничково-дерновинно-злаковых опустыненных степей на светло-каштановых почвах) и полупустынной (северная подзона полынных и многолетне-солянковых полупустынь на бурых почвах). В системе ботанико-географического районирования проектная территория представлена Евразийской степной и Афро-Азиатской пустынной областями. Степь представлена наиболее засушливой подзоной – Заволжско-Казахстанской полукустарничково-дерновинно-злаковой опустыненной степью, к которой относятся северная часть территорий, а пустыня – наименее засушливой северо-западной окраиной Прикаспийской провинции Северотуранской остепненной пустыней, к которой относится большая часть Прикаспийской низменности [24]. На проектной территории широко представлены 7 типов растительности: степной, пустынный, лесной, кустарниковый, луговой, болотный, погружено-водный [25].

На данной территории встречаются животные степной и пустынной зоны. Среди грызунов: малый суслик (*Spermophilus rugmaeus* P.), несколько видов хомячков (*Criceti-*

dae), тушканчиков (Dipodidae), песчанок (Gerbillidae), полевок (Microtidae), мышей (Muridae). Среди хищных млекопитающих: волк (*Canis lupus* L.), лисица (*Vulpes vulpes* L.), корсак (*Vulpes corsac* L.), степной хорь (*Mustela eversmanni* Lesson), горноста́й (*Mustela erminea* L.), барсук (*Meles meles* L.), ласка обыкновенная (*Mustela nivalis* L.) и др. Из парнокопытных встречаются сайгак (*S. tatarica*) и кабан (*Sus scrofa* L.) Фонowymi птицами территории являются жаворонки (*Melanocorypha*), ласточки (*Hirundinidae*), стрепет (*Tetrax tetrax* L.), журавль-красавка (*Anthropoides virgo* L.), и др. Среди мелких хищных птиц должны быть названы пустельга обыкновенная (*Falco tinnunculus* L.) и кобчик (*Falco vespertinus* L.), а среди крупных - канюк (*Buteo buteo* L.), лунь полевой (*Circus cyaneus* L.), реже отмечается степной орел (*Aquila nipalensis* H.). На водоемах богат мир водных и околоводных птиц. Из пресмыкающихся в степи обыкновенны разноцветная ящурка (*Eremias arguta* P.), прыткая ящерица (*Lacerta agilis* L.) и степная гадюка (*Vipera ursinii* B.).

Проектная территория имеет сложный состав землепользователей. По предварительным данным РГП «Научно-производственный центр земельного кадастра» на территории расположено 74 землепользователя общей площадью 78 796,2 га. Исходя из необходимости сохранения уникальных природных комплексов, учитывая интересы местного населения и перспективы развития сельского хозяйства в данном регионе, с учетом дальнейшего социально-экономического развития было предложено включить в резерват только южную часть проектной территории, включающую озеро Аралсор и прилегающую к ней территорию (рис. 2). Это связано с тем, что северная и северо-восточная часть проектной территории в границах Борсинского и Жаксыбайского сельских округов Жанибекского района и Кошанкольского и Караобинского сельских округов Казталовского района ранее рассматривалась как перспективный район для развития мясного животноводства.

Проектная территория является местообитанием уральской популяции сайгаков (*S. tatarica*). Сайга (*S. tatarica*) Азгирско-Урдинской группировки обычно обитает здесь в весенне-осенний период. На зимовку они уходят на территорию Атырауской области. Основными районами обитания ее являются окрестности сора Хаки, реки Ащьюзек, озера Аралсор; в отдельные годы она поднимается на север до поселков Казталовки и Борсы [26].

Зоны основного обитания сайгака (*S. tatarica*), включая места зимовок, летовок и массового отела, в настоящее время занимают окрестности северо-западной части междуречья Волга-Урал. В основном это менее освоенные хозяйственной деятельностью и удаленные от крупных населенных пунктов территории. Очевидно, они предпочтительнее для сайгаков (*S. tatarica*) и в кормовом отношении. Так, в междуречье Волга-Урал большая часть сайгаков (*S. tatarica*) концентрируется в настоящее время в Аралсорской озерно-солончаковой котловине с господством здесь пустынно-солончакового комплекса растительности и доминированием в нем наиболее предпочитаемых сайгаками (*S. tatarica*) растений из семейств сложноцветных (Compositae), маревых (Chenopodiaceae), крестоцветных (Cruciferae) и розоцветных (Rosales) [27]. В этот список входят не только предпочитаемые другими растительными млекопитающими виды (*Chenopodium album*, *Kochia prostrata*, *Potentilla* sp., *Crinitaria tatarica*, *Polygonum patulum* и др.), но и многие сорные и ядовитые растения (*Lactuca serriola*, *L. tatarica*, *Artemisia austriaca*, *Thlaspi arvense* и др.), не поедаемые другими копытными [28]. Широкий набор кормовых трав указывает на неприхотливость сайгаков.

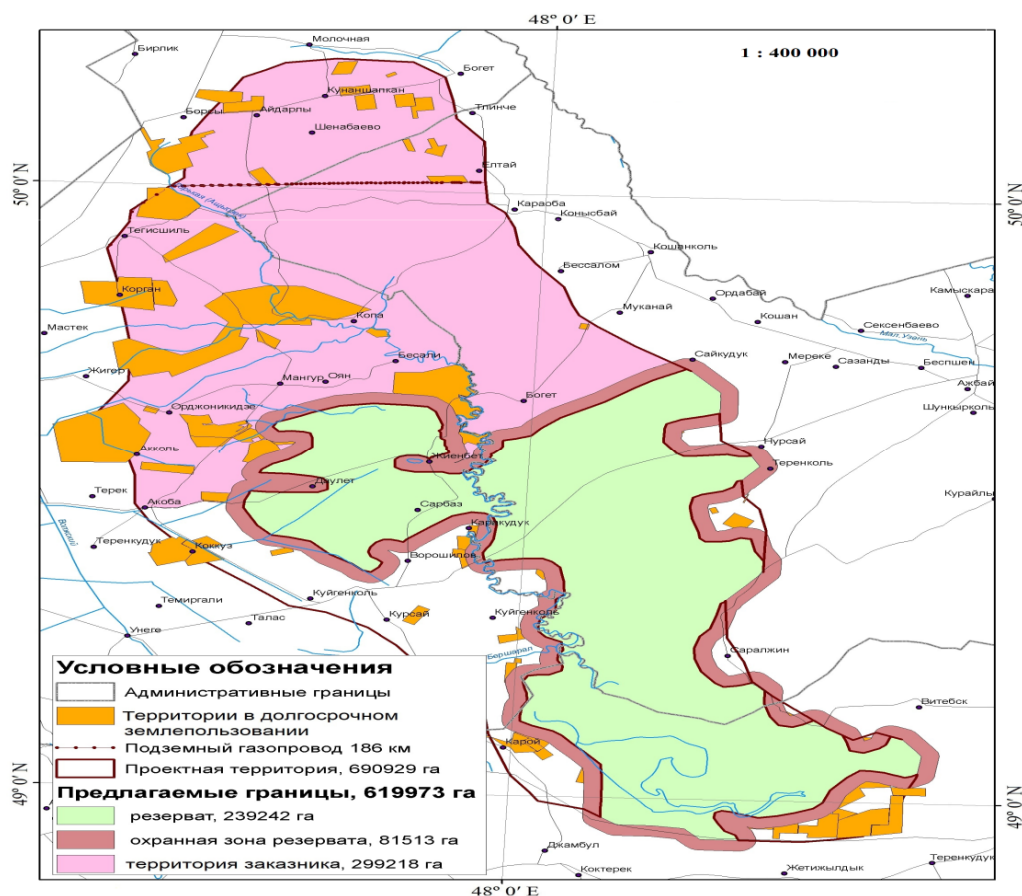


Рисунок 2 - Карта государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области

В междуречье Волга-Урал в настоящее время находятся места массового отела сайгаков (*S. tatarica*), которые располагаются несколько севернее, чем прежде: к востоку и северу от озера Аралсор и даже в поселке Борсы – самой северо-западной части междуречья. Изменение ареала массового отела, происходящее в последние годы, связано, несомненно, с увеличением антропогенной нагрузки на старые места отела. Так, на территориях, расположенных южнее, находятся сельскохозяйственные угодия, площадь которых составляет 12,785 млн га, из них пашня – 769,8 тыс га (6,0%), сенокосы - 1,010 млн га (7,9%) и пастбища - 10,106 млн га (79,0%). В регионе планируемого резервата основными видами хозяйственной деятельности являются овцеводство, мясное животноводство и табунное коневодство. Этот фактор необходимо было учесть при разработке данного проекта.

Акиматами вышеперечисленных районов планировалось предоставить крупным сельхозформированиям большие площади земельных участков для ведения пастбищного животноводства. Учитывая это обстоятельство, был рекомендован вариант, предусматривающий создание на проектной территории двух видов ООПТ – государственного природного резервата и государственного природного заказника (комплексного), рекомендуемые границы данных ООПТ показаны на карте предлагаемых границ резервата «Бокейорда» (рис. 1). Площадь резервата составляет 239 242 га, а его охранная зона - 81 513 га.

При разработке проекта резервата необходимо было учитывать и рекомендации по сохранению биологического разнообразия региона и Казахстана. В Красную книгу Казахстана внесены редкие и исчезающие виды, имеющие важное народнохозяйственное, научное и эстетическое значение. Книга имеет целью привлечение внимания к охране конкретных представителей флоры и фауны. Необходимость принятия специальных мер по сохранению редких и исчезающих видов животных и растений - одна из особенностей современного состояния окружающей среды [29].

Изучение растительных сообществ показало, что во флоре проектной территории «Бокейорда» зарегистрировано 104 вида кормовых растений. Здесь отмечено наличие не менее 4 уникальных и значимых растительных сообществ, которые представляют собой своеобразное оригинальное ботанико-географическое явление и выполняют важную средообразующую, водорегулирующую, водоохранную, почвозащитную и другие роли. Именно здесь в результате повсеместной распашки фрагментарно сохранились небольшие эталонные участки первозданных зональных степных комплексов - урочище Шерембетсай, Тегисшилская комплексная степь, Аралсорская степь, Караобинская типчаковая степь. Территория также важна для сохранения мест обитания степных видов животных, по данным ЕНО здесь отмечено обитание 37 видов млекопитающих, 71 вид птиц, 7 видов пресмыкающихся. Из этого общего числа 5 видов занесены в Красную Книгу – журавль-красавка (*Anthropoides virgo* L.), стрепет (*Tetrax tetrax*), филин (*Bubo bubo* L.), беркут (*Aquila chrysaetos* L.) и степной орел (*Aquila nipalensis* H.).

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы. Территория проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» является наиболее комфортной для обитания сайгаков (*S. tatarica*). Это связано с тем, что в регионе сохранились особые условия с насыщенным биоразнообразием, необходимым для эндемичных крупных млекопитающих дикой фауны степной и полупустынной зоны.

В связи с тем, что территория государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области служит убежищем для многих исчезающих видов растений и животных, она значима для мигрирующих видов животных. Здесь сохранились важные естественные кормовые угодья, доминирующие на пастбищах и сенокосах и разнообразные по своим кормовым свойствам и по сезонности использования. Кормовые растительные сообщества позволяют получать животным высокую питательность в течение всего года.

Существующий природный потенциал, в частности экологические условия, позволяют биоразнообразию дикой фауны включающей в первую очередь популяцию сайгаков (*S. tatarica*), реализовать на территории все стадии биологического цикла, прежде всего стадию размножения. Однако, как показали исследования, воздействие внешних факторов, как естественных, так и антропогенных на представителей млекопитающих дикой фауны продолжает возрастать в связи с возрастающим хозяйственным освоением территории. В настоящее время необходимо принятие дополнительных, более эффективных мер по сохранению видов дикой фауны и флоры и мест их обитания.

Учитывая, что в Западно-Казахстанской области в настоящее время отсутствуют ООПТ со строгим режимом охраны, организация нового природоохранного учреждения позволит в полной мере не только обеспечить сохранение и восстановление степного биоразнообразия региона, но и улучшить социально-экономические условия, и будет способствовать развитию экологического туризма. В значительной степени это будет связано с созданием крупного государственного природного резервата «Бокейорда» и комплексного государственного природного заказника на западе Западно-Казахстанской области.

Список литературы

1. Бакташева Н.М. Современные особо охраняемые природные территории Республики Калмыкии / Н.М. Бакташева, Н.С. Калужная, А.И. Кукиш и др. / Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2010. – № 2(11). – С. 102-108.
2. Лаврентьев М.В. Флористическая характеристика фитоценозов с участием *Hedysarum grandiflorum* Pall. в южной части Приволжской возвышенности // Исследования молодых учёных в биологии и экологии: Сб. науч. тр. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2014. – Вып. 12. – С. 52-55.
3. Митрофанов О.Б. Мониторинговые наблюдения на КОТР международного значения в Алтайском заповеднике // Материалы науч. конф. «Фундаментальные и прикладные исследования и образовательные традиции в зоологии». – Томск, 2013. – С. 77.
4. Ермакова О.Д. Некоторые аспекты экологии Арсеньевии байкальской – *Arsenjevia baicalensis* на Хамар-Дабане (Южное Прибайкалье) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13 (39). – № 1 (4). – С. 821 – 826.
5. Мамин Р. Распространение и экология степного орла В Китае – Пернатые хищники и их охрана / Р. Мамин, К.М. Жао. – 2013. – № 27. – С. 172-179.
6. Хухэ М. Анализ стратегии сохранения степи (на примере российских и китайских степей (автономный район Внутренней Монголии КНР) // Молодой ученый. – 2012. – № 2. – С. 341-343.
7. Петренко А.З. Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области / А.З. Петренко и др. – Уральск: Изд-во ЗКГУ, 1998. – 176 с.
8. Формирование и анализ фондов непубликуемых документов, отражающих состояние науки Республики Казахстан: отчет о НИР (заключительный) / Ретроспективный анализ причин заболевания и падежа сайгаков в 2010-2011 гг. в Западном Казахстане. – Астана, 2011. – 55 с.
9. Мелдебеков А.М. Проблемы сохранения и воспроизводства популяций сайгака в Казахстане / А.М. Мелдебеков А.Б., Бекенов, Н.А. Бекенова // Современные проблемы охотничьего хозяйства Казахстана и сопредельных стран: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Алматы, 2014. – С. 5-8.
10. Гришина Л.А. Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга / Л.А. Гришина, Г.Н. Копчик, Л.В. Моргун. – М.: МГУ, 1991. – 82 с.
11. Шеин Е.В. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. – 198 с.
12. Алехин В.В. Методика полевого изучения растительности и флоры. – М.: Наука, 1983. – 203 с.
13. Дарбаева Т.Е. Конспект флоры меловых возвышенностей Северо-Западного Казахстана. – Уральск: ЗКГУ, 2002. – 131 с.
14. Методы учета основных охотничье-промысловых и редких видов животных Казахстана. – Алматы, 2003. – 203 с.
15. Метод. указ. по ведению Летописи природы в особо охраняемых природных территориях со статусом юридического лица: утв. Комитетом лесн. и охотничьего хоз-ва Министерства сельского хоз-ва Республики Казахстан от 18 апр. 2007 г. – № 156. – 46 с.
16. Складченко С.Л. Методические рекомендации по ведению мониторинга степных экосистем пилотной территории «Иргиз-Тургай-Жыланшык» / С.Л. Складченко, О.Я. Лукановский, А.К. Телькараева; Под ред. С.Л. Складченко. – Астана: АСБК, 2012. – 106 с.
17. Гедымин А.В. Практикум по картографии с основами топографии: Учеб. пособие для геогр. фак. пед. ин-тов / А.В. Гедымин, Г.Ю. Грюнберг, М.И. Малых; Под ред. А.В. Гедымина. – М.: Просвещение, 1981. – 143 с.
18. Лурье И.К. Основы геоинформатики и создание ГИС. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / Под ред. А.М. Берлянта. – М.: Изд-во ООО ИНЕКС-92, 2002. – 140 с.
19. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг: Учебно-метод. пособие / Под ред. Т.Я. Ашихмина. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Академический проект, 2006. – 416 с.
20. Ахмеденов К.М. Практикум по географии почв с основами почвоведения / К.М. Ахмеденов, Т.К. Салихов. – Уральск: Изд-во ЗКАТУ им. Жангир хана, 2008. – 167 с.
21. Салихов Т.К. Биологические и химические показатели плодородия зональных почв // Ғылым және білім. – 2009. – № 2. – С. 11-14.
22. Андрищенко О.Н. Естественно-исторические районы Прикаспийской низменности (Междуречье Волга-Урал) // Тр. геогр. фак. Белорус. ун-та. – Минск, 1958. – С. 137-219.
23. Дарбаева Т.Е. Растительный мир Западно-Казахстанской области / Т.Е. Дарбаева, А.У. Утаубаева, Т.А. Цыганкова. – Уральск: ЗКГУ, 2003. – 92 с.
24. Лавренко Е.М. Степи Евразийской степной области, их география, динамика и история // Вопр. ботаники. – М.; Л.: изд-во АН СССР, 1954. – Вып. 1. – С. 155-191.
25. Левина Ф.Я. Растительность полупустыни Северного Прикаспия и ее кормовое значение. – М.; Л.: изд-во АН СССР, 1964. – 336 с.
26. Грачев Ю.А., Бекенов А.Б. Состояние популяций и перспективы сохранения сайгака в

- Казахстане // Степной бюллетень. – 2007. – № 21-22. – С.15-17.
27. Абатуров Б.Д. Кормовые ресурсы, обеспеченность пищей и жизнеспособность популяций растительноядных млекопитающих // Зоологический журнал. – 2005. – Т. 84. – № 10. – С. 1251-1271.
28. Лебедева Л.С. Материалы к изучению весенних кормов и пастбищ сайгаков правобережья Волги // Зоологический журнал. – 1960. – Т. 39. – С. 1438-1442.
29. Красная книга Республики Казахстан. – Изд. 4-е, перер. и доп. – Алматы: DPS. – 2010. – 324 с.

Получено 02.02.2017

УДК 502.22:504.5/9:614.1-027.21

Т.К. Салихов, З.С. Сванбаева

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА АСТАНЫ
ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

Быстрое развитие инфраструктуры города Астаны, расширение его территории, рост населения приводит к появлению новых источников загрязнения атмосферного воздуха, вклад которых растет из года в год, что приводит к негативным экологическим последствиям. Возрастающие темпы строительства, появление новых и содержание существующих автомагистралей связано с созданием предприятий, обеспечивающих сырьем и материалами таких, как асфальтобетонный, цементобетонный заводы, завод по производству железобетонных конструкций. Так, в 2004 году количество источников выбросов загрязняющих веществ составляло 1 779, в 2014 - 4 789 [1]. Анализ деятельности этих предприятий показывает, что загрязнение среды обитания связано с выбросом ими различных загрязняющих веществ, но общим для многих из них является то, что они являются значительными источниками выбросов пыли. В национальном докладе «О состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов за 2011-2014 годы» отмечается, что выбросы вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников увеличились на 7,6% и составили 65,1 тыс. тонн [2], а в 2015 году интегральный показатель экологии (ИЗА) в городе Астане составил 4,2 ед., и в структуре ИЗА преобладают диоксид азота и взвешенные вещества [3]. Основными источниками загрязнения атмосферы являются автотранспорт, предприятия теплоэнергетики, автономные котельные и частный сектор. Из общего объема выброшенных в атмосферный воздух загрязняющих веществ 80,9% составили газообразные и жидкие вещества, 19,1% - твердые. При этом 38,4% газообразных и жидких веществ и 3,9% твердых веществ, отходящих от стационарных источников загрязнения, выброшено без очистки. Это связано с тем, что в городе только 70% стационарных источников являются организованными, и доля стационарных источников, оборудованных очистными сооружениями, в целом по городу составила 8% [3]. Второй причиной является также завышение нормативов эмиссии в окружающую среду рядом предприятий, как например АстанаЭнергия. Так, в апреле 2016 года, как отмечают специалисты Казгидромета, атмосферный воздух в городе на текущий момент наиболее загрязнен пылью и диоксидом азота. Их наличие в воздухе превышает норму в пять раз [4]. В городе в последние годы отмечается такое явление, когда в течение нескольких дней при совершенно ясной погоде и полном безветрии в Астане устанавливается полный штиль, и над столицей Казахстана висит смог из смеси дыма, тумана и пыли (рис. 1).



Рисунок 1 - Смог над городом Астана

Снижение качества воздуха в Астане повторяется ежегодно каждую зиму и негативно отражается на здоровье населения.

Цель работы. Исследование загрязнения воздушного бассейна города Астаны, анализ выбросов и заболеваемости населения города, а также определение уровня возможного риска роста заболеваемости населения города.

Материал и методы исследования. В конце XX века Агентством по охране окружающей среды США была разработана методология оценки риска, которая подняла вопрос о *приоритетных загрязнителях* атмосферы. Согласно этой методике нет смысла изучать все вещества, содержащиеся в атмосфере, и в первую очередь следует определить наиболее опасные для данного региона [5]. Взвешенные в атмосферном воздухе мелкодисперсные частицы пыли (ВЧ) размером менее 10 мкм (PM_{10}) по опасности влияния на здоровье населения отнесены ВОЗ к приоритетным загрязняющим веществам. Эти частицы, называемые респираторной фракцией, способны длительное время находиться в воздухе, а также проникать в бронхи и альвеолы человека. В законодательстве Республики Казахстан, касающегося нормирования качества атмосферного воздуха, предусмотрены нормативы только для суммарного содержания пыли, ввиду чего надзор за респираторными пылевыми фракциями не ведется [6]. Агентство по охране окружающей среды США (USEPA) предложило в конце XX века использовать вместо ПДК химических веществ совершенно безопасные нормативные величины – *референтные* концентрации. На этих регламентах, которые значительно ниже ПДК, основана методология оценки риска, т.е. степени опасности для населения присутствия в окружающей среде токсических веществ.

Оценка риска развития неканцерогенных эффектов проводится на основе расчёта коэффициента опасности (hazard quotient) – HQ:

$$HQ = C_{\text{факт}}/RfC,$$

где C - фактическая концентрация вещества в воздухе; RfC - референтная концентрация.

При HQ равном или меньшем 1,0 риск вредных эффектов рассматривается как предельно малый, с увеличением HQ вероятность развития вредных эффектов возрастает. Только HQ >1,0 рассматривается как свидетельство потенциального риска для здоровья. Одним из рекомендуемых ВОЗ индикатором здоровья при воздействии экологических факторов риска является заболеваемость населения в определенный промежуток времени. С учетом этого были выбраны методы исследования на основе анализа с учетом поступления загрязняющих веществ в атмосферу и проведена оценка возможного риска роста заболеваемости населения.

Результаты исследования и их обсуждение. Изучение данных по загрязнению атмосферного воздуха города Астаны показывает, что в течение длительного времени отмечается рост уровня запыленности атмосферного воздуха города. Источниками поступления пыли были ТЭЦ, строительные объекты, производственные предприятия. Пыль, содержащаяся выбросах производственных предприятий, классифицируют по способу образования, происхождению и дисперсности (величина частиц). По способу образования пыль делится на аэрозоль дезинтеграции и аэрозоль конденсации. По дисперсности пыль делится на видимую (частицы свыше 10 мкм), микроскопическую (с размером частиц от 10 до 0,25 мкм) и ультрамикроскопическую (с размером частиц менее 0,25 мкм). От дисперсности пыли зависят продолжительность пребывания ее во взвешенном состоянии и глубина проникновения в дыхательные пути. Крупные пылинки, имеющие в поперечнике больше 10 мкм, подчиняясь закону Ньютона, быстро, в течение нескольких минут, оседают. При дыхании они легко задерживаются в верхних дыхательных путях и удаляются при чиханье и кашле. Частицы, имеющие микроскопический размер (0,25-10 мкм), более устойчивы в воздухе. Такая пыль при дыхании проникает в альвеолы, особенно частицы размером менее 5 мкм, нанося ущерб здоровью человека. Химический состав пыли определяет многообразие действия ее на организм. Так, наиболее выраженным фиброгенным свойством обладает пыль, содержащая двуокись кремния в свободном состоянии (8102), силикаты (соли кремниевой кислоты), угольная пыль, пыль, содержащая железо, алюминий. Электрозарядность пылевых частиц также определяет время нахождения их в воздухе. Отмечено, что электрозаряженная пыль в 2-8 раз больше задерживается в дыхательном тракте и влияет на активность фагоцитоза. Немаловажное значение имеет и тот факт, что измельчение 1 см³ твердого вещества до частиц величиной 0,1 мкм увеличивает общую поверхность вещества в 100 000 раз. Это усиливает способность пыли адсорбировать газы. Она активно сорбирует многие токсичные газы (окись углерода, окислы азота, хлор и др.) [7]. Как видно из вышеприведенных данных, опасность загрязнения атмосферы пылью, особенно с точки зрения здоровья человека, является одним из неблагоприятных факторов окружающей среды.

Пыль, выделяемая на промышленных предприятиях, обычно имеет микроскопический размер и является электрозаряженной. Анализ дисперсного состава пыли в выбросах асфальтобетонного завода показывает, что частицы менее 6 мкм составляют до 7,4%, а от 6 до 20 мкм – 13,2%. Предприятия по производству железобетонных сооружений дают выбросы пыли неорганической с содержанием кремния 70%-20 при загрузке цемента и хранении песка на открытых площадках. Вклад от источников предприятия составляет по взвешенным частицам менее 10 мкм - 1,3%, а по частицам менее 2 мкм - также 1,3% [8]. Опасность загрязнения атмосферного воздуха усугубляется и еще одним фактором, который связан с процессами, происходящими в атмосфере. В атмосферном воздухе населенных пунктов происходит процесс, когда пылевые частицы, образующиеся в процессе производства, снижают поток активного ультрафиолетового излучения, что приводит к

снижению образования витамина D у детей и увеличению количества болезнетворных бактерий в атмосферном воздухе и повышению вероятности роста бактериальных респираторных заболеваний, особенно у детей. Одна из особенностей мелких частиц пыли заключается в их способности легко проникать в верхние дыхательные пути. Известно, что частота респираторных заболеваний, таких, как катары верхних дыхательных путей, бронхиты, зависит от содержания и размеров твердых частиц, а также от присутствия в атмосфере и диоксида серы, с помощью которого частицы пыли даже более крупные легко проникают в дыхательные пути человека. ВОЗ отмечает, что смертность от загрязнения воздуха растет из года в год, и в Европейском регионе ВОЗ, куда входит и Казахстан, отмечено почти 600000 случаев смерти, и негативные последствия в значительной мере связаны с пылевыми взвешенными частицами воздуха диаметром менее 10 мкм (PM10), вызывающими сердечно-сосудистые и респираторные заболевания, а также рак. Влияние РМ на здоровье населения увеличивается по мере уменьшения диаметра частицы, зависит от концентрации частиц и включает:

- респираторную и сердечно-сосудистую заболеваемость и рост числа случаев госпитализации;
- смертность от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний и рака легкого;
- действие РМ уменьшает ожидаемую продолжительность жизни населения;
- ежегодно происходят более 2,1 миллиона смертей из-за увеличения объема РМ в воздухе;
- особо уязвимы группы людей, страдающих заболеваниями легких или сердца, а также дети и лица пожилого возраста.

Международное агентство по изучению рака (МАИР) считает загрязнение атмосферного воздуха пылевыми частицами РМ существенной причиной, способствующей развитию у населения онкозаболеваний, в частности злокачественных опухолей легких и мочевого пузыря. В настоящее время комбинация загрязнения воздуха и взвешенных частиц включена МАИР в список канцерогенных факторов (группа 1) [9]. Как показывают статистические данные по заболеваемости населения в Республике Казахстан, в январе-декабре 2015 года по сравнению с январем-декабрем 2014 года отмечается рост числа заболевших корью (в 7,3 раза), менингококковой инфекцией (в 3,6 раза), гриппом (в 1,3 раза). Наибольшее распространение среди зарегистрированных инфекционных заболеваний на 100 000 населения получили острые инфекции верхних дыхательных путей - 4036,5 (в соответствующем периоде 2014 год - 4430,5) [10]. Согласно статистическим данным информационно-аналитического центра СК «Kompetenz» [11] лидирующими по распространенности заболеваниями у казахстанских детей являются болезни верхних дыхательных путей, повышенное внутричерепное давление и болезни системы пищеварения. Самым популярным детским диагнозом стал назофарингит острой формы. Специалисты поставили этот диагноз около 30% казахстанских детей. Далее следуют такие респираторные заболевания, как острый фарингит с 8,8 % от общего числа заболевших, острый бронхит - 5,4 % и тонзиллит - 7,5 %. В период с октября по декабрь до 40 % возрастает число заболевших острыми респираторными инфекциями.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе Астане представлен в табл. 1 [12], где отмечается превышение ПДК по взвешенным веществам в 2,4062 раза, а по частицам РМ-10 - в 1,505 раза, причем число случаев превышения ПДК соответственно 275 и 232 раза, т.е. 2/3 квартала. Повышение запыленности воздуха негативно сказывается на состоянии здоровья населения города Астаны.

По официальным данным с начала эпидемиологического сезона в Казахстане (с 1 октября 2015 года) по состоянию на 15 января 2016 года зарегистрировано 270 лабораторно

подтвержденных случаев гриппа и более 229 тысяч случаев ОРВИ. Основная доля заболевших приходится на детей до 14 лет и составляет 70 процентов от общей заболеваемости. Как отмечают такие авторы, как Неменко Б.А., Илиясова А.Д., Арынова Г.А., «... чем меньше размеры пылевых частиц самой фракции, тем большую биологическую активность они проявляют и фракция РМ 2,5 более опасна для здоровья населения, чем фракция РМ10» [9]. ВОЗ провела последний пересмотр рекомендаций по качеству атмосферы в 2005 г. и он включает следующие условные нормативы:

- для РМ2,5: среднегодовая концентрация равна 10 мкг/м^3 , среднесуточная - 25 мкг/м^3 ;
- для РМ10: среднегодовая концентрация равна 20 мкг/м^3 , среднесуточная – 50 мкг/м^3 .

Таблица 1

Характеристика загрязнения атмосферного воздуха города Астана

| Примесь | Средняя концентрация (г _{с.с.}) | | Максимальная разовая концентрация (г _{м.р.}) | | Число случаев превышения ПДК | | |
|---------------------------|---|--|--|--|------------------------------|--------|---------|
| | мг/м ³ | кратность превышения ПДК _{с.с.} | мг/м ³ | кратность превышения ПДК _{м.р.} | > ПДК | >5 ПДК | >10 ПДК |
| Взвешенные вещества | 0,3609 | 2,4062 | 3,8 | 7,6 | 275 | 2 | - |
| Взвешенные частицы РМ -10 | 0,090 | 1,505 | 1,000 | 3,333 | 232 | - | - |
| Диоксид серы | 0,007 | 0,143 | 0,256 | 0,513 | - | - | - |
| Оксид углерода | 0,227 | 0,076 | 11,000 | 2,200 | 1 | - | - |
| Сульфаты | 0,0148 | - | 0,08 | - | - | - | - |
| Диоксид азота | 0,068 | 1,699 | 1,180 | 5,900 | 128 | 1 | - |
| Оксид азота | 0,012 | 0,197 | 0,520 | 1,299 | 2 | - | - |
| Фтористый водород | 0,0028 | 0,5534 | 0,127 | 6,35 | 14 | 1 | - |

Исходя из вышеприведенных материалов, встает необходимость дать оценку возможного риска роста заболеваемости в городе Астане в связи с повышением уровня запыленности атмосферного воздуха. Так, Всемирный Банк совместно с Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) постоянно разрабатывает количественные оценки ущерба от заболеваний, основанные на так называемой методологии анализа риска, среди которых значительное место занимает оценка воздействия факторов окружающей среды на основе референтной дозы/концентрации - суточном воздействии химического вещества в течение всей жизни, которое устанавливается с учетом всех имеющихся современных научных данных и, вероятно, не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья чувствительных групп населения. Например, возрастание концентрации в атмосферном воздухе взвешенных частиц на каждые 10 мкг/м^3 приводит к возрастанию не травматической смертности от всех причин на 1-4%, смертности от легочных и сердечно-сосудистых заболеваний - на 6%, от рака легких - на 8% [13]. Коэффициент опасности пылевых фракций превышает единицу (табл. 1). Данный факт свидетельствует о высоком риске вероятности развития вредных неспецифических эффектов для здоровья населения, что и видно из статистических данных по росту заболеваемости, особенно у детей.

Немаловажное значение имеет и тот факт, что в г. Астане можно наблюдать изменение розы ветров и температуры воздуха. Так, в период с 2010 по 2013 гг. основное направление ветра было юг - 33% и северо-восток - 17%. В 2015 году изменяется роза ветров и она в основном юго-западного направления (рис. 1, 2) [14].

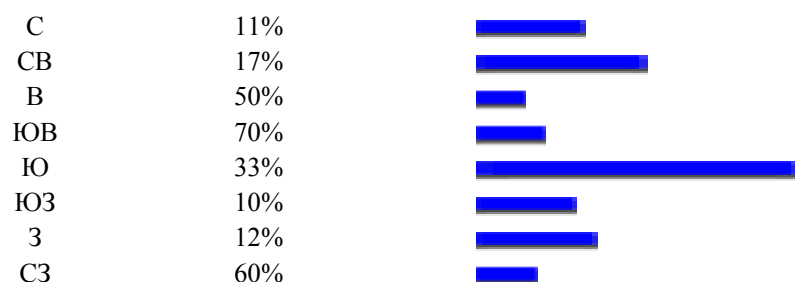


Рисунок 2 - Направление ветра (январь 2010 - февраль 2013 гг.)

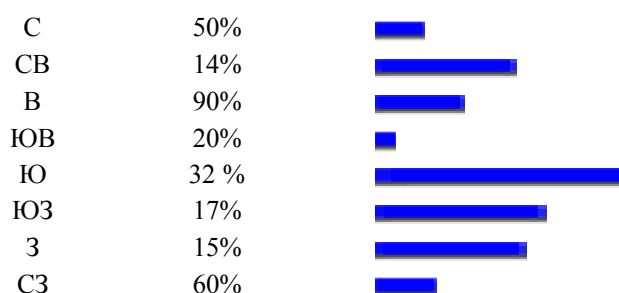


Рисунок 3 - Направление ветра (январь 2015 - февраль 2016 гг.)

Повышение температуры отмечается с -17,2 до - 14,4 градусов Цельсия в январе и с - 16,4 до - 9,3 градусов Цельсия в феврале, т.е. приблизительно от 3 до 7 градусов по Цельсию (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Температура (январь 2010-февраль 2013 гг.)

| Янв | Февр | Март | Апр | Май | Июнь | Июль | Авг | Сент | Окт | Ноябрь | Дек | |
|--|-------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|--------|-------|------------------------|
| -17,2 | -16,4 | -6,5 | 9,1 | 14,7 | 20,9 | 21,4 | 20,0 | 14,7 | 6,5 | -4,2 | -16,0 | [C] |
| 85 | 86 | 90 | 98 | 97 | 100 | 95 | 98 | 97 | 97 | 84 | 84 | доступность данных [%] |
| среднее значение (январь 2010 - февраль 2013): 3,9 C | | | | | | | | | | | | |

Изменение климатических характеристик, а именно повышение температуры и изменение розы ветров, являются неблагоприятными факторами для рассеивания частиц пыли, особенно для мелкодисперсных частиц, что приводит к появлению такого процесса, как снижение выноса загрязняющих веществ за пределы города и формированию в юго-западной части города зоны с высоким уровнем загрязнения пылью, что негативно скажется на здоровье, в первую очередь детского населения.

Таблица 3

Температура (январь 2015-февраль 2016 гг.)

| Янв | Февр | Март | Апр | Май | Июнь | Июль | Авг | Сент | Окт | Ноябрь | Дек | |
|---|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|---------------------------|
| -14,4 | -9,3 | -5,7 | 6,0 | 15,7 | 21,5 | 21,0 | 18,9 | 12,6 | 4,3 | -6,3 | -4,4 | [С] |
| 82 | 85 | 100 | 100 | 96 | 96 | 100 | 100 | 96 | 90 | 93 | 83 | доступность данных [%] |
| среднее значение (январь 2015 - февраль 2016): 3,9 С | | | | | | | | | | | | |

Формированию зон загрязнения в городе приводит и строительство и эксплуатация предприятий, имеющих неорганизованные источники загрязнения. Так, строительство битумного завода привело к появлению 45 источников с валовым объемом выбросов 27,73464584 т/год, из которых 28 – неорганизованных. Согласно классификации объектов по оценке воздействия на окружающую среду данное предприятие относится к 1 категории, по санитарной – к 1 классу опасности.

Необходимо отметить, что на процесс рассеивания пыли и других загрязняющих веществ влияют и такие свойства атмосферы, как вертикальное перемешивание. Одна из важнейших характеристик атмосферы – ее устойчивость, т.е. способность препятствовать вертикальным перемещениям воздуха и сдерживать турбулентное перемешивание. Чтобы оценить способность атмосферы рассеивать загрязнители антропогенного происхождения, необходимо знать степень ее устойчивости. Если атмосфера устойчива, в ней отсутствуют значительные вертикальные перемещения и турбулентное перемешивание. В такой атмосфере антропогенные загрязнители остаются в том месте, где они выброшены, т.е. вблизи поверхности земли. На перемешивание в приземных слоях атмосферы оказывает влияние большое количество факторов, основными из которых являются температурный градиент и турбулентная диффузия. Выделяют три варианта устойчивости атмосферы [15].

1. Устойчивое состояние, когда некоторый объем воздуха, сместившийся из своего исходного положения по высоте под действием каких-то сил (например, температурного градиента), стремится вернуться обратно.

2. Неустойчивое состояние, при котором объем воздуха, получивший импульс движения, не возвращается в исходное положение, а с ускорением движется в направлении первоначального смещения.

3. При нейтральном (безразличном) состоянии смещенный объем воздуха, попав в слой с такой же температурой, остается неподвижным.

Изменившиеся климатические условия, строительство и эксплуатация новых промышленных предприятий в городе Астане способствуют тому, что при подъеме воздушных масс температурный градиент имеет относительно высокое положительное значение и возникает инверсия. Инверсия может просуществовать несколько дней, что приводит к опасным для здоровья людей последствиям. Такие случаи в больших городах известны достаточно давно. Различают два вида инверсии: инверсия оседания и радиационная. Они могут существовать одновременно, что в свою очередь вызывает рост заболеваемости населения.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод. Несмотря на установленную устойчивую тенденцию снижения атмосферных выбросов от стационарных источников, в городе Астана создаются ситуации повышенного загрязнения воздушного бассейна пылью, вызывающие у значительной доли населения неблагоприятные рефлекторные реакции. Небольшой умеренный уровень загрязнения приземного слоя воздуха города еще более опасен, чем высококонцентрированные кратковременные выбросы, так как индуцирует хронический неканцерогенный риск, значения которого могут превышать приемлемый уровень.

Список литературы

1. В 2014 году объем выбросов от предприятий в Астане составил более 65 тыс. тонн. <http://www.inform.kz/rus/article/2800548> (26 июля 2015 г.).
2. Экологическая обстановка в г. Астане. – <http://www.astana.stat.gov.kz/home-4/item/ekologicheskaya-obstanovka-v-g-astane.html>.
3. Отчет о проделанной работе ГУ «Управление природных ресурсов и регулирования природопользования города Астаны» за 2015 год. <http://upr.astana.kz/?p=786> (30 января 2016 г.).
4. Жители Астаны мучаются от зловонного запаха. – https://i-news.kz/news/2016/04/11/8278465-zhiteli_astany_muchayutsya_ot_zlovonnogo.
5. WHO. The World Health Report 2002. – Geneva, 2002. – 84 p.
6. Неменко Б.А. Загрязнение атмосферного воздуха и состояние здоровья детского населения города Алматы / Б.А. Неменко, Р.А. Тьесова-Бердалина, Д.Б. Бекказинов и др. // Вестник КазНМУ, 2012. – № 1.
7. Большаков А.М. Общая гигиена / А.М. Большаков, И.М. Новикова. – М.: Медицина, 2002. – 384 с.
8. Протокол общественных слушаний по проекту ОВОС TOO Contraction <http://upr.astana.kz/wp-content/uploads/%D0%A2%D0%9E%D0%9E-ConstructionGroup.pdf>.
9. Неменко Б.А. Оценка степени опасности мелкодисперсных пылевых частиц воздуха / Б.А. Неменко, А.Д. Илиясова, Г.А. Арынова // Вестник КазНМУ, 2014. – № 3(1). – С. 133-136.
10. Заболеваемость населения Республики Казахстан в 2015 году http://stat.gov.kz/faces/mobileHomePage?_afLoop=28507023322357736#%2Foracle%2Fwebcenter%2Fportalapp%2Fpages%2Fnavigation-renderer.jspx%40%3F_adf.ctrl-state%3D191-hmr3nb5_13.
11. Каким болезням чаще всего подвержены дети в возрасте до 14 лет в Казахстане. Статистические данные информационно-аналитического центра СК «Kompetenz». <http://kompetenz.kz/?p=861>.
12. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды республики Казахстан. – Астана. – 2015. – № 4.
13. Турдалиева Б.С. Применение методологии анализа рисков в медико-профилактических исследованиях / Б.С. Турдалиева, Д.У. Кенесары, А.Т. Досмухаметов и др. – Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова // Вестник КазНМУ. – Алматы, 2013. – №3(1). – С.168-169.
14. Сайт Погода онлайн. Weather online. <http://www.pogodaonline.ru/weather/maps/city?FMM=1&FY=2015&LMM=2&LY=2016&WMO=35188&CONT=asie®ION=0025&LAND=RA&ART=TEM&R=0&NOREGION=0&LEVEL=162&LANG=ru&MOD=tab>.
15. Краткий курс лекций «Теоретические основы охраны окружающей среды». http://studme.org/19030923/ekologiya/rasprostranenie_zagryazneniy_atmosfere_prizemnom_sloe.

Получено 02.02. 2017 г.

УДК 622.807

Г.К. Сапарова, Л.Х. Балабас, Н.А. Медеубаев, А.Д. Нургалиева

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

**ОЦЕНКА СПОСОБОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЫЛЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ ГОРНОЙ МАССЫ
НА ГОРНО-ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Технологические процессы на горно-перерабатывающих предприятиях, как правило, сопровождаются образованием тонкодисперсной пыли. Наличие их в атмосфере производственных помещений отрицательно влияет на здоровье человека. Как известно, длительное вдыхание пыли вызывает у рабочих профессиональное заболевание – пневмокониоз.

Основными источниками образования промышленной пыли являются следующие технологические процессы: бурение, взрывание, дробление, грохочение, транспортировка, перегрузка и др. Профилактика профессиональных заболеваний осуществляется путем

снижения интенсивности пылевыведения в источниках ее образования, например, за счет изменения технологического процесса, механизации и автоматизации процессов, герметизации, аспирации технологического оборудования, гидрообеспыливания.

Местная вытяжная вентиляция (аспирация) получила наибольшее распространение из всех имеющихся способов обеспыливания. Преимуществом применения аспирации является то, что она применима как при отрицательных, так и при положительных температурах окружающей среды. Установлено, что герметичные укрытия пылевыведящего оборудования значительно предотвращают попадание пыли в атмосферу.

Запыленность атмосферы рабочих зон в местах перегрузок с конвейера на конвейер превышает предельно-допустимую концентрацию (ПДК). Об интенсивности пылеобразования в местах перегрузки можно судить по концентрации пыли в отсасываемом из аспирационных укрытий воздухе. Пределы изменения концентрации пыли (мг/м^3) приведены в табл. 1 [1].

Таблица 1

Пределы изменения концентрации пыли в местах перепадов на конвейерах

| Аспирируемые укрытия | Пределы изменения концентрации пыли в аспирируемом воздухе, (мг/м^3) | |
|--|---|--------------------------------------|
| | Дробильные фабрики по переработке железистых кварцитов | Дробильно-сортировочные фабрики шахт |
| Укрытия мест загрузки руды на конвейеры после дробления | 600-2100 | 775-38800 |
| Укрытия мест загрузки руды на конвейеры после грохотов | 185-400 | 35-135 |
| Укрытия мест перегрузки руды с конвейера на конвейер | 62-1070 | 12-320 |
| Укрытия мест разгрузки руды в приемные воронки дробильно-сортировочного оборудования | 19-234 | - |

В данной работе проанализирована запыленность атмосферы рабочих зон в узлах перегрузки горной массы в летний период. Отбор проб на запыленность воздуха производился в плоскостях, перпендикулярных направлению движения потока горной массы с желоба на дробилку.

Расстояние от узла перегрузки горной массы до мест отбора проб равнялась 0,5, 2, 3 и 4 м по направлению движения воздушной струи.

Концентрация пыли в воздухе рабочей зоны определялась гравиметрическим способом, который основан на пропускании запыленного воздуха через пылездерживающий фильтр с последующим определением веса уловленной пыли при помощи аспиратора [2, 3].

Для набора проб запыленного воздуха применялись следующие приборы:

- эжекторный аспиратор АЭРА, служащий для просасывания запыленного воздуха через фильтр;
- аллонж (патрон), предназначенный для закрепления в нем фильтра при взятии проб на запыленность воздуха;
- аэрозольные фильтры аналитические (АФА);
- аналитические весы, предназначенные для определения массы фильтров до и после отбора пробы воздуха из рабочей зоны;

- резиновые трубки для соединения патрона (аллонжа) с реометром и аспирационным прибором при взятии проб.

Расчет содержания пыли в воздухе производится по формуле [2, 3]:

$$C = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 1000}{V_n},$$

где C – содержание пыли в воздухе, мг/м³; m_1 – масса фильтра без пыли, мг; m_2 – масса фильтра с пылью, мг; V_n – объем воздуха, протянутого через фильтр, м³.

Расчет V_n проводится по формуле:

$$V = Q \cdot t,$$

где Q – производительность аспиратора, л/мин; t – продолжительность отбора пробы, мин.

Определение запыленности воздуха производилось по следующей методике.

По площади узла перегрузки через 0,5, 2, 3 и 4 м производились замеры запыленности воздуха без перегородок, с одной перегородкой, затем с двумя перегородками. Определение среднего количества пыли производилось путем сбора и взвешивания ее на лабораторных весах. По точкам отбора проб и количеству пыли рассчитывалось распределение пыли узла перегрузки. Полученные данные сведены в таблицы и построены графики.

Обработка экспериментальных данных показала, что изменение запыленности воздуха с увеличением расстояния от точки пыления происходит по следующей зависимости [4- 6]:

$$N = -a \lg(x) + b. \quad (1)$$

Табличные данные также показывают, что наличие одной перегородки в желобе позволяет в среднем снизить запыленность воздуха в 2 раза, а две перегородки уменьшают в 3 раза. Следует отметить, что данный эффект может быть достигнут без использования местной вытяжной вентиляции. Безусловно, что при наличии последней, пылевая обстановка резко улучшится. Подобное конструктивное решение желоба может быть использовано и при других схемах перегрузочных узлов с конвейера на грохот, с дробильного оборудования на конвейер и т.д.

Необходимый объем выборки (количество измерений запыленности воздуха в одной точке) может быть определено по формуле:

$$n_u = \frac{t^2 S^2}{\Delta_x^2}, \quad (2)$$

где S^2 – выборочная дисперсия; Δ_x – предельная ошибка.

При определении n_u значение вероятности нормированного отношения («коэффициента доверия») t выбирается с учетом вероятности $(t)=0,95$, т.е. $(t)=1,960$. Это значит, что при $(t)=1,960$ с вероятностью 0,683 можно утверждать, что разность между выборочными и генеральными показателями не превысит одной средней ошибки. Другими словами, в 95% случаев ошибка репрезентативности не выйдет за пределы средней ошибки выборки.

Замеры запыленности воздуха производились в условиях дробильно-сортировочной фабрики (Майкудукское производство) в летний период по вышеотмеченной методике.

Изменения запыленности воздуха в местах перегрузки горной массы без применения в желобе перегородок, с одной перегородкой и с двумя перегородками в летний период приведены в табл. 2, 3, 4 и на рис. 1-3.

Таблица 2

*Замеры запыленности воздуха в месте выхода горной массы
из желоба без перегородок*

| Место замера | Летний период, мг/м ³ | | | | | |
|-----------------|----------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Без перегородок | 1418,5 | 1425,3 | 1318,7 | 1312,1 | 123,6 | 1226,2 |
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | 1050,6 | 1010,9 | 907,3 | 650,4 | 448,2 | 661,6 |

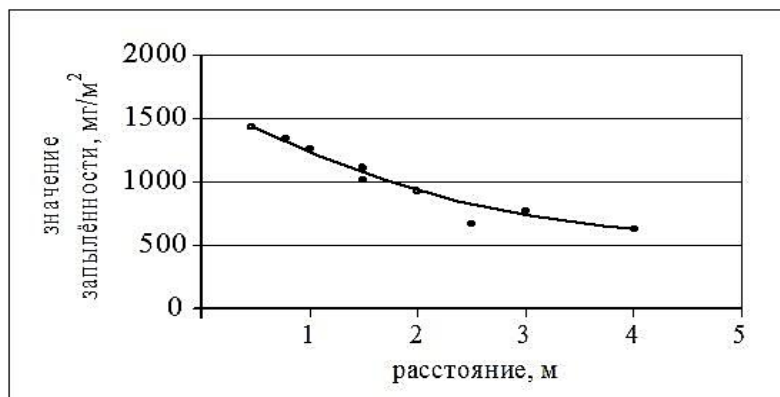


Рисунок 1 – Изменение запыленности воздуха в местах перегрузки горной массы без применения в желобе перегородок

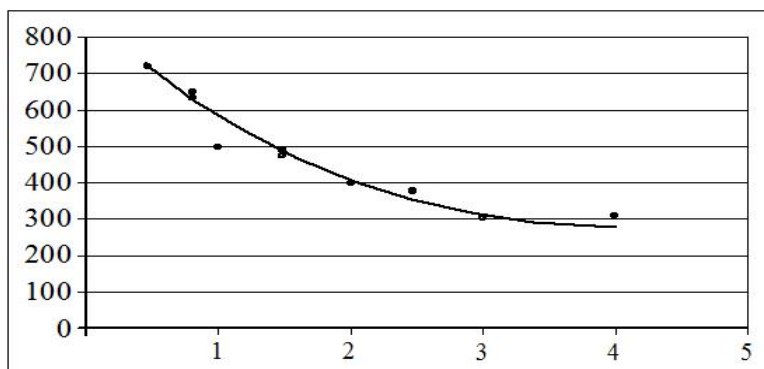


Рисунок 2 – Изменение запыленности воздуха в местах перегрузки горной массы без применения в желобе с одной перегородкой

Таблица 3

*Замеры запыленности воздуха в месте выхода горной массы
из желоба с одной перегородкой*

| Место замера | Летний период, мг/м ³ | | | | | |
|----------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| С одной перегородкой | 739,1 | 735,6 | 650,4 | 638,7 | 512,6 | 510,1 |
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | 484,4 | 469,3 | 395,6 | 388,2 | 314,6 | 308,1 |

Таблица 4

*Замеры запыленности воздуха в месте выхода горной массы
из желоба с двумя перегородками*

| Место замера | Летний период, мг/м ³ | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| С двумя перегородками | 594,8 | 586,4 | 506,7 | 512,6 | 499,4 | 486,3 |
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | 260,7 | 235,9 | 301,6 | 270,4 | 248,1 | 203,9 |

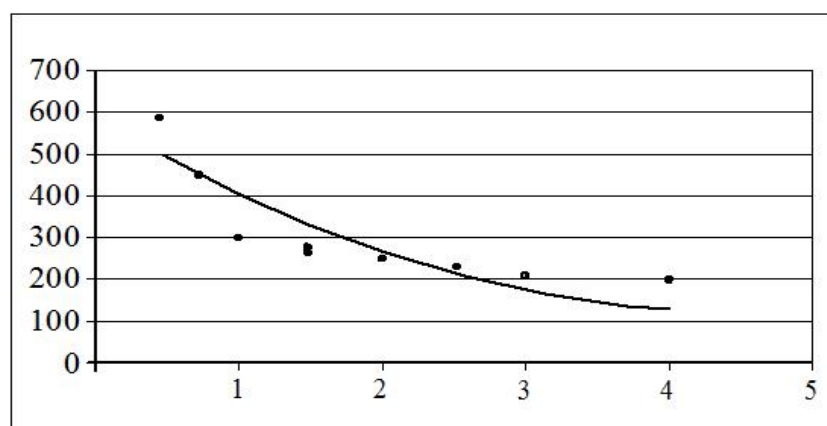


Рисунок 3 – Изменение запыленности воздуха в местах перегрузки горной массы без применения в желобе с двумя перегородками

Анализ табличных данных (2-4) и рисунков (1-3) свидетельствует о высоких значениях запыленности воздуха у очагов пыления. Основной причиной такого положения является отсутствие каких-либо способов пылеподавления в условиях дробильно-сортировочной фабрики. Особенно высокие значения запыленности воздуха отмечены в местах перегрузки горной массы из дробильных аппаратов, а более низкие - при складировании готовой продукции. Это объясняется тем, что по мере продвижения перерабатываемого материала к конечной стадии технологического процесса содержание пыли в нем заметно снижается. Так, например, если сократить содержание пыли в горной породе после дробления (особенно после крупного дробления), то следует ожидать улучшения пылевой обстановки в целом по дробильно-сортировочной фабрике. Следовательно, при существующем положении в первую очередь на данном предприятии необходимо обеспечить пылеотсос с последующей очисткой в пунктах дробления горной породы. Технологические процессы в дробильно-сортировочной фабрике выполняются в основном не в помещениях, поэтому на общую пылевую обстановку также влияет срыв ветром уже ранее осевшей на оборудовании, полу, земной поверхности пыли.

Пылевая обстановка на перерабатывающих предприятиях может быть значительно улучшена при минимальных и трудовых затратах путем применения устройств, предлагаемых в разделе. Суть их заключается в существенном снижении объемов эжектируемого воздуха путем управления перегружаемого потока горной массы с помощью перегородок. Для определения их эффективности был сконструирован и смонтирован узел перегрузки с ленточного конвейера на ленточный конвейер (рис. 3).

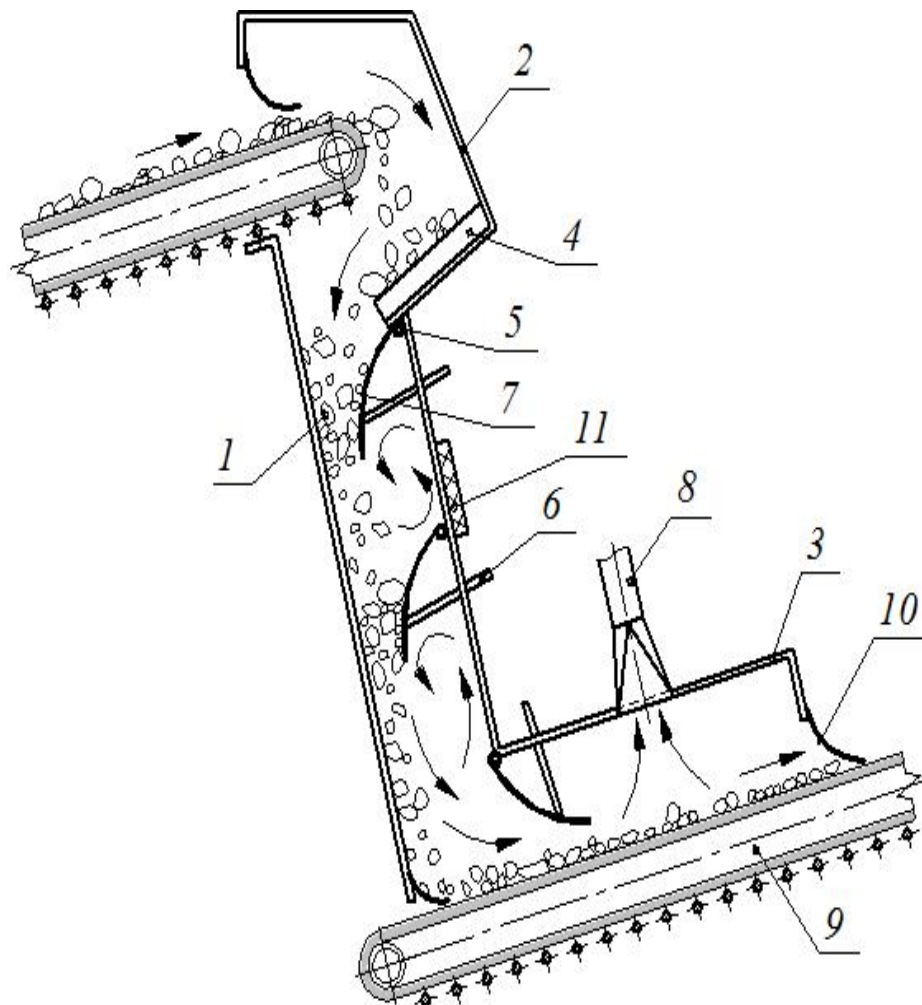


Рисунок 3 – Конструкция желоба с подвижными перегородками: 1 – желоб; 2 – укрытие верхней части узла перегрузки; 3 – укрытие нижней части узла перегрузки; 4 – отбойная плита; 5 – шарниры; 6 – перегородки; 7 – стержни; 8 – местный отсос; 9 – ленточные конвейеры; 10 – фартуки; 11 – тканевый фильтр

Его конструкция предполагала производить транспортировку горной массы самотеком по желобу без перегородки, с одной и двумя перегородками.

Измерения производились в летний период. Табличные данные также показывают, что наличие одной перегородки в желобе позволяет в среднем снизить запыленность воздуха в 2 раза, а две перегородки - в 3 раза.

Следует отметить, что данный эффект может быть достигнут без использования местной вытяжной вентиляции. Безусловно, что при наличии последней пылевая обстановка резко улучшится.

Вследствие этого сведение к нормативным значениям концентрации пыли в воздухе рабочей зоны является одной из актуальных проблем в области обеспечения промышленной безопасности на производстве.

Список литературы

1. Недин В.В. Борьба с пылью на рудниках / В.В. Недин, О.Д. Нейков. – М., Недра, 1965. – 200 с.
2. Абрамов Ф.А. Приборы для контроля вентиляции шахт / Ф.А. Абрамов, А.Ф. Милетич. – М.: Госгортехиздат, 1960. – 273 с.
3. Справочник по борьбе с рудничной пылью. – М.: ГОСИНТИ; под ред. проф., д.т.н. Л.И. Барона. – 1962. – 324 с.
4. Еремов М.А. Выбор типа эмпирических уравнений (построение моделей многофакторных связей с использованием ЭВМ): Учеб. пособие / М.А. Еремов, А.А. Махов. – Караганда, 1984. – 82 с.
5. Проект нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для АО «Караганданеруд». ТОО «Карагандинское экологическое общество». – Караганда, 2004. – 46 с.
6. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – С. 239.

Получено 02.02.2017

по страницам



СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ ПОТЕПЛЕЛА

Рекорд «тёплой» сверхпроводимости поставили физики из Майнца (Германия): сероводород, в котором обычный водород заменили на дейтерий, скачком теряет электрическое сопротивление при температуре минус 70 градусов Цельсия и давлении полтора миллиона бар. Это давление всего вдвое меньше, чем в центре Земли. Интересно, что полученный сейчас эффект несколько лет назад предсказали китайские ученые.

«Наука и жизнь» № 3, 2016



УДК 004.738.5

Р.Р. Байдельдинова, Г.В. ПоповаВосточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск**СОЗДАНИЕ ИНТЕРНЕТ-СЕРВИСА, ПРЕДОСТАВЛЯЮЩЕГО
УСЛУГИ ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ РК**

В настоящее время в Казахстане, как и во всем мире, идет бурное внедрение информационных технологий во все сферы человеческой деятельности и в том числе и в медицину. Персональные медицинские записи о пациенте в электронной форме [1] являются информационной основой современного здравоохранения. Медицинские сведения являются информацией ограниченного доступа, а это значит, что их безопасность обеспечивается действующим законодательством. Поэтому те программные и технические средства, которые применяются для обеспечения информационной безопасности в медицине, обязательно должны соответствовать действующему законодательству.

Основным объектом хранения информации должен стать универсальный электронный документ. Интерфейс системы и базовые приемы работы должны повторять привычный для медицинских работников документно-ориентированный способ хранения информации.

Современные зарубежные и отечественные электронные сервисы. На сегодняшний день существует много мобильных приложений и интернет-сервисов, позволяющих пациентам самостоятельно вносить данные о жизненно важных показателях здоровья и обмениваться этой информацией с врачом, имеющим доступ к электронным персональным медицинским записям пациента. Приведем информацию о некоторых из этих электронных сервисов.

В проекте «Электронная карта здоровья» [2] пациент осуществляет сбор своей медицинской информации на флеш-карте, заполняя специализированные медицинские формы, установленные на нее вместе с необходимым ПО. Проект дает возможность собрать вместе сведения из многочисленных амбулаторных карт, историй болезни, результаты диспансеризации, предварительных и профилактических осмотров. Это особенно важно, если меняются страховые компании и медицинские организации, например при частой смене места жительства или изменении места работы. Компактность, удобство и простота использования, оперативность доступа к информации дают широкому кругу пользователей возможность владеть в полном объеме информацией о состоянии своего здоровья.

«Личный кабинет пациента» [3] является электронным сервисом Минздрава РФ, созданным в 2014 г. Этому способствовала модернизация здравоохранения, благодаря которой пациенты получили возможность записываться на прием через интернет. Кроме этой возможности сервис предоставляет пользователю доступ к своим медицинским документам и возможность ведения «Дневника пациента», в который вручную заносятся данные о состоянии физиологических параметров организма (давление, температура, вес и т.п.) и приеме лекарств.

В сервисе «Личный кабинет пациента» реализованы следующие возможности:

- регистрация персональных данных пациента;
- запись на прием и удаленное консультирование с лечащим врачом с получением пациентом рекомендаций;
- доступ к ЭМК пациента;
- взаимодействие пациента с медицинскими организациями (уведомление пациентов о готовности результатов лабораторных анализов и исследований, заказ справок, заключений, выписок из медицинской карты);
- сохранение информации личного кабинета на внешние носители.

«Личный кабинет пациента» подразумевает создание единого шаблона ЭМК для всех пользователей системы, который еще не разработан и требует значительных затрат ресурсов.

Сервис OnDoc. Сервис Системы персонального здравоохранения OnDoc - новый, некоторые его функции находятся в стадии тестирования. Сервис в качестве своей миссии видит изменение отношения людей к своему здоровью. Как тех, кто, что называется, любит лечиться, любит следить за своим здоровьем и периодически обращаться к врачам, так и для тех, кто всячески этого избегал и избегает. Любителям профилактики сервис предоставляет возможность собрать воедино все исследования, обследования, назначения и т.п. Тем же, кто не любит лишний раз обращаться к врачам, сервис позволяет сделать это виртуально, не выходя из дома, и получая при этом пользу и помощь.

Проектирование интернет-сервиса. Мир информационных технологий развивается динамично. Всё большую роль играют интернет-сервисы. Сегодня приложения этого вида стали такими же сложными программными продуктами, как и обычные desktop-приложения [4].

Интернет-сервисы - это программы, предназначенные для автоматизированного выполнения каких-либо задач на веб-серверах и использующие в качестве программы-клиента интернет-браузеры. Данные хранятся на сервере, а обмен информацией между сервером и клиентом происходит по сети. К преимуществам интернет-сервисов следует отнести следующие: они не требуют установки на компьютер заказчика объемного программного обеспечения (для полноценной работы нужны только браузер и доступ в интернет); веб-разработки не требуют специальной настройки и администрирования, их администраторами являются разработчики; для работы интернет-сервисов требуется минимальная аппаратная платформа; обновление интернет-сервисов происходит автоматически; веб-приложения обеспечивают высокую мобильность, ими можно пользоваться везде, где есть доступ в интернет [5].

На сегодняшний день наиболее часто используемым шаблоном проектирования интернет-сервисов является Модель-Вид-Контроллер (MVC). Сейчас MVC является практически синонимом веб-разработки среди всех платформ [6]. Шаблон MVC описывает простой способ построения структуры приложения, целью которого является отделение бизнес-логики от пользовательского интерфейса. В результате приложение лучше масштабируется, тестируется и является более простым в сопровождении и реализации. В архитектуре MVC модель предоставляет данные и правила бизнес-логики, представление отвечает за пользовательский интерфейс, а контроллер обеспечивает взаимодействие между моделью и представлением.

Типичную последовательность работы MVC-приложения можно описать следующим образом. При заходе пользователя на веб-ресурс скрипт инициализации создает экземпляр приложения и запускает его на выполнение. При этом отображается вид главной страницы сайта. Далее приложение получает запрос от пользователя и определяет запро-

шенные контроллер и действие. В случае главной страницы выполняется действие по умолчанию. Затем приложение создает экземпляр контроллера и запускает метод действия, в котором, к примеру, содержатся вызовы модели, считывающие информацию из базы данных. После этого действие формирует представление с данными, полученными из модели, и выводит результат пользователю.

Модель содержит бизнес-логику приложения и включает методы выборки (это могут быть методы ORM), обработки (например, правила валидации) и предоставления конкретных данных. Модель не должна напрямую взаимодействовать с пользователем. Все переменные, относящиеся к запросу пользователя, должны обрабатываться в контроллере. Модель не должна генерировать HTML или другой код отображения, который может изменяться в зависимости от нужд пользователя. Такой код должен обрабатываться в видах. Одна и та же модель, например, модель аутентификации пользователей, может использоваться как в пользовательской, так и в административной части приложения. В таком случае можно вынести общий код в отдельный класс и наследоваться от него, определяя в наследниках специфичные для подприложений методы.

Вид используется для задания внешнего отображения данных, полученных из контроллера и модели. Виды содержат HTML-разметку и небольшие вставки PHP-кода для обхода, форматирования и отображения данных. Вид не должен напрямую обращаться к базе данных. Этим должны заниматься модели. Вид не должен работать с данными, полученными из запроса пользователя. Эту задачу должен выполнять контроллер. Вид может напрямую обращаться к свойствам и методам контроллера или моделей для получения готовых к выводу данных. Виды обычно разделяют на общий шаблон, содержащий разметку, общую для всех страниц (например, шапку и подвал) и части шаблона, которые используют для отображения данных, выводимых из модели, или отображения форм ввода данных.

Контроллер - связующее звено, соединяющее модели, виды и другие компоненты в рабочее приложение. Контроллер отвечает за обработку запросов пользователя. Контроллер не должен содержать SQL-запросов. Их лучше держать в моделях. Контроллер не должен содержать HTML и другой разметки. Ее стоит выносить в виды. В хорошо спроектированном MVC-приложении контроллеры обычно содержат только несколько десятков строк кода [7].

Создание связанного сервера с использованием Management Studio. Связанные серверы – это своего рода подключение к другому источнику данных, которым может выступать как сервер баз данных, так и простой файл xls или dbf. Используя это подключение, можно посылать запросы к данному источнику данных.

Функционал связанных серверов позволяет не писать сложные, непонятные sql-инструкции, так как это подключение настраивается один раз, а потом в запросе в качестве источника указывается наше подключение.

Используя функционал связанных серверов, можно подключаться к таким источникам, как MS SQL Server, Access (mdb), Excel (xls), DBF, PostgreSQL, Oracle, текстовым файлам (txt, csv) и многим другим. В качестве поставщика могут выступать, например такие компоненты, как Microsoft Jet 4.0 OLE DB Provider или драйвера ODBC.

Создать связанный сервер можно двумя способами: первый - это использование функционала Management Studio, а второй - на Transact-SQL с помощью процедуры `sp_addlinkedserver`. На рисунке представлены компоненты связанного сервера.

Интернет-сервис для пациентов. В процессе разработки интернет-сервиса спроектирована и создана база данных [8], в соответствии с которой в интернет-сервис вошли следующие модели данных: «пациент», «врач», «услуга».

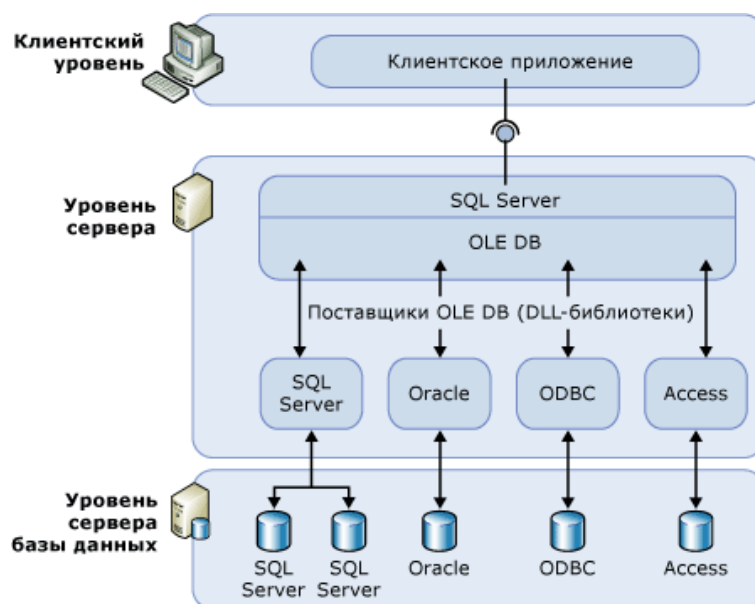


Рисунок - Компоненты связанных серверов

Внедрение данного сервиса повышает доступность и качество медицинской помощи населению за счет оперативного взаимодействия пациента с врачом, мониторинга показателей здоровья пациента, удаленных консультаций. Параллельно формируются электронная база данных проведенных исследований для обеспечения динамического наблюдения и централизованная электронная история болезни с возможностью доступа медицинских работников. Система предоставляет возможность статистической и аналитической обработки данных о состоянии здоровья населения и высвобождает ресурсы стационаров за счет расширения возможностей амбулаторного лечения и наблюдения пациентов.

Пациент предоставляет свои персональные медицинские данные, записи, анализы и изображения, а система диагностирует заболевание пациента и предоставляет на просмотр наиболее квалифицированного специалиста-доктора [9].

Нейронные сети для задач диагностики. Нейронные сети [10] представляют собой нелинейные системы, позволяющие гораздо лучше классифицировать данные, чем обычно используемые линейные методы. В приложении к медицинской диагностике они дают возможность значительно повысить специфичность метода, не снижая его чувствительности.

Проведем наблюдение за тем, как врач ставит диагноз болезни пациента. Прежде всего он выясняет и записывает имя, возраст, пол, место работы, затем, как правило, измеряет давление, проводит внешний осмотр, выслушивает жалобы больного, знакомится с историей его болезни, результатами анализов, изучает электрокардиограмму. В результате у врача накапливается от 20 до 100 и более параметров, характеризующих пациента и его состояние здоровья. Это и есть исходные параметры, обработав которые с помощью своих медицинских знаний и опыта, врач делает заключение о заболевании пациента – ставит диагноз его болезни.

Задавшись целью построить нейросетевую математическую модель врача-диагноста, прежде всего необходимо определиться с входным вектором X и выходным вектором D , задав их размерности, и условиться о содержимом каждого компонента. В векторе X ло-

гично предусмотреть параметры, которые врач выясняет у больного. Например, в качестве компоненты можно задать дату рождения, в качестве – закодировать пол (например, нулем или единицей), в качестве – вес больного, артериальное давление, температуру тела и т.д. Нелишне учесть также цвет глаз, цвет волос, знак зодиака и другие данные, определяющие особенности организма и, следовательно, влияющие на вероятность возникновения тех или иных заболеваний. В выходном векторе D следует закодировать все возможные диагнозы болезней, которые способен обнаружить врач.

Естественно, что размерность вектора D можно существенно снизить, если моделировать врача, специализирующегося в узкой области медицины. Так, если мы выбрали врача-кардиолога, то в векторе D следует кодировать только кардиологические заболевания. Например, можно принять, если у больного был инфаркт и если нет. Аналогично можно закодировать наличие или отсутствие порока сердца - ишемической болезни сердца и т.д.

Таким образом, выходной вектор персептрона D будет состоять из множества нулей и одной или нескольких единиц (если болезней несколько). Однако диагнозы болезней лучше кодировать по пяти-, десяти- или стобалльной шкале. Тогда на этапе подготовки обучающего множества примеров с помощью баллов можно будет учитывать степень уверенности врача в правильности его диагноза или степень развитости заболевания, а на этапе эксплуатации – вероятность правильного ответа персептрона. Например, если врач подозревает, что у больного инфаркт миокарда, знает, что у больного нет порока сердца, и уверен, что больной страдает ишемической болезнью сердца, то он может указать: $d1 = 20\%$, $d2 = 0\%$, $d3 = 100\%$.

Далее следует подготовить множество обучающих примеров. Качество нейросетевой диагностической системы напрямую зависит от квалификации практикующего врача, на примерах работы которого она обучилась. Дело в том, что нейронная сеть наследует от врача не только его знания, но и пробелы в его медицинском образовании [11]. Понятно, что она будет допускать те же самые врачебные ошибки, которые допускает врач. Поэтому для обеспечения высокого качества диагностики нейронную сеть следует обучать на примерах работы высококвалифицированного врача или даже на результатах работы врачебного консилиума. А если к работе по обучению нейронной сети привлечь еще и патологоанатома, исключающего ошибки врачебной диагностики, то будут все основания надеяться, что обученная таким способом нейронная сеть по качеству выставляемых диагнозов превзойдет обычных врачей. В этом случае нейронная сеть может обнаружить и заложить в модель такие закономерности человеческого организма, которые современной медицине вообще неизвестны [12].

Итак, в результате совместной работы коллектива специалистов-медиков и программистов будет накоплено множество обучающих примеров, состоящее из множества пар векторов. Теперь задача состоит в том, чтобы спроектировать персептрон и путем обучения передать ему знания и опыт, содержащийся во множестве обучающих примеров. В качестве метода обучения персептрона можно использовать, например, алгоритм обратного распространения ошибки.

В результате персептрон должен научиться отображать любой вектор обучающего множества на вектор, совпадающий (либо почти совпадающий) с вектором. Кроме того, при появлении нового пациента, характеризующегося новым входным вектором, персептрон должен вычислить для него новый вектор, содержащий правильный диагноз, поставленный персептроном уже без помощи врача-эксперта. Другими словами, персептрон должен уметь обобщать переданный ему опыт на новые, не встречавшиеся ранее примеры предметной области – ставить диагнозы болезней новым, не встречавшимся ранее пациентам [13].

На основании вышеизложенного можно сделать следующее заключение.

Реализации персонализированных медицинских интернет-сервисов (web-кабинеты и дневники самонаблюдения пациентов) имеют некоторые общие недостатки. В сервисах, предусматривающих доступ врача к дневнику пациента, консультации ведут разные специалисты, работающие с этим сервисом. В современных условиях децентрализации здравоохранения большинство информационных потоков замыкается на самом пациенте. Только он может попытаться собрать все свои медицинские данные, распыленные по государственным и коммерческим медучреждениям, санаторно-курортным, лабораторным и диагностическим центрам, добавить к ним данные самостоятельного мониторинга состояния здоровья и сведения о частных консультациях. Доступность выбора специалиста самим пациентом делает его более ответственным в отношении собственного здоровья, усиливает вовлеченность в лечебно-диагностический процесс. Поэтому качество работы экспертной системы всегда стабильно и не зависит от настроения и состояния здоровья. Нейронная сеть способна извлекать и применять знания, которые современной медицине неизвестны. Поэтому есть все основания ожидать, что, благодаря применению методов искусственного интеллекта, в будущем несовершенство современной медицины будет в значительной степени ликвидировано.

Список литературы

1. Жарко В.И. / В.И. Жарко, А.К. Цыбин, И.В. Малахова и др. // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2006. – № 4. – С. 3–7.
2. Электронная карта здоровья. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://medelement.com/page/elektronnyiy_kabinet_patsienta.
3. Личный кабинет пациента // Министерство здравоохранения Российской Федерации. – Режим доступа: URL: http://www.rosminzdrav.ru/health/it/50/Lichnyj_kabinet_patsienta.pdf.
4. Web-Dev. Заметки web-мастера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lamp-dev.ru/web-dev/desktop-vs-web-applications/> (дата обращения: 01.10.2015).
5. QScro. Информационные системы для вашего бизнеса. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.q-sco.ru/oblasti-ekspertitzi/napravlenija/web-prilozhenija.html> (дата обращения: 01.10.2015).
6. Model-View-Controller-MVC. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.phppro.org/tutorials/Model-View-Controller-MVC.html> (дата обращения: 01.10.2015).
7. Аналитические статьи, мысли, связанные с информационными технологиями, бизнесом и Интернетом. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/150267/> (дата обращения: 01.10.2015).
8. Yiiframework. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.yiiframework.com/doc/guide/1.1/ru/quickstart.what-is-yii> (дата обращения: 01.10.2015).
9. Андрейчиков А.В. Интеллектуальные информационные системы / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2006.
10. Боровиков В.П. Прогнозирование в системе Statistica в среде Windows / В.П. Боровиков, Г.И. Ивченко. – М.: Финансы и статистика, 2006.
11. Гельман В.Я. Медицинская информатика: практикум. – СПб.: Питер, 2002.
12. Горбань А.Н. Методы нейроинформатики. – Красноярск, 1998.
13. Жарко В.И. // Мед. вестник. – 2008. – № 9 (843). – С. 2.

Получено 02.02.2017

УДК 666.97.031

А.В. Вавилов, М.В. Дудкин, Г.А. Гурьянов, Е.А. Клименко, А.А. ФиляновВосточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск**РАЗРАБОТКА НОВОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ЛИНИИ
ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ**

Одной из базовых основ современного строительства является производство бетонов и изделий из них. По оценкам экспертов ежегодный мировой выпуск бетона превышает 2 миллиарда кубометров [1-4], что намного превосходит производство других видов промышленной продукции. При этом производство бетонов продолжает расти с каждым годом. Основными вопросами при производстве бетонов остаются повышение их качества и снижение стоимости.

Одним из видов бетонов, который широко используется в современном строительстве, является сталефибробетон – СФБ [3, 5, 6]. Основой СФБ служит стальная фибра, которая производится из различных типов стальной проволоки. Данный вид фибры имеет очень хорошие технологические характеристики, но и достаточно высокую стоимость.

Снизить стоимость фибры возможно за счёт использования для её производства техногенных отходов – отработанных стальных канатов и тросов подъёмно-транспортных машин и оборудования (ПТМО), утилизация которых является достаточно затратным процессом. При этом решается и такая важная задача, как переработка отходов промышленной сферы.

В современной промышленности существует много положительных примеров использования технологий переработки техногенного сырья с целью производства бетонов. В специальной литературе встречаются ссылки и по теме использования тросов/канатов ПТМО для производства фибры – [4, 5]. Однако, предлагаемые на сегодня технологии и оборудование для решения данного вопроса имеют один существенный недостаток – высокую энергоёмкость. Именно это обосновывает то, что фибра из переработанных тросов/канатов ПТМО практически не производится.

В настоящее время в ВКГТУ им. Д. Серикбаева (РК) в рамках комплексной НИР «Технология раздельного приготовления бетонов с использованием природного и техногенного сырья» разработан проект новой технологической линии по производству фибры для СФБ из тросов/канатов ПТМО. Нашей командой в ходе реализации проекта предложен ряд инновационных решений, позволяющих значительно снизить энергоёмкость и, как следствие, стоимость производства фибры.

Одно из основных решений касается способа разделения тросов на отдельные волокна (после резки тросов). Как показали исследования, именно этот процесс имеет наибольшую энергоёмкость во всей технологической цепочке. Ранее доказано [4, 5], что для разделения (раскручивания, расплетания) нарезанного стального троса наиболее рационально использовать двухвалковые дробилки с гладкими валками. Разделение троса здесь происходит за счёт раздавливания, в процессе чего и возникает эффект деления на отдельные проволоки.

В отличие от предыдущих исследований [3, 4, 5], где для полного разделения троса на отдельные проволоки предлагается использовать сдвоенные двухвалковые дробилки (что значительно увеличивает энергоёмкость процесса), в нашем проекте впервые предложено принципиально новое решение – использовать один ярус дробилки. При этом использу-

ется только один валок, а давление создается раздавливающей плитой, на которую оказывается дополнительное вибрационное воздействие. Данная идея запатентована командой проекта [7].

Для реализации и испытаний предложенного способа разделения тросов была разработана и изготовлена экспериментальная установка. При этом возникла необходимость определения следующих основных параметров её работы: амплитуды и частоты колебаний; ускорения движущихся элементов конструкции; мощности привода. Расчётные параметры экспериментальной установки определялись по схеме, приведённой на рис. 1.

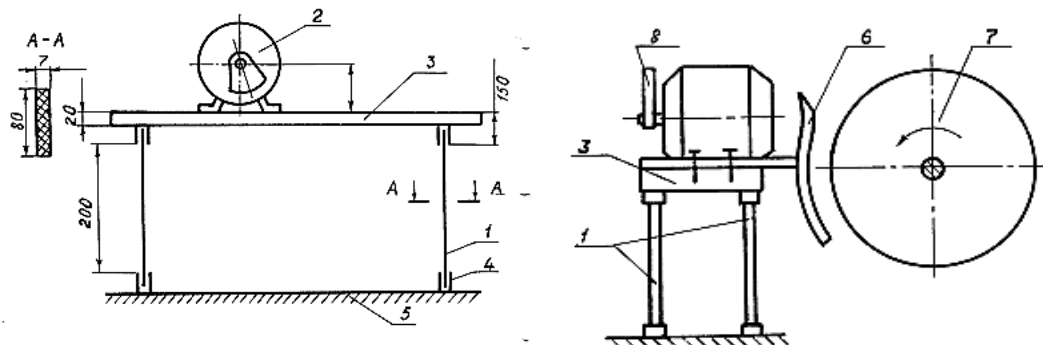


Рисунок 1 – Расчётная схема установки для расплетения тросов (РСТ): 1 – упругая пластина (стеклопластик); 2 – электродвигатель; 3 – подвижная плита; 4 – опоры для упругих пластин; 5 – неподвижная рама; 6 – прижим (щека); 7 – барабан (валок); 8 – дебаланс

Установка (РСТ) работает следующим образом: дебаланс (8), закреплённый на валу электродвигателя (2), вызывает колебания подвижной плиты (3); к подвижной плите (3) болтами крепится прижим (6); требуемая величина деформации расплетаемой пряди регулируется величиной зазора между прижимом (6) и вращающимся барабаном (7); одновременно вращение барабана обеспечивает перемещение пряди. Как видно из принятой схемы, определяющими факторами, обеспечивающими расплетение пряди являются величина зазора, амплитуда, частота колебаний прижима и частота вращения барабана.

Ограничения по габаритам (высота и длина выходного вала электродвигателя) потребовали рассмотрения существующих схем дебалансов [8]. В результате анализа данных схем для реализации была принята схема, приведённая на рис. 2.

На основании формальных алгоритмов [9, 10, 11] координату центра тяжести дебаланса y_d определим по формуле:

$$y_d = (F_{сег} (y_{сег} + (h - r_{сег})) + F_{мп} y_{мп} - F_{отв} h_2) / (F_{сег} + F_{мп} - F_{отв}), \text{ м}, \quad (1)$$

где F_i – площади отдельных частей фигуры (сег. – сегмента, тр. – трапеции, отв. – отверстия), м^2 ; y_i – координаты центров тяжести этих частей, м.

Вес дебаланса с учётом удельного веса материала γ определяем по формуле:

$$G_d = \gamma \cdot S \cdot (F_{мп} + F_{сег} - F_{отв}). \quad (2)$$

Величину возмущающей силы $F_{пр}$ определяем по формуле:

$$F_{пр} = -m \cdot \omega^2 \cdot (y_d - h_2), \text{ Н}, \quad (3)$$

где m – масса тела, кг; ω – угловая скорость, рад/с; h_2 – расстояние от центра тяжести дебаланса до оси вращения, м.

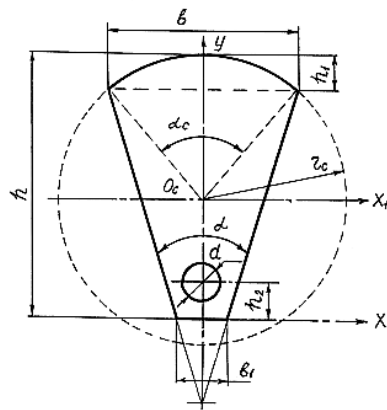


Рисунок 2 – Расчётная схема и внешний вид дебаланса: h – высота дебаланса; h_1 – стрелка; h_2 – координата посадочного отверстия; b – длина хорды (или основания трапеции); $\alpha_{\text{сег}}$ – угол сегмента; $r_{\text{сег}}$ – радиус сегмента; α – угол дебаланса; d – диаметр посадочного отверстия; s – толщина

Определение основных параметров дебаланса проведено с использованием Microsoft Excel (табл. 1). Приведённый расчёт применим как для проектировочных работ, так и для существующих дебалансов, линейные параметры которых можно измерить.

Таблица 1

Параметры дебалансов экспериментальной установки

| Исходные параметры | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|-------------------|--------------------|---------------------|---|
| b | h ₁ | h | b ₁ | h ₂ | d | s | γ | n* | ω | #** | |
| 113 | 31,9 | 87,4 | 19 | 10 | 25 | 10 | 7,87 | 997 | 104,4 | 1 | |
| | | | | | | | | 1491 | 156,1 | | |
| 105,5 | 32,5 | 78,5 | 23,3 | 11 | | | | | 997 | 104,4 | 2 |
| | | | | | | | | | 1491 | 156,1 | |
| Расчётные параметры | | | | | | | | | | | |
| r _{сег} | α _{сег} | F _{сег} | у _{сег} | F _{тр} | у _{тр} | F | у _д | G _{расч} | G _{измер} | F _{рг} , Н | |
| 65,9 | 117,8 | 2549 | 47,2 | 3663 | 34,34 | 490,9 | 51,68 | 0,45 | 0,43 | 19,92 | |
| | | | | | | | | | | 44,54 | |
| 59,06 | 126,6 | 2450 | 39,9 | 2962 | 27,89 | 490,9 | 45,25 | 0,387 | 0,35 | 13,32 | |
| | | | | | | | | | | 29,79 | |

Примечания: * – частота вращения дебаланса, мин^{-1} ;

** – номер дебаланса.

Размерность расчётных величин определялась по формулам:

$$G_{\text{измер}} = \frac{(F_{\text{сег}} + F_{\text{тр}} - F_{\text{отв}}) \cdot s \cdot \gamma \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-1}}{1000}, \text{ кг}; \quad F_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{измер}} \cdot \omega^2 \cdot (y_d - h_2) \cdot 10^{-3}}{9,81}, \text{ Н}. \quad (4)$$

В соответствии с составленной программой расчёта изготовлены комплекты дебалансов для проведения экспериментальных работ (рис. 2).

Кинематическая схема экспериментальной установки РСТ приведена на рис. 3. Здесь вращение от электродвигателя (12) через редуктор (8) и клиноременную (5) приводит во вращение барабан (3), который осуществляет перемещение расплетаемой пряжи. Упругие пластины (2) с закрепленной на них подвижной плитой (1) жестко прикреплены к основанию установки. Вибратор (13) осуществляет колебания подвижной плиты (1). Вал элект-

родвигателя закреплен в подшипниках опор (11), и от вращения статор электродвигателя удерживается пружинами (10). Таким образом, по величине сжатия пружин определяется крутящий момент электродвигателя. Сжатие пружины измеряется индикатором часового типа (8), закреплённом на электродвигателе. Внешний вид экспериментальной установки РСТ приведён на рис. 4.

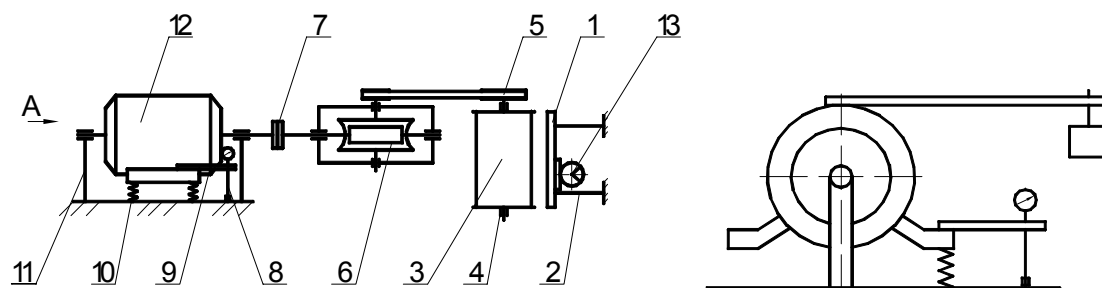


Рисунок 3 – Кинематическая схема экспериментальной установки РСТ: 1 – плита подвижная; 2 – упругие пластины; 3 – барабан; 4 – опоры; 5 – клиноременная передача; 6 – редуктор червячный; 7 – муфта; 8 – индикатор часового типа; 9 – пластина; 10 – пружина; 11 – опоры вала электродвигателя; 12 – электродвигатель; 13 – вибратор

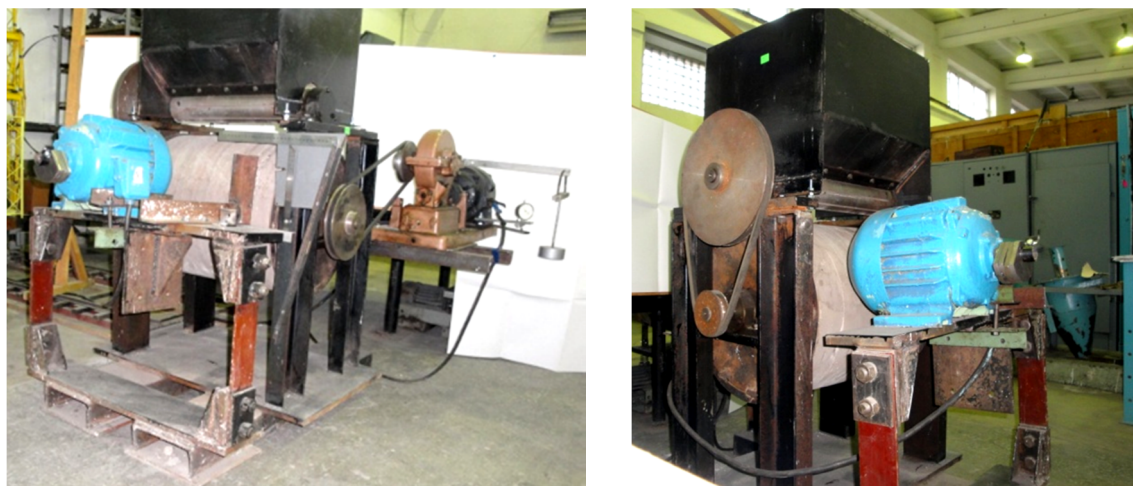


Рисунок 4 – Экспериментальная установка РСТ

На созданной опытной установке РСТ был проведён ряд экспериментов, которые полностью подтвердили её работоспособность. При этом использовался трос диаметром 19,5 мм (грузового назначения, из проволоки без покрытия, нераскручивающийся, не рихтованный, нормальной точности маркировочной группы - 1370 Н/мм²); длина нарезки троса – 50, 70 и 100 мм. Основные технические параметры экспериментальной установки: диаметр барабана – 450 мм; частота вращения барабана - 36 мин⁻¹; частота колебаний плиты - 997...1494 мин⁻¹; мощность электродвигателей - 2,3 кВт. В качестве покрытия поверхности барабана использован особый неметаллический материал (является ноу-хау команды проекта). В процессе экспериментов и доводки использовались следующие приборы: тахометр цифровой DT 2235B, виброметр цифровой PCEVT-27 и другие вспомога-

тельные средства измерения. Амплитуду колебаний подвижной плиты РСТ можно определить как величину прогиба консольно-закреплённой пластины, нагруженной возмущающей силой F_{pr} . Уравнение упругой линии будет представлено в следующем виде:

$$y_{расч} = \frac{F_{pr}}{2EJ_x} \left(\frac{z^3}{3} - \ell \cdot z^2 \right), \quad (5)$$

где $y_{расч}$ – прогиб, мм; z – координата точки отсчёта; E – модуль упругости ($0,55 \cdot 10^5$ МПа); J_x – осевой момент инерции (для расчётного случая 2287 мм^4); ℓ – длина консоли (450 мм).

Расчётные и замеренные значения (частичная выборка значений) амплитуды и ускорения в зависимости от массы дебалансов и частоты колебаний (возмущающей силы) приведены в табл. 2. Как видно из таблицы, расчётные и измеренные значения амплитуды достаточно близки, в пределах 1...6%.

Таблица 2

Расчётные и замеренные значения амплитуды

| F_{pr} | ℓ | z | ω | $y_{расч}$ | $y_{измер}$ | дебаланс |
|----------|--------|-----|----------|------------|-------------|----------|
| 13,32 | 475 | 400 | 104,4 | 0,295 | 0,306 | #2 |
| 26,62 | | | | 0,589 | 0,580 | |
| 39,92 | | | | 0,884 | 0,860 | |
| 53,22 | | | | 1,178 | 1,00 | |

В ходе экспериментов основной задачей было установить такой режим работы установки (амплитуда и частота колебаний подвижной плиты и частота вращения основного барабана), при котором обеспечивается полное расплетение нарезок троса за минимальное время. Полученные в ходе экспериментов результаты представлены на рис. 5.

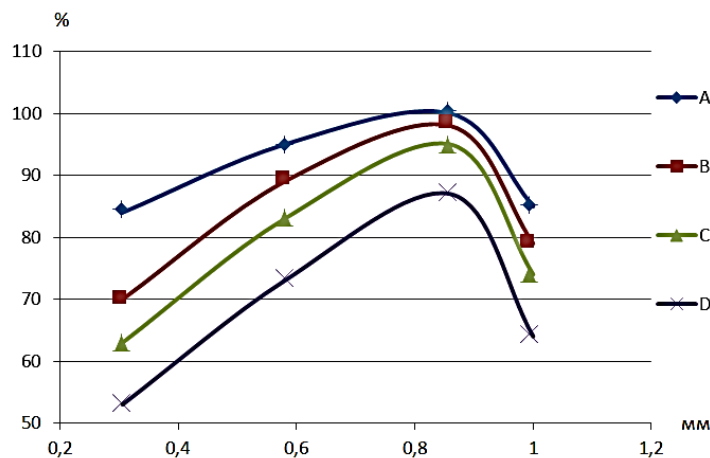


Рисунок 5 – Зависимость эффекта расплетения (E , %) от амплитуды (A , мм) и частоты вибровоздействия (n , об/мин) и частоты вращения основного барабана (N , об/мин): ряд А - $n=997$ об/мин, $N=36$ об/мин; ряд В - $n=1491$ об/мин, $N=36$ об/мин; ряд С - $n=997$ об/мин, $N=72$ об/мин; ряд D - $n=1491$ об/мин, $N=72$ об/мин

Эффект расплетения (E , %) оценивался в процентах по отношению суммарного количества проволок в тросе к количеству свободных (после расплетения) проволок (рис. 6).



Рисунок 6 – Внешний вид полученного на РСТ продукта (черновая фибра)

Из представленных графиков видно, что наиболее рациональный режим работы установки соответствует минимальным частотам вращения дебалансов и основного барабана – около 997 и 36 об/мин (соответственно). При этом эксперимент показал, что дальнейшее их снижение приводит к снижению производительности, то есть нерационально (на графике не приведено). Наиболее приемлемыми являются средние значения амплитуды колебаний виброплиты – порядка 0,6...1 мм. При этом одинаковый характер поведения графиков подтверждает адекватность полученных данных.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Предложены новый способ и конструкция устройства для разделения тросов/канатов на проволоки.
2. Разработана, создана и апробирована полномасштабная экспериментальная установка по разделению тросов/канатов на проволоки для линии по производству фибры (для дальнейшего производства сталефибробетона).
3. Проведены экспериментальные исследования и определён эффективный режим работы установка для разделению тросов/канатов.
4. Предложенная установка полностью удовлетворяет технологическим потребностям по линии для производства фибры – разделение прядей на проволоки проводится полностью, за один цикл обработки. При этом энергопотребление по сравнению с аналогами снижено на 40...50%

Список литературы

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во «АСВ», 2002. – 500 с.
2. Chernavin V., Seraya N., Zatonov G., Bedenko Y. Perspectives of steel fiber concrete application with using of dispersed reinforcing from used ropes. Modern Challenges and Decisions of Globalization. International Conference. July 15, 2013. New York, USA. Part 2. Session: Kazakhstan. – ISBN 978-0-9856672-5-2 / USA, Bozeman. MT 59715, 2013. – P. 63-66.
3. Chernavin V., Seraya N. Worked-out ropes for disperse armouring of steel fiber reinforced concrete constructions. Science: Integrating Theory and Practice. Part 2. Materials of International Conference. February 23-24, 2014. ICET, Bozeman, MT, USA. 2014. – P. 141-147.
4. Guryanov G., Doudkin M., Vavilov A., Klimenko E. Use of man-made materials for the preparation concrete. Materials of International Scientific and Practical Conference – Green economy is the future of humanity. 24-25 of May. Part 5. – Ust-Kamenogorsk, 2014. – P. 144-148.

5. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: моногр. – М.: Изд-во «АСВ», 2011. – 642 с.
6. Штарк И. Долговечность бетона / И. Штарк, Б. Вихт. – Киев: Оранта, 2004. – 295 с.
7. Устройство для расщепления стального троса на отдельные проволоки: инновационный патент РК № 31038. МПК В23D 31/02 / Дудкин М.В., Гурьянов Г.А., Вавилов А.В., Хон Н.В.; Опубл. 15.04.2016, Бюл. № 4.
8. Гончаревич И.Ф. Вибротехника в горном производстве. – М.: Недра, 1992. – 318 с.
9. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: Изд-во: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1999. – 512 с.
10. Голубев Ю.Ф. Основы теоретической механики. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 719 с.
11. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев; Отв. ред. Писаренко Г.С. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наука и думка, 1988. – 736 с.

Получено 02.02.2017

УДК 621.879.06

В.А. Кунаев, Ж.Ж. Жунусбекова, А.М. Нурмагамбетов

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда

**ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ФРЕЗЕРНОГО РЫХЛИТЕЛЯ РФ-600
ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕРЗЛЫХ И ПРОЧНЫХ ГРУНТОВ**

Земляные работы являются одним из наиболее важных и трудоемких этапов при прокладке различных коммуникаций, дренажных труб, устройстве щелевых фундаментов, добыче мягких скальных пород, разрушении мерзлых, прочных грунтов и твердых асфальто- и цементобетонных покрытий.

Свойства грунтов, оказывающие влияние на характер взаимодействия с ними рабочих органов и ходовых устройств землеройно-транспортной техники, весьма разнообразны. Большую часть территории Казахстана занимают грунты сезонного промерзания и скальные породы. Вследствие климатических и географических особенностей страны весьма актуальной является проблема разрушения мерзлых и скальных грунтов, а также бетонов при строительстве сосредоточенных объектов, котлованов в стесненных городских условиях.

В настоящее время применяются следующие методы рыхления мерзлых грунтов: взрывные, механические, мелко- и крупноблочные.

Взрывной (щелевой либо шпуровой) метод используется при подготовке мерзлых грунтов к дальнейшей разработке экскаваторами. Данный метод применяется главным образом на незастроенных площадях. Он допустим и на застроенных участках, но с использованием укрытий и локализаторов взрыва. Если глубина рыхления не превышает 1,5 м, используются щелевой и шпуровой методы, а при большей глубине – щелевой и скважинный. Щели нарезаются на расстоянии от 0,9-1,2 м друг от друга при помощи баровых машин либо фрезерных щелерезов. Далее осуществляется зарядание щелей через одну сосредоточенными либо удлиненными зарядами. После этого их забивают сверху песком. При рыхлении мерзлого грунта данным методом участок предварительно разделяют на захватки. На первой захватке последовательно бурят, заряжают и взрывают шпур. На второй захватке работы не выполняются по условиям безопасности, а на третьей ведется непосредственно разработка грунта. [1]

Метод механического рыхления мерзлых грунтов целесообразно применять при глубине промерзания от 0,4 до 1,5 м и разработке небольших по площади котлованов и

траншей. Этот метод предусматривает дробление или скол мерзлого слоя статическим либо динамическим воздействием специального рабочего органа, устанавливаемого на экскаваторе, тракторе или другой базовой машине. Динамическое воздействие обеспечивают за счет удара, вибрации или совместного их действия с применением шара- или клина-молота, дизель-молотов, клиновых тракторных рыхлителей и другого оборудования. Статическое воздействие обеспечивают за счет внедрения в грунт рабочего органа, который состоит из одного либо нескольких (до 5) зубьев при одновременном движении трактора (тягача). Для рыхления мерзлого грунта механическим способом при разработке котлованов используют навесные рыхлители, землеройно-фрезерные, а также баровые машины (для нарезки мерзлого грунта на блоки). При разработке траншей находят применение дисковые экскаваторы, фрезерные и баровые машины; при вертикальной планировке площадки - навесные рыхлители. При малой глубине промерзания грунта его рыхлят тракторными рыхлителями продольными проходками, а при повышенной прочности грунта - еще и диагональными проходками под углом 60°. Разрыхленный грунт перемещают бульдозером в торец котлована и экскаватором грузят в самосвалы. [1]

При большой глубине промерзания применяются мелко- и крупнообломочные методы, предусматривающие предварительное нарушение монолитности грунтов путем их нарезки на блоки (полосы) при помощи специальных машин, снабженных барами либо дисковыми пилами. Так, мелкоблочный метод разработки мерзлых грунтов используют при глубине промерзания в диапазоне от 0,6 до 1,4 м для отрывки траншей и котлованов небольших размеров. Суть метода заключается в разрезании мерзлого слоя на блоки размерами от 0,6×0,8 м до 1×1,1 м поперечными и продольными прорезами при помощи дискофрезной машины. Далее экскаватором с прямой лопатой выполняют погрузку мерзлых блоков и приступают к разработке талого грунта. [1]

При наличии вблизи места разработки котлована зданий, сооружений во избежание сотрясений грунта, возникающих в процессе ударного и виброударного рыхления, применяют крупноблочный метод. Мерзлый грунт нарезается на отдельные блоки массой от 4 до 10 т, которые затем удаляют из забоя бульдозерами, кранами либо электролебедками. Так, при использовании крана блок отрывают, а затем отодвигают от талого основания бульдозером. После этого блок грузят на самосвал при помощи клещевого захвата. При проведении работ данным методом выемки разбивают на две захватки, на первой из которых нарезают блоки, а на второй их удаляют и подчищают основание. [1]

Анализ рассмотренных методов рыхления мерзлых грунтов показал, что в большинстве своем они требуют привлечения целого комплекса строительных машин и оборудования, что не всегда экономически целесообразно, а иногда и вовсе невозможно.

Ярким примером этого являются буровзрывные технологии [2], недостатки которых общеизвестны. Прежде всего, это цикличность процесса, при котором большая часть времени уходит на операции бурения скважин, их зарядание, взрывание, проветривание и выполнение подготовительно-заключительных операций. На обеспечение данных процессов необходимы соответственно машины, операторы, а также заводы, склады и обслуживающий персонал для производства и хранения взрывчатых материалов, их транспортировки, охраны и т.д. Все это в совокупности ведет к потере производительности, повышению себестоимости работ, снижению прибыли предприятий. Кроме того, в рудниках, на карьерах, а также при строительстве котлованов, траншей, подземных сооружений процесс взрывания потенциально опасен и чреват тяжелыми последствиями. Применение буровзрывных работ также влечет за собой серьезные экологические проблемы. [3]

Перечисленные негативные последствия подтверждают актуальность проблемы разработки безопасных, более выгодных экономически и доступных к применению в усло-

виях Казахстана технологий и средств механизации для разрушения грунтов высокой прочности. Как показывает практический опыт, подтвержденный аналитическими исследованиями, наиболее эффективным методом рыхления мерзлых и прочных грунтов, а также бетонов при строительстве сосредоточенных объектов, котлованов в стесненных городских условиях является их разрушение фрезерными рабочими органами.

На предварительном этапе исследований авторами была разработана новая конструкция навесного оборудования фрезерного рыхлителя РФ-600 (рис. 1) на базе одноковшового экскаватора, рабочий орган которого позволяет разрабатывать грунты и породы высокой прочности (I-IV категорий по ГОСТ 17343-83).



Рисунок 1 – Полноразмерная действующая модель фрезерного рыхлителя РФ-600

Фрезерный рыхлитель, выполненный на базе гидравлического экскаватора ЭО-3322, ЭО-4121, ЭО-4321 (или другой модели 3 либо 4 размерной группы), может использоваться в промышленной отрасли, дорожном и гражданском строительстве, при отрывке котлованов, траншей, выемок разных конфигураций, формировании дорожных откосов и т.д. Гидравлический экскаватор, являющийся базовой машиной для установки навесного рабочего органа, снабжен подвижной стрелой и рукоятью, благодаря чему с помощью рыхлителя можно проводить землеройные работы в стесненных условиях, а также на труднодоступных участках. [4]

Рыхлитель фрезерный РФ-600 является сменным рабочим органом, который шарнирно монтируется на рукоять базового экскаватора (1) и состоит из двух соосно расположенных грунторазрушающих фрез (4), корпуса (5), кронштейна (2), ковша (3) и привода (рис. 2).

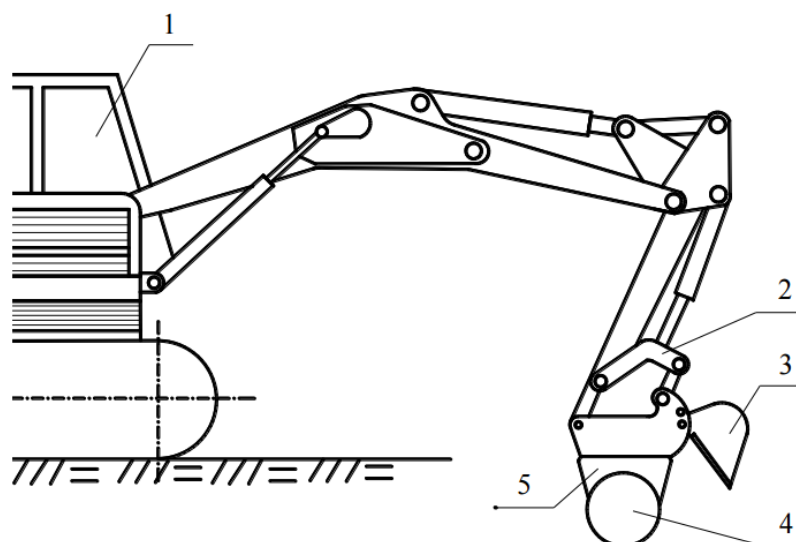


Рисунок 1 – Рыхлитель фрезерный: 1 – экскаватор; 2 – кронштейн; 3 – ковш; 4 – фреза; 5 – корпус

Грунтора разрушающая фреза имеет цилиндрическую форму, причем ее торцевая часть переходит в сферическую. На поверхности фрез по винтовой линии с определенным коэффициентом перекрытия размещены державки со сменными режущими элементами, которые могут быть как радиального, так и тангенциального тока. Во избежание быстрого абразивного износа режущие элементы армированы твердосплавными напайками.

Базовым узлом фрезерного рыхлителя является его корпус, служащий одновременно масляной ванной для конической и планетарных передач. К фланцу корпуса болтами крепится кронштейн, который является соединительным элементом рабочего органа с рукоятью экскаватора.

Конструктивные параметры кронштейна удовлетворяют условию взаимозаменяемости сменного рабочего оборудования. К кронштейну крепится ковш, служащий для удаления разрыхленного грунта из призабойного пространства. Ковш имеет два положения относительно кронштейна: нейтральное и рабочее. Оба положения ковша относительно кронштейна фиксируются специальным пальцем. Передача крутящего момента грунтора разрушающим фрезам осуществляется через планетарный редуктор и коническую передачу от аксиально-поршневого гидромотора. [4]

Источником питания гидромотора служит маслостанция базовой машины – экскаватора. Напорная и сливная магистрали комплектуются из трубопроводов и дополняются рукавами высокого давления в местах шарнирного сочленения стрелы, рукояти и рабочего органа между собой.

Работа фрезерного рыхлителя предусматривает послойную разработку массива с дальнейшим удалением разрыхленного грунта из забоя ковшем (3). В процессе формирования дорожных откосов, при планировании поверхности под определенную отметку стрела и рукоять вытягиваются, перемещение фрезы осуществляется посредством поворотной части экскаватора. Внедрение рабочего органа в массив и поступательное перемещение его вдоль полосы рыхления осуществляется за счет напорного усилия гидроцилиндров стрелы и рукояти.

Основные технические характеристики фрезерного рыхлителя РФ-600 представлены в таблице [4].

Технические характеристики фрезерного рыхлителя РФ-600

| Модель базового экскаватора | ЭО-3322, ЭО-4321, ЭО-4121 |
|--|---------------------------|
| Глубина рыхления за один проход, м | 0,2 |
| Ширина полосы рыхления, м | 1,1 |
| Производительность, м ³ /ч | 7,0 |
| Марка гидромотора | 210,25Б |
| Мощность гидромотора, кВт | 36,9 |
| Крутящий момент рабочего органа, Нм | 6000 |
| Диаметр фрезы (по резцам), м | 0,68 |
| Категория разрушаемого грунта по ГОСТ 17343 – 83 | 1-4 |
| Габаритные размеры, м | |
| ширина | 1,1 |
| высота | 1,2 |
| Масса, кг | 1000 |

Особенность предлагаемого оборудования заключается в наличии ковша для удаления разрыхленного грунта из призабойного пространства, что позволяет производить разработку и перемещение грунта без привлечения дополнительной техники [5]. Большой рабочий температурный диапазон (от -40 до +40 °С) позволяет использовать модель РФ-600 при разработке грунтов круглогодично в условиях резкоконтинентального климата, что актуально для Казахстана. Разработанный опытный образец фрезерного рабочего органа (РФ-600) успешно прошел испытания в мерзлых грунтах и на бетонных покрытиях.

Полученные в данной научно-исследовательской работе результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. Для большей части территории Казахстана актуальна проблема разрушения грунтов сезонного промерзания и скальных пород, а также бетонов при строительстве сосредоточенных объектов и ведении строительных работ в стесненных городских условиях.

2. Существующие методы рыхления мерзлых и прочных грунтов требуют привлечения большого количества спецтехники разного назначения, что не всегда экономически эффективно. Некоторые из используемых методов применимы лишь при строительстве линейных объектов, а отдельные потенциально опасны для человека и окружающей среды.

3. Выполненный авторами критический анализ существующих методов рыхления мерзлых и прочных грунтов показал, что наиболее эффективное применение для названных операций будет иметь фрезерный рабочий орган.

4. Предложена и обоснована оптимальная конструкция фрезерного рыхлителя РФ-600 на базе одноковшового гидравлического экскаватора.

Список литературы

1. Механизированная разработка грунта. Разработка грунта экскаватором в выемках, котлованах, траншеях и отвал или насыпь. Разработка и перемещение грунта бульдозерами и скреперами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://kf.osu.ru/old/otdel_do/bs/bs-01/doc/16-3.pdf
2. Иоффе В.В. Создание траншей в условиях мерзлых грунтов при строительстве трубопроводного транспорта в нефтегазовой промышленности / В.В. Иоффе, В.А. Грабовец, Л.Г. Григорян и др. – Электронный научн. журн. «Нефтегазовое дело», 2012. – № 4.
3. Кадыров А.С. Фрезерный рыхлитель РФ-600 / А.С. Кадыров, Т.В. Гаах // Междунар. науч. журн. «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, коммунальные машины и оборудование» / 60-летию Кадырова Адила Сураевича, д.т.н., профессора кафедры «Строительно-дорожные машины» Карагандинского государственного технического университета. – Караганды: Болашақ-Баспа, 2011. – 222 с.

4. Кадыров А.С. Разработка фрезерных рыхлителей. Актуальные проблемы современности / А.С. Кадыров, Б.К. Курмашева // Междунар. науч. журн. – № 9 (43). – Караганда: Бо-лашак-Баспа, 2009.
5. Кадыров А.С. Основы нагружения фрезерных и бурильных машин / А.С. Кадыров, Р.А. Кабашев. – Караганда, 1999. – с. 30.

Получено 02.02.2017

УДК 631.331.022

С.О. Нукешев, К.Д. Есхожин, М.Х. Токушев

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана

Н.Н. Романюк

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ТРУБОПРОВОДЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ С ЦЕНТРАЛЬНЫМ ДОЗИРОВАНИЕМ

В настоящее время тенденция развития посевных машин показывает, что наиболее производительны, экономически эффективны и перспективны посевные комплексы с централизованным дозированием семян и удобрений [1-3].

Одним из основных недостатков распределительных систем с централизованным дозированием семян и удобрений пневматических сеялок является недостаточная равномерность подачи семян в сошники. В результате испытаний зарубежных сеялок, применяемых на наших полях, установлено, что показатель неравномерности высева составляет 16...19% [4].

Главным элементом пневматической системы является распределитель семян и удобрений. На практике существуют два вида распределителей - это круглые и плоские (секторные) распределители. Наибольшее распространение получили круглые распределители. Недостатки круглых распределителей описаны А.М. Плаксиным [5].

При установке распределительных устройств на горизонтальных участках семяпровода для перераспределения сконцентрированных частиц равномерно по всему сечению трубопровода до их поступления в делительную головку возникает необходимость дополнительного воздействия на материал, то есть задание потоку аэросмеси определенного вида упорядоченного движения. В частности, это возможно осуществить, подвергнув двухкомпонентный поток закручиванию, т.е. сообщением дисперсной фазе потока винтового движения. Для этой цели в материалопровод, непосредственно перед длительной головкой, неподвижно устанавливается дополнительный конструктивный элемент – винт-распределитель, выполненный в виде винтовой спирали, навитой на стержень (рис. 1).

Винт-распределитель занимает все поперечное сечение материалопровода и включает трубопровод 1, неподвижно закрепленный стержень, на который навитая винтовая спираль 2, распределительную головку, состоящую из корпуса 3, конической вставки 4 и отводов 5.

Поступивший на распределитель, поток закручивается и вследствие обретенного вращательного движения под воздействием центробежных сил инерции прижимается к внутренней стенке материалопровода, распределяется по ней ровным слоем, обретая при этом в поперечном сечении форму полого цилиндра при выходе материала из винт-распределителя. Сформированный таким образом поток поступает к отводам делительной головки.

Применение многозаходного винта-распределителя, витки которого имеют разные углы подъема винтовых линий и на выходе делят сечение на равные сектора, способствует механическому перераспределению материала, движущегося в нижней части горизонтального трубопровода, на равные части и в виде вращающегося кольца материала подает к отводам.

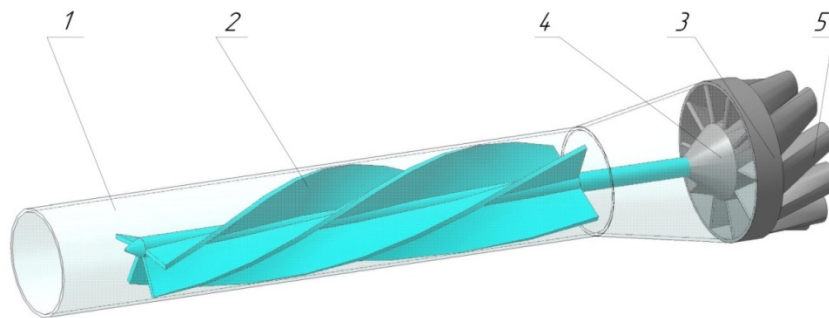


Рисунок 1 – Распределительное устройство

Для обоснования параметров распределителя рассмотрим движение удобрения по участкам материалопровода. Материалопровод можно условно разделить на три участка – I, II, III (рис. 2).

Теоретическое обоснование участков материалопровода I и II изложено в материалах [6].

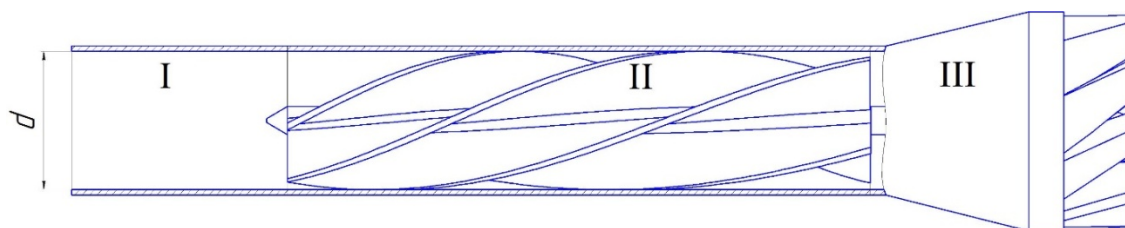


Рисунок 2 – Участки материалопровода

Рассмотрим III участок. На частицу действуют силы тяжести mg , аэродинамическая движущая сила – P_B , центробежная сила $F_U = \frac{mu^2}{R}$ (рис. 3).

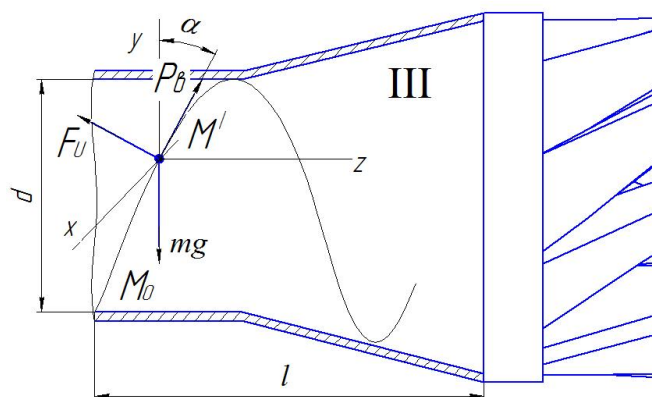


Рисунок 3 – III участок материалопровода

Величина аэродинамической силы определяется по известному выражению [7]:

$$P_{\text{с}} = mk_n (\vartheta - u)^2,$$

где k_n – коэффициент парусности; m – масса частицы; ϑ и u – средние скорости 2-х компонентов потока.

Система уравнений, характеризующих движение частицы на естественных осях x, y, z , запишется следующим образом:

$$\begin{cases} m \frac{du_x}{dt} = mk_n (\vartheta - u)^2 \cos \alpha - mg \cos \alpha, \\ m \frac{du_y}{dt} = mk_n (\vartheta - u)^2 \sin \alpha - mg, \\ m \frac{\vartheta^2}{\rho} = \frac{mu^2}{R} - mg \sin \alpha. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь предполагается, что k_n – величина постоянная, а скорость воздушного потока берется средней по сечению. Если силы сопротивления воздушного потока уравновешивают силы тяжести частиц в вертикальной плоскости трубопровода, то ее скорость равна нулю, или частица будет двигаться с постоянной скоростью, т.е. $\frac{du_y}{dt} = 0$. Тогда, решая второе уравнение из системы (1), определяем коэффициент парусности k_n :

$$k_n = \frac{g}{\vartheta_n^2 \sin \alpha}. \quad (2)$$

Преобразуя первое уравнение системы (1) с учетом (2), получим дифференциальное уравнение движения частицы удобрения по III участку материалопровода:

$$\frac{du}{dt} = \frac{g}{\vartheta_n^2} [(\vartheta - u)^2 \operatorname{ctg} \alpha - \vartheta_n^2 \cos \alpha]. \quad (3)$$

Для определения длины материалопровода по участкам интерес представляет решение уравнения (3) в виде $u = u(l)$. Проводя замену переменной, будем иметь:

$$u \frac{du}{dl} = \frac{g}{\vartheta_n^2} [(\vartheta - u)^2 \operatorname{ctg} \alpha - \vartheta_n^2 \cos \alpha]. \quad (4)$$

Опустив порядок интегрирования уравнений (4), при начальных условиях по участку III $l_n = 0, u = u_2$, окончательно получим решение уравнения (4):

$$l = \frac{\vartheta_n \sin \alpha}{2g \cos^2 \alpha} \left[(\vartheta - \vartheta_n) \ln \frac{\vartheta - \vartheta_n}{\vartheta - \vartheta_n - u} - (\vartheta + \vartheta_n) \ln \frac{\vartheta + \vartheta_n}{\vartheta + \vartheta_n - u} \right]. \quad (5)$$

Полученная зависимость (5) позволит определить рациональную длину участка материалопровода.

Для проверки работоспособности предложенной винтовой спирали совместно с коническим участком III проведены экспериментальные исследования.

Результаты экспериментальных исследований по установлению влияния расстояния между распределителем и делительной головкой на качество распределения удобрения по отводам представлены графически на рис. 4.

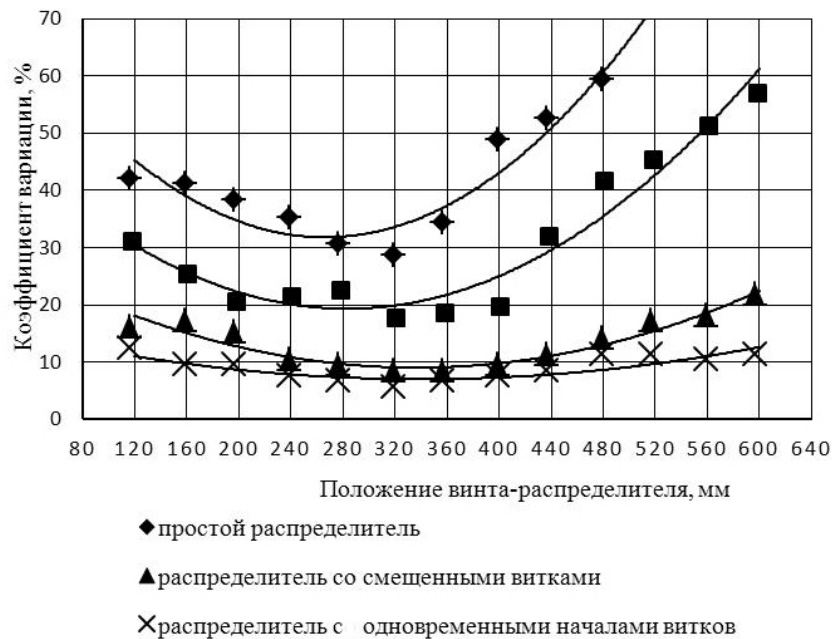


Рисунок 4 - Зависимости равномерности распределения материала от положения распределителя

В этих экспериментах участвовали 4 типа распределителя, отличающиеся конструктивными исполнениями:

– Простой распределитель – четырехзаходный обыкновенный винт длиной 160 мм, наружный и внутренний диаметры которого равны соответственно 80 и 20 мм и с шагом 150 мм.

– Распределитель комбинированный – навстречу пневмопотоку последовательно установлены два винта: первый-двухзаходный, длиной 100 мм, наружный и внутренние диаметры 48 мм, 20 мм, шаг 150 мм, второй – четырехзаходный, конический (малый и большой диаметры 480 мм, 78 мм), шаг 150 мм, длиной 150 мм.

– Распределитель со смещенными витками - четырехзаходный винт длиной 220 мм, наружный и внутренний диаметры 80 и 20 мм, шаг 150 мм. Начиная со второго, каждый последующий виток начинается со смещением в продольном направлении таким образом, чтобы начало витков в поперечном сечении трубопровода занимало сектор окружности в 170° , расположенный симметрично вертикальной оси.

– Распределитель четырехзаходный с одновременными началами витков, где виток делит количество материала на равную пропорцию. Каждый виток выполнен с различным шагом, длина винта составляет 190 мм.

Расстояние между распределителем и делительной головкой изменялось в пределах от 120 до 600 мм с интервалом 40 мм. Частота вращения вентилятора (следовательно, и напор воздушного потока) постоянна и равна 53,33 рад/с.

В этих опытах критерием оценки качества распределения сыпучего материала по отводам служит коэффициент вариации - неравномерность распределения материала по отводам [8].

Из рис. 4 виден характер кривых, устанавливающих зависимость качества распределения по отводам от расстояния между распределителем и делительной головкой. В

дальнейшем «расстояния между распределителем и делительной головкой» использовали коротко как «расстояние» для всех рассматриваемых типов конструкции распределителя.

В начале идет плавное, но неуклонное снижение коэффициента вариации, т.е. неравномерности распределения материала в сечении трубопровода. Так, при увеличении расстояния от 120 до 320 мм (2,6 раза), снижение неравномерности распределения материала составит: для простого распределителя - 1,6 раза (от 42,5 до 26,97%); для распределителя со смещенными витками - 1,8 раза (от 26,5 до 14,35%); для комбинированного распределителя - 1,78 раза (от 14,25 до 7,97%).

Важной особенностью рассматриваемых зависимостей является то, что все кривые по коэффициенту вариации достигают точку «минимума» при расстоянии 320 мм.

Дальнейшее увеличение расстояния приводит к неуклонному, резкому повышению коэффициента вариации, т.е. к снижению качества распределения материала по отводам. Отсюда можно заключить, что для всех рассматриваемых конструкции распределителей по качеству распределения материала оптимальным следует считать расстояние от распределителя до делительной головки 320 мм. Следует иметь виду, что при изменении напора воздушного потока, т.е. частоты вращения вентилятора, оптимальное расстояние также изменится. При повышении напора оно также увеличится.

Сравнительно высокие коэффициенты вариации в начале можно объяснить тем, что при малых расстояниях материал не успевает получить устойчивое закручивание и уже встречается с делительной головкой. В результате - неравномерное распределение по отводам. После оптимальной точки (320 мм) при больших расстояниях из-за снижения напора материал, не достигая делительной головки, начинает терять кинетическую энергию и скапливаться в нижнем секторе трубопровода. В результате резко повышается неравномерность распределения.

Несмотря на то, что все конструкции распределителей дают лучшие результаты по распределению материала на расстояние 320 мм, количественные показатели в этой «лучшей» точке различны. Так, коэффициенты вариации на оптимальном расстоянии составляют: для простого распределителя - 26,97%, для распределителя со смещенными витками - 14,79% (в 1,825 раза лучше предыдущего), для комбинированного распределителя - 7,97% (в 3,38 и 1,85 раза лучше предыдущих).

Лучшие результаты простого распределителя по коэффициенту вариации в пределах 27–30% достигаются на расстояниях 280–345 мм. Наилучшие результаты распределителя со смещенными витками в пределах 14,79–20% достигаются на расстояниях 240–390 мм. Низкую неравномерность в пределах 7,97–12,5% комбинированный распределитель достигает на расстояниях 200–440 мм. Лучшие результаты распределителя с одновременными началами витков в пределах 6,65–11,8% достигаются на расстояниях 160–540 мм.

Как видно, наилучшее качество распределения материала по рукавам обеспечивает четырехзаходный распределитель с одновременным началом витков, причем он менее чувствителен на расстояние от него до делительной головки. Так, диапазон оптимальных расстояний для простого распределителя составляет 65 мм, для распределителя со смещенными витками - 150 мм, для комбинированного распределителя - 220 мм, а для распределителя с одновременным началом витков - 380 мм.

Можно сделать следующее заключение. Предложенный способ установки на пути потока четырехзаходной винтовой спирали с одновременным смещением начала витков сообщает первому вращательное движение, которое способствует распределению частиц ровным слоем по внутренней стенке материалопровода. С помощью полученной теоретической зависимости скорости частиц от конструктивных параметров распределителя можно определить предельные их значения. Анализ графической зависимости позволяет

выбрать из рассматриваемых вариантов распределитель с одновременным началом витков. Это можно объяснить тем, что материал,двигающийся в основном в нижней части трубопровода, лучше распределяется между витками такого распределителя. В результате показатель оценки качества распределения материала по отводам стал стабильным и устойчивым.

Список литературы

1. Любушко Н.И. Зерновые сеялки на рубеже XXI века / Н.И. Любушко, В.Н. Зволинский // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001. – № 2. – 4-7 с.
2. Зволинский В.Н. Использование отечественного опыта при создании посевной техники / В.Н. Зволинский, Н.И. Любушко // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1998. – № 11. – 22-24 с.
3. Шевырëв Л.Ю. Совершенствование процесса дозирования семян зерновых культур сеялкой с централизованным высевом: Дис. ... канд. техн. наук / Л.Ю. Шевырëв. – Зерноград, 2004. – 14 с.
4. Протоколы испытаний на Целинной МИС канадских сеялок «Moris-620» (протокол МИС № 30-72-85) и фирмы «Flexi-Coil» (отчет Целинной МИС № 30-76-90).
5. Плаксин А.М. Определение рациональных параметров отражателя пневматической зерновой сеялки / А.М. Плаксин, М.В. Пятаев // Вестник Алтайского гос. аграрного ун-та. – 2010. – № 7. – 74-77 с.
6. S.O. Nukeshev, K.D. Eskhozhin, M.N. Tokushev and Z.M. Zhazykbayeva. Substantiation of the Parameters of the Central Distributor for Mineral Fertilizers /International journal of environmental & science education 2016, VOL. 11, NO. 15.
7. Зуев Ф.Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях. – М.: Колос, 1976. – 344 с.
8. Румшинский Л.З. Математические обработки результатов эксперимента. – М.: Наука, 1971. – 192 с.

Получено 15.01.2016

УДК 621.317.44, 53.089.6

З.Б. Ракишева, А. Махамедкали, Н.С. Досжан, Ж.Т. Лязат

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

К.К. Толубаева

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

С.Б. Касым

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ

Для управления угловым движением небольших спутников обычно используется магнитная система ориентации. Размеры токовых катушек для такой системы управления ограничены не только геометрическими размерами самого спутника, но также его энергетикой. Катушки создают магнитное поле за счет тока, пропускаемого через их обмотку. Магнитное поле каждой катушки взаимодействует с магнитным полем Земли и создает, таким образом, управляющий механический момент. Для управления по всем трем осям катушки помещаются во взаимно перпендикулярных плоскостях. В качестве примеров магнитной системы управления на токовых катушках приведем следующие спутники с кратким описанием параметров катушек.

1. AUSTRALIS – 1 [1] - спутник, разработанный Australian Space Research Institute, относится к классу микроспутников. Выведен на орбиту в 1996 году. Общая масса порядка 50 кг. Спутник имеет форму куба с ребром около 0,36 м. Катушки расположены на всех шести гранях спутника. Параметры для расчета катушек следующие: напряжение - $V=14$ В, удельное сопротивление провода - $r=0,2893$ Ом·м, напряжение поля на экваторе - $B=20\,000$ нТ. Расчетное значение создаваемого дипольного момента равно $4,35$ Ам².

2. Спутник UoSat - 2 [2] выведен на орбиту в 1984 году. Активное управление осуществлялось с помощью токовых катушек. Размеры корпуса спутника - $0,36 \times 0,36 \times 0,59$ м³, масса 61 кг. На спутнике было установлено шесть токовых катушек, четыре из них попарно расположены на противоположных боковых гранях. Каждая из них имела 100 витков провода 30AWG, размер катушки - $0,54 \times 0,34$ м² и сопротивление - 50 Ом, ток - 0,14 А или 0,56 А в зависимости от способа коммутации. Оставшиеся две катушки имели по 200 витков, сопротивление по 200 Ом, размер - $0,34 \times 0,34$ м². Ток через катушку - 0,18 А.

3. HokieSat [3] – разработка студентов из Virginia Tech. Имеет форму правильной шестиугольной призмы с большим диаметром (сечения) 0,5 м и высотой 0,3 м. Одна катушка в форме шестиугольника установлена на верхнем основании призмы. Количество витков намотки равняется 80, внутренний диаметр равен 0,145 м. На смежных сторонах перпендикулярно друг другу установлены еще 2 катушки по 133 витка каждая. Эти катушки имеют размеры $0,18 \times 0,23$ м². При приложенном напряжении в 3,3 В (мощность 0,75 Вт) каждая катушка вырабатывает дипольный момент до 0,9 Ам². Общий вес катушек составляет 0,57 кг.

4. DTU Sat [4, 5] – первый спутник из серии CubeSat, разработан в Technical University of Denmark. В соответствии с концепцией CubeSat спутник имеет размеры $0,1 \times 0,1 \times 0,1$ м³ и его масса не должна превышать 1 кг. Спутник был запущен в 2003 г. В качестве магнитной системы управления используются три катушки, расположенные на боковых сторонах каркаса. Диаметр каждой катушки равен 0,07 м. Количество витков в каждой катушке равно 475. Вес одной катушки равен 0,012 кг. Максимальный дипольный момент, создаваемый одной катушкой, равен 0,035 Ам².

С целью проверки работоспособности всех систем спутника, а также для достижения максимальной эффективности их работы на орбите необходимо проведение серии наземных экспериментов. Для отработки алгоритмов управления спутником с магнитной системой ориентации можно использовать стенд, содержащий имитатор геомагнитного поля земли. В лабораторных условиях создается магнитное поле, в которое помещается макет спутника, подвешенный вблизи центра масс. Для тестирования алгоритмов управления спутников предлагается система управления с помощью токовых катушек. Прежде чем помещать катушки на макет спутника, нужно рассчитать параметры по массе и энергопотреблению и откалибровать, что необходимо для нормальной работы стенда. Первая задача, которая стоит перед нами, это выбор типа катушки. Катушки могут быть плоские или вытянутые в зависимости от соотношения между диаметром и длиной, с сердечником или без него. Выбрав тип катушки, можно рассчитывать остальные параметры, такие как количество витков, диаметр проволоки обмотки и так далее.

В работе предлагается общий теоретический материал по расчету токовых катушек, также приведены примеры расчетов реальных катушек, используемых на макете спутника. Основной целью работы является расчет параметров катушек - количество витков, потребляемая мощность, масса катушки, а также оптимизация данных величин под конкретно поставленные ограничения по массе и энергопотреблению.

Расчет параметров электромагнитного исполнительного органа.

В настоящем разделе проведем расчеты катушки непосредственно для макета спутника.

Исходные данные:

- максимальное напряжение источника – 7,4В;
- требуемый момент - порядка 1 Ам²;
- общая масса трех катушек - не более 0,3 - 0,36 кг;
- длина ребра макета спутника – 0,1 м.

Характеристики меди:

$\rho = 8,9 \cdot 10^3$ [кг/м³] – плотность меди,

$\rho = 0,0175 \cdot 10^{-6}$ [ом · м] – удельное сопротивление меди.

Из формул и получаем:

$$\rho \tilde{\rho} = 0,16 \cdot 10^{-3} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} m = 5,8 \cdot 10^{-4} \frac{N}{U} \\ W = 20 \frac{U}{N} \\ S_r = \frac{4\rho m_m}{U1} = 1,5 \cdot 10^{-7} \frac{1}{U} \end{array} \right\} \quad (3.1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m = 5,8 \cdot 10^{-4} \frac{N}{U} \leq 0,06 \text{ кг} \\ W = 20 \frac{U}{N} \leq 0,3 \text{ Вт.} \end{array} \right\}$$

Далее, получим следующие ограничения на количество витков катушки: N=630-700. Откуда при заданном значении максимального напряжения следуют N=650. Получили совместное условие на количество витков. Выбор количества витков зависит от того, какую величину нам желательнее уменьшить - массу или энергопотребление.

Таким образом, мы приходим к следующим выводам:

- материалом катушки следует брать медь;
- удельная масса меди - $8,9 \cdot 10^3$ [кг/м³];
- удельное сопротивление - $1,75 \cdot 10^{-8}$ [Ом·м];
- масса провода - 0,038331 [кг];
- объем провода - $4,3069 \cdot 10^{-6}$ [м³];
- площадь поперечного сечения провода - 0,010442 [мм²];
- диаметр провода - 0,15 [мм];
- длина провода - 265,3 [м];
- число витков - 650;
- сопротивление провода - 520 [Ом];
- ток в катушке - 0,014 [А];
- диаметр витка - 0,4082 [м];
- напряжение на катушке равно 7,4 [В];
- магнитная проницаемость эбонита - 1,000014.

Уменьшать количество витков за счет уменьшения дипольного момента нельзя, так как при этом уменьшится и площадь сечения обмотки. Посмотрим, как изменятся результаты, если бы диаметр проволоки был равен d=0,3мм, тогда площадь поперечного сечения будет равна S=0,071. Ранее было показано, что значение дипольного момента около 0,1 Ам². Площадь сечения проволоки: $S_r = 4\rho m_m / U1$. Считая, что диаметр катушки l=0,4 м, найдем момент, который можем получить на такой системе: $m_m = 0,1$ Ам².

В качестве материала для каркаса катушек используется эбонит (его плотность - 1150-1680 кг/м³). Это позволяет уложиться в нужную массу и размеры спутника, а также увеличивает магнитный поток за счет парамагнитных свойств вещества (магнитная про-

нищаемость эбонита - 1,000014). Каркас выточен из пластины толщиной 10 мм, а ширина обмотки составляет 6 мм. Внутренний диаметр каркаса равен 0,065 м, отступы на «щечки» - 5 мм. Отход от планируемого значения 0,065 м возник из-за необходимости укладывать проволоку в ограниченный размер по высоте катушки. Общая масса такой конструкции каркаса и обмотки по расчетам будет достигать величины порядка 0,07-0,08 кг (рис. 1.)



Рисунок 1

Диаметр проволоки, используемой для намотки катушек, равен 0,1 мм. Сопротивление всей катушки - 520 Ом. Дипольный момент от каждой катушки равен $0,6 \text{ Ам}^2$, количество витков равно 650.

Отдельная катушка и расположение одной из катушек на макете спутника показаны на рис. 1 и 2 соответственно.

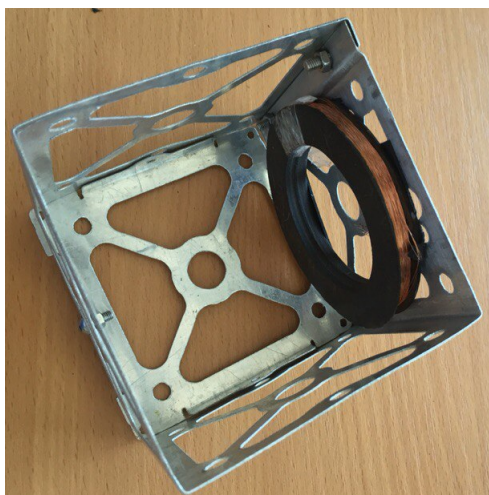


Рисунок 2 - Макет спутника с установленной катушкой

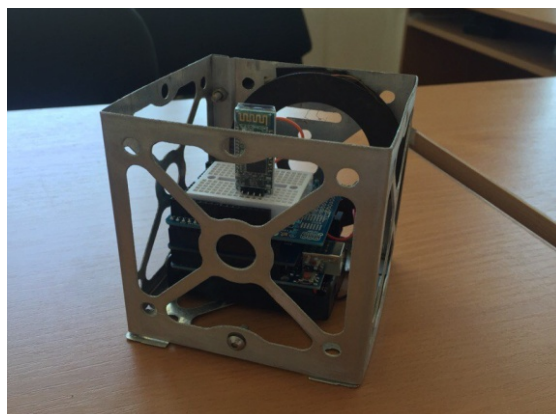


Рисунок 3 - Макет наноспутника с установленным электромагнитным исполнительным органом

В работе приведены примеры различных параметров магнитных катушек и установлены зависимости между ними. Проведены расчеты катушек для макета спутника. Итог расчетов:

- Для намотки катушек выбрана проволока диаметром 0,15 мм.
- Внутренний диаметр катушки – 65 мм без учета многослойности, намотка слоев и учет изоляции дает еще около 3-7 мм. Тем самым, края каркаса выступают на 4 мм с каждой стороны.
- Высота катушки зависит от количества намотанных слоев, но не может превышать 10 мм за счет ограничений со стороны каркаса и составляет 6 мм.
- Количество витков - не менее 650.
- Масса обмотки для каждой катушки будет в таком случае около 0,025 кг. Суммарная масса одной катушки – 0,084 кг.
- Создаваемый катушкой дипольный момент – 0,9 Ам².
- Длина проволоки для обмотки одной катушки - не более 265,3 м. На намотку всех трех катушек затрачено около 796 м проволоки.
- Расчетное сопротивление каждой катушки - 520 Ом.
- Измеренное сопротивление катушек - около 530 Ом.
- Магнитная проницаемость эбонита - 1,000014.

Список литературы

1. www.asri.org.au/ASRI/research/satellite/australis/19acs.doc.
2. Ovchinnikov M.Yu., Small Satellites in Russia and in the World: Current State, Journal for Space Communications, 1995, V.13, N 1, pp. 45-50.
3. www.aoe.vt.edu/~cdhall/papers/aas01-311.pdf.
4. microsat.sm.bmstu.ru/e-library/Algorithms/CommonDesign/dtu_torsten.pdf.
5. <http://www.dtusat.dtu.dk>.
6. www.acfr.usyd.edu.au/projects/development/aerospace/CASsat/AD&C/.
7. www.particle.kth.se/~fmi/hugin/publ/HUGIN11.html.
8. Овчинников М.Ю. Проектирование имитатора геомагнитного поля в составе лабораторного стенда для отработки способов управления ориентацией микроспутников / М.Ю. Овчинников, Е.А. Цветков. – Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. – № 55. – Москва, 2005.
9. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Электричество. – М.: Физматлит МФТИ, 2002. – Т. 3.
10. Калашников С.Г. Электричество. – Наука, 1970.
11. Коваленко А.П. Магнитные системы управления космическими летательными аппаратами. – М.: Машиностроение, 1975.

Получено 02.02.2017

УДК 504.062.2 (574.42)

Г.К. Садыкова, Д. Ерболатулы, И.А. ОчередыкоВосточно-Казахстанский государственный университет им. С. Аманжолова,
г. Усть-Каменогорск**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО АВТОНОМНОГО ДОМА
В ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА**

Сегодня применение систем автономного энергоснабжения в мобильном домостроении не является новшеством. На мировом рынке представлены разные виды мобильных автономных домов, к примеру мобильный дом КИБОР контейнер, Экокапсула (Ecoscapsule) – мобильный энергонезависимый экодом, автономное мини-жилище в форме яйца от компании NiceArchitects, мобильные дома-трансформеры компании Dahir Insaat и т.п. В работах [1-5] рассмотрены разновидности и классификация мобильных жилищ, а также выявлены особенности проектирования и возведения мобильного жилья. В статье [6] приводятся примеры энергоэффективных домов с применением ВИЭ.

Согласно проведенному обзорному исследованию, показанному в работе [7], выявлена возможность комплектации мобильного дома светодиодным освещением, солнечными батареями, ветрогенератором, а также биогазовым котлом. Отличительным преимуществом мобильного дома можно назвать высокую энергоэффективность, получаемую путем внедрения в систему альтернативных источников энергии элементов «умного» управления.

Наша задача состоит в проектировании мобильного «умного» дома с автономным энергоснабжением, подходящего для природно-климатических условий Восточного Казахстана. Климат Восточного Казахстана резко континентальный с большими сезонными и суточными перепадами температур. Минимальные температуры января, по данным г. Усть-Каменогорска, колеблются от -27°C до -33°C [8]. Количество пасмурных дней в году - 180 [9]. Продолжительность светового дня в течение года - 9-14 часов [10]. Показатели солнечной радиации на горизонтальную поверхность по ВКО [11] приведены в таблице.

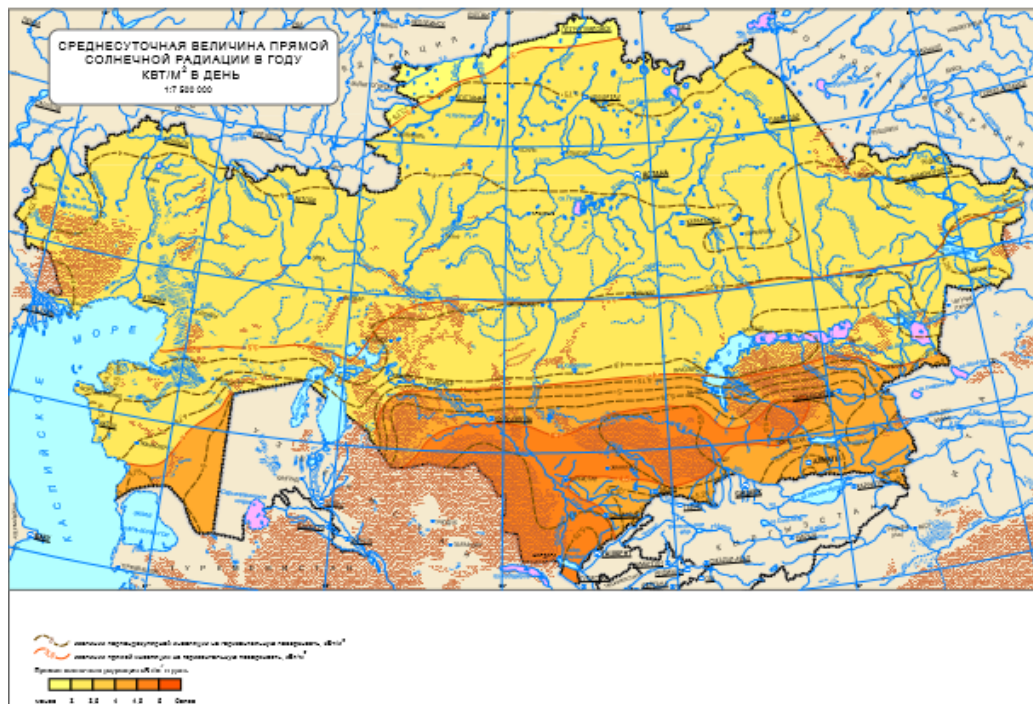
Суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/м²

| | январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь |
|---------------------|--------|---------|------|--------|-----|------|------|--------|----------|---------|--------|---------|
| Восточный Казахстан | 142 | 230 | 418 | 536 | 687 | 716 | 702 | 582 | 436 | 245 | 143 | 107 |

В климатических условиях Восточного Казахстана наибольшее распространение могут получить дома в форме юрты, так как отапливаемая площадь значительно меньше, а прочность выше, чем у дома прямоугольной формы. Преимуществом такой формы дома являются минимальные теплотери, что очень важно для нашего региона.

Кроме того, возможность эксплуатации подобных домов обуславливается наличием ветрового и солнечного потенциала Восточного Казахстана. Так, среднесуточная величина прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность составляет примерно

3-3,5 кВт/м²/сут. (рис. 1) [12], ветровой потенциал мощности составляет 8400 МВт, средняя скорость ветра 6 м/с, местами 7-8 м/с, ветровой потенциал электроэнергии – 22100 ГВт [9].



*Интернет-ресурс <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>

Рисунок 1 – Среднесуточная величина прямой солнечной радиации в году кВт/м² в день

По проведенным нами расчетам мобильный дом с площадью 32 м², запроектированный по максимальным требованиям энергоэффективности, в среднем в день потребляет 1,3-1,8 кВт электроэнергии на работу электробытовых приборов и 3,66 кВт тепловой энергии на отопление. В зимнее время года при наружной температуре -35 °С максимальная потребность мобильного дома в энергии составляет около 5 кВт.

Мобильный дом с общей площадью 32 м², из них жилой площади 16 м², основой дома является металлический складной каркас. Стены и крыша сделаны из сэндвич-панелей с утеплителем (рис. 2). При этом форма крыши будет в виде зонта, а стены в виде цилиндра. В качестве утеплителя используется натуральная минерально-базальтная вата. Выбор сэндвич-панелей в качестве основного материала сборки мобильного дома обусловлен высоким теплоизоляционным свойством сэндвич-панелей, панель с толщиной 17,4 см заменяет 2,5 метра кирпича, сборка производится очень быстро и просто, легко транспортируется. Материал полов предлагаем изготовить из древесно-полимерного композита, выпускаемого ТОО KazWoodGroup (г. Усть-Каменогорск) из отходов древесины с добавлением полиэтилена и ряда добавок. Этот материал, не подвергающийся гнили, нами модифицирован и исследован [13]. Модификация состава материалов дала не только улучшение качества против горючести материала, но и улучшение таких свойств как плотность, прочность и водопоглощение.

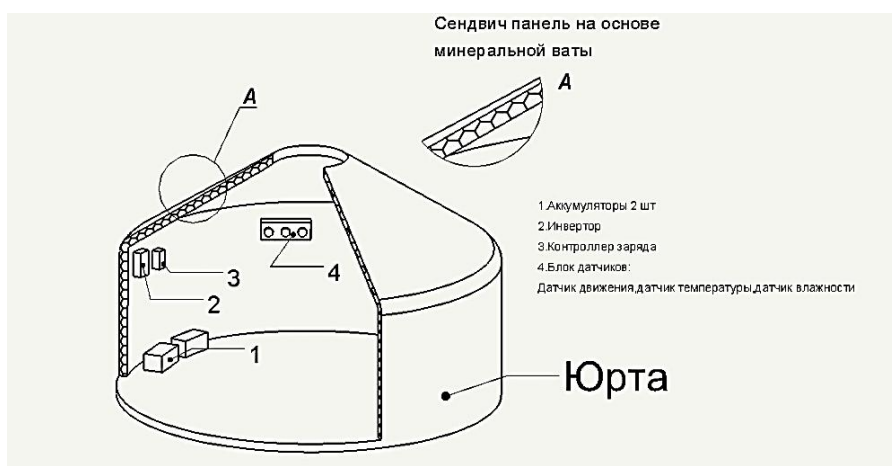


Рисунок 2 – Схема размещения электрооборудования и датчиков «умной» системы

При этом система автономного электроснабжения мобильного дома, компоновка конструктивных элементов солнечных и ветровых установок отвечает требованиям мобильности. При эксплуатации электрические устройства системы электроснабжения размещаются максимально близко друг к другу внутри помещения при температуре 5-20 °С, при транспортировке для удобства перемещаются в одном контейнере.

Система солнечного автономного электроснабжения включает в себя: солнечные поликристаллические панели, солнечные коллекторы, контроллер заряда 50 А, инвертор и аккумуляторы напряжением 24 В. Солнечные панели и коллекторы устанавливаются на земле на опорной раме с ориентацией на юг под углом (для Усть-Каменогорска) в зимнее время года $49^{\circ}+15^{\circ}$, а в летнее – $49^{\circ}-15^{\circ}$. Энергия, вырабатываемая солнечными коллекторами, обеспечивает помещение отоплением и горячей водой. Также основным элементом системы электроснабжения мобильного дома является ветрогенератор вертикального типа с усилителем ветра, разработанный в работе [14]. Преимуществом является возможность работы ветрогенератора при малых скоростях ветра (при средней скорости ветра 4 м/с и выше), что немаловажно для нашего региона. Мощность при скорости ветра в 4 м/с 383 Вт, что позволяет обеспечить бесперебойным электропитанием даже в безветренные дни.

Исходя из формулы (1) статьи [15], выработка энергии фотоэлектрической панели отечественного производства с мощностью 310 Вт равна $0,4 \text{ кВт/м}^2$ в день в зимнее время. Таким образом, в зимнее время для обеспечения электроэнергией мобильного дома необходимо установить 2 поликристаллических панели (4 м^2) с установленной мощностью 310 Вт и 1 ветрогенератор мощностью 400 Вт. А в самые холодные дни Восточного Казахстана для обеспечения проектируемого мобильного жилья тепловой энергией потребуется установить солнечные вакуумные коллекторы площадью $3,5-4 \text{ м}^2$.

Дополнительно к солнечной и ветровой энергетической системе можно использовать небольшой котел на биогазе. В качестве сырья в данном случае применяются пищевые отходы и навоз влажностью менее 55%.

В доме используются светодиодные осветители (рис. 3). Основным преимуществом светодиодных ламп является энергоэффективность, т.е. потребляемая от сети мощность будет в 7-10 раз ниже, чем в случае использования обычной лампы накаливания. Для внутреннего [16] и наружного [17] освещения будут применяться светодиодные лампы, разработанные сотрудниками ВКГУ им. С. Аманжолова (рис. 3).

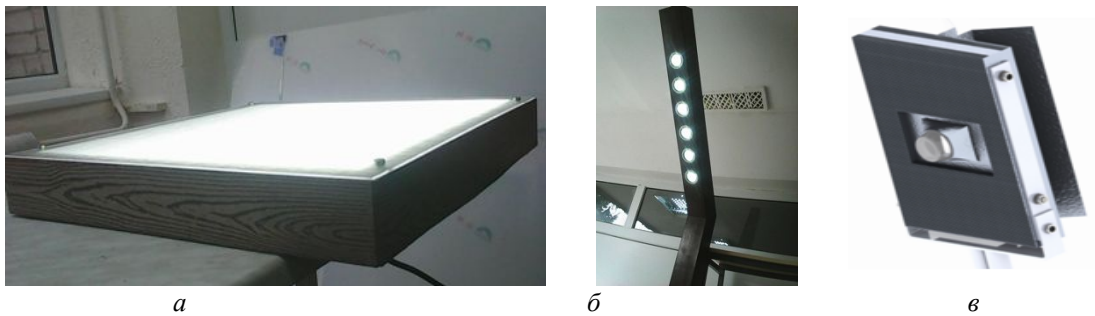


Рисунок 3 – Светодиодные лампы производства ВКГУ им. С. Аманжолова:
а - внутренняя потолочная лампа; б – уличный фонарь; в - уличный осветитель

Описание работы приведенной выше системы:

1. Выработка электроэнергии солнечными панелями и ветрогенератором.
2. Выработка тепловой энергии солнечными вакуумными коллекторами.
3. Аккумуляция электроэнергии в гелиевых аккумуляторах.
4. Преобразование электроэнергии. Электричество из аккумуляторной станции поступает в инвертор, где постоянный ток преобразуется в переменный (220 В/50 Гц).
5. Программируемый контроллер управляет работой датчиков.

Выбор оптимального варианта элементов системы автономного электроснабжения из представленных на рынке устройств осуществляется на основании сравнительного анализа характеристик и показателей проектируемой системы. При комплектации автономной системы электроснабжения учитываются технические параметры системы и экономические факторы.

Итак, основные критерии при выборе электроустановок системы: требуемая мощность системы – 5 кВт·ч; напряжение постоянного тока – 24 В; напряжение переменного тока – 220 В; пиковая мощность подключаемой нагрузки – 1600 Вт; небольшой вес и площадь системы.

Для проектируемой системы электроснабжения следует применить электроустановки с КПД не менее 92%. Для выбора аккумулятора необходимо сделать следующие расчеты:

$$C=3000/24 \times 1,2=150 \text{ А} \cdot \text{ч}, \quad (1)$$

где 3000 - общее потребление электроэнергии, 24 – напряжение, 1,2 - потери в инверторе (20%).

Согласно расчетам по формуле (1) для нашей системы необходимо 2 аккумулятора с емкостью 200 А·ч, при этом номинальное напряжение в соответствии с напряжением инвертора должна быть 24 В. При необходимости можно установить в доме сухие туалеты, а также переносной душ (потребляемая мощность 45 Вт).

В целях предотвращения нерационального использования энергоресурсов в доме используется «умная» (интеллектуальная) система управления. Интеллектуальная система представляет собой управление освещением, обнаружение и диагностику неисправностей, которые осуществляются с помощью датчиков температуры, света, влажности и обнаружения движения. При использовании «умной» системы уменьшаются эксплуатационные расходы, повышается эффективность использования энергии. В отличие от конструктивных мер, автоматизация – менее трудоемкое и более дешевое средство улучшения энергоэффективности. Умный дом вполне доступен по стоимости и может решать многие проблемы населения. Алгоритм работы систем домашней автоматизации можно модернизировать в соответствии с постепенно появляющимися изменениями.

По результатам исследований можно сделать вывод, что грамотно спроектированная комплексная солнечно-ветровая система вполне может обеспечить мобильный дом электрической и тепловой энергией для комфортного проживания в природно-климатических условиях Восточного Казахстана.

Список литературы

1. Погонин А.О. Особенности проектирования солнечных домов на примере международного конкурса SolarDecathlon-2009.
2. Мироненко В.П. Мобильное жилье как функционально-типологическая разновидность индустрии современного домостроения / В.П. Мироненко, Т.А. Цымбалова // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2015. – № 9 (210). – 55-70 с.
3. Пат. № 2460863. Мобильный солнечный дом / С.В. Ильвицкая, С.А. Лашин, И.Г. Токарев. – Россия, 2012.
4. Пат. на полезную модель № 90103. Мобильное здание с альтернативным теплоэлектро-снабжением / А.М. Шангараев, П.Т. Харитонов. – Россия, 2009.
5. Пат. на полезную модель № 65926. Энергоэффективное здание «ЭКОДОМ SOLAR-5» / П.А. Казанцев. – Россия, 2007.
6. Витвицкая Е.В. Альтернативные источники энергии в современной архитектуре / Е.В. Витвицкая, Т.Н. Бочевар // Теория градостроительства и архитектурного проектирования. – С. 127-135.
7. Садыкова Г.К. Создание автономной мобильной юрты с применением возобновляемых источников энергии / Г.К. Садыкова, Д. Ерболатулы, Н. Кантай // Сб. мат. Республ. НПК молодых ученых и студентов «Миссия молодежи в глобальном научном пространстве: проблемы и горизонт возможностей». – Усть-Каменогорск: ВКГУ им. С. Аманжолова. – 2015. – С. 329-334.
8. Источник <https://ru.wikipedia.org/>
9. Surface meteorology and Solar Energy A renewable energy resource web site (release 6.0). – Режим доступа: <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>
10. <http://travel.org.ua>.
11. Умбетбеков А.Т. Изучение особенностей солнечного излучения регионов Казахстана / А.Т. Умбетбеков, Д.А. Аманкос, А.Т. Исанбекова и др. // Вестник КазНТУ. – 2015. – № 3. – С. 136-142.
12. Surface meteorology and Solar Energy A renewable energy resource web site (release 6.0). – Режим доступа: <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>
13. Ерболатулы Д. Исследование свойств древесно-полимерного композита как перспективного строительного материала / Д. Ерболатулы, Б.Б. Темірбекова, Б.Н. Азаматов и др. // Вестник ВКГТУ им Д. Серикбаева. – 2016. – № 2. – С. 106-110.
14. Жүніскенов Е. Разработка эффективной ветроэнергетической установки вертикального типа с усилителем ветра / Е. Жүніскенов, Б. Эрикұлы, Д.Д. Ерболат и др. // Сб. мат. Республ. НПК молодых ученых и студентов «Миссия молодежи в глобальном научном пространстве: проблемы и горизонт возможностей». – ВКГУ им. С. Аманжолова. – 2015. – С. 123-127.
15. Умбетбеков А.Т. Изучение особенностей солнечного излучения регионов Казахстана / А.Т. Умбетбеков, Д.А. Аманкос, А.Т. Исанбекова и др. // Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева. – 2015. – № 3. – С. 136-142.
16. Ерболатулы Д. Светодиодная лампа мощностью 100 Вт / Д. Ерболатулы, С.Е. Сабиев // Материалы Междунар. школы-семинара «Инновационные технологии и исследования, направленные на развитие зеленой энергетики и глубокую переработку продукции». – ВКГУ им. С. Аманжолова. – 2013. – С. 34.
17. Алдажаров Д.Б. Разработка и исследование энергосберегающих светодиодных устройств для наружного освещения / Д.Б. Алдажаров, Д.Д. Ерболат, Д. Ерболатулы и др. // Сб. мат. Республ. НПК молодых ученых и студентов «Миссия молодежи в глобальном научном пространстве: проблемы и горизонт возможностей», – Усть-Каменогорск: ВКГУ им. С. Аманжолова. – 2015. – С. 7-10.

Получено 02.02.2017



УДК 504.75

Н.С. Саликова, С.И. Ковалев

Кокшетауский университет им. А. Мырзахметова, г. Кокшетау

**О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ ПОЧВ В РАЙОНЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОЛОМИТОВ
АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Современные тенденции антропогенного воздействия на природную среду вызывают необходимость контроля состояния объектов окружающей среды с целью своевременного ограничения техногенного давления. Важной задачей в охране окружающей среды является создание условий для сохранения природного равновесия. Почвы, как неотъемлемая часть экосистем, играют существенную роль в природной саморегуляции, нейтрализуя значительные количества токсикантов, поступающих в почвы в результате атмосферных выпадений, водных потоков, размещения отходов и пр. О ненарушенности техногенных ландшафтов и восстановлении почвенных функций можно судить по сохранности гумусово-аккумулятивного горизонта и отсутствию в нем токсикантов в концентрациях, превышающих допустимые нормы [1-3].

Потребности экономики в природных ресурсах приводят к увеличению масштабов разработки месторождений полезных ископаемых, увеличению объемов размещаемых на почве вскрышных пород, ухудшению их экологического состояния. Особенно актуальной эта проблема является для Казахстана, где наблюдаемая в районах добычи минерального сырья сложная экологическая обстановка усугубляет существующую в республике проблему деградации и опустынивания земель [4-6].

Цель исследования – оценка современного состояния почв в районе разработки Алексеевского доломитового рудника (АДР) по содержанию гумуса и некоторых химических элементов.

Материалы и методы. Оценка уровня загрязненности почв Алексеевского доломитового рудника проведена в соответствии с «Методическими указаниями по определению уровня загрязнения компонентов окружающей среды токсичными веществами отходов производства и потребления» [7]. Оценочные критерии почв осуществили в сравнении с транслокационными ПДК, отражающими переход загрязняющих веществ (ЗВ) из заскладированных отходов производства в почву и последующее биологическое поглощение ЗВ из почвы растениями.

Определение химического состава почв и отвалов вскрышных пород осуществляли методом спектрального анализа с идентификацией 18 химических элементов. Отбор проб осуществляли в начале осени, т.е. в период наибольшего накопления в почве водорастворимых солей и загрязняющих веществ.

Определение уровня загрязнения компонентов окружающей среды (ОС) токсичными веществами отходов производства осуществили на основе суммарных показателей состояния почвенного покрова (Z_c) на границе санитарно-защитной зоны промышленной площадки. Расчет суммарного показателя загрязнения Z_c выполняли по формуле:

$$Z_c = \sum K_c - (n - 1),$$

где $K_c = \frac{C_i}{ПДК_i}$ – отношение реальных концентраций элементов к их ПДК; n – количество элементов, превышающих ПДК.

Состояние окружающей среды оценивали на основе следующих критериев [7, с. 7-8]:

- допустимое, при котором содержание отдельных ЗВ превышает фоновое, но не превышает ПДК ни в одном из компонентов ОС;
- опасное, при котором содержание отдельных ЗВ в некоторых компонентах ОС превышает ПДК (ЗВ 1-2 класса опасности - до 5 ПДК, ЗВ 3-4 класса – до 10-50 ПДК);
- критическое, при котором превышение ПДК для всей ассоциации ЗВ в некоторых компонентах ОС принимает массовый характер (ЗВ 1-2 класса опасности - от 5 до 10 ПДК, ЗВ 3-4 класса – до 20-100 ПДК);
- катастрофическое, при котором содержание ЗВ превышает ПДК во всех компонентах ОС (ЗВ 1-2 класса опасности - более 10 ПДК, ЗВ 3-4 класса – более 20-100 ПДК).

Результаты и их обсуждение. Алексеевский доломитовый рудник в составе Соколовско-Сарбайского горнообогатительного производственного объединения расположен в Республике Казахстан: Акмолинская область, Зерендинский район, поселок Алексеевка. АДР является горнодобывающим предприятием, занимающимся добычей доломита из недр и переработкой его на дробильно-сортировочной фабрике и на дробильно-сортировочных комплексах с целью получения товарного доломита (дробленый и рассортированный) для агломерационного, сталеплавильного и огнеупорного производств металлургических комбинатов.

Промышленная площадка оказывает воздействие на почвы в районе разработки месторождения и почвы прилегающих территорий. При определении воздействия на почвы Алексеевская площадка рассматривается как единое целое, охватывающее карьер, отвалы вскрышных пород, промышленные зоны и остальные вспомогательные производства. К основным производственным объектам АДР, как источникам негативного воздействия на почвы, относятся карьер, 3 отвала пустых пород, 3 склада строительного камня.

Территория, прилегающая к промышленным площадкам предприятия с севера, востока и юга, не содержит природных компонентов высокой ценности, занята, в основном, заболоченными участками, изреженными березовыми колками. В оротографическом отношении район месторождения находится на севере Центрально-Казахстанского поднятия, характеризующегося мелкосопочным и слабовсхолмленным рельефом. Почвообразующими породами являются делювиально-пролювиальные, аллювиальные отложения, наиболее распространены суглинки. Несмотря на незначительное расчленение рельефа, наблюдается большая комплексность почв: мало-гумусовые, лугово-степные, солонцы и др.

Изучаемую площадь занимают чернозёмные почвы, занятые на нераспаханных участках разнотравно-красноковыльной растительностью. Прилегающие к участку земли представлены черноземами обыкновенными южными, средне- и маломощными. Эти почвы формировались под типчаково-ковыльной растительностью в южной части степной зоны. Почвообразование происходит на лёссах и лёссовидных породах, на бурых и красно-бурых тяжелых суглинках, на сыртовых суглинках, содержащих до 5% карбонатов и легкорастворимые соли, на коренных породах (известняках) и продуктах разрушения коренных и осадочных пород [8].

Содержание гумуса в почвах прилегающих территориях с момента разработки месторождения существенно не изменилось, если ранее его содержание варьировалось в пределах 4-9%, то в настоящее время составляет, в среднем, 8,7% в горизонте А. Результаты анализов почв на содержание гумуса и механический состав по Алексеевскому руднику представлены в табл. 1 (пробы почв отобраны во всех случаях на глубине 10-20 см).

Таблица 1

*Содержание гумуса и механический состав почв в районе
Алексеевского доломитового рудника, %*

| № пробы | Содержание гумуса | Песок по фракциям: | | Пыль по фракциям: | | |
|---------|-------------------|--------------------|--------------|-------------------|---------------|-----------------|
| | | 1-0,25 мм | 0,25-0,05 мм | 0,05-0,01 мм | 0,01-0,005 мм | 0,005- 0,001 мм |
| 1 | 7,54 | 11,80 | 32,08 | 28,14 | 6,60 | 7,80 |
| 2 | 9,7 | 6,99 | 30,15 | 30,14 | 9,04 | 10,72 |
| 3 | 8,82 | 5,29 | 16,31 | 24,00 | 8,96 | 15,36 |

Был оценён современный химический состав почв в районе влияния АДР по содержанию 18 химических элементов. При этом был проведен анализ не только почв по 6 локальным точкам на границе санитарно-защитной зоны, но и проб, отобранных из отвалов вскрышных пород, по 4 точкам (табл. 2, 3).

Таблица 2

*Результаты спектрального анализа проб,
отобранных из отвалов вскрышных пород (мг/кг)*

| № проб | Be | B | Mn | Pb | Ga | V | Sr | Mo | Bi |
|--------|----|-----|------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| ОВП 1 | 2 | 300 | 100 | 50 | 15 | 150 | 100 | 1 | 2 |
| ОВП 2 | 1 | 100 | 300 | 20 | 8 | 60 | 150 | 1 | - |
| ОВП 3 | 1 | 100 | 200 | 40 | 10 | 80 | 100 | 1 | - |
| ОВП 4 | 2 | 100 | 1000 | 5 | 20 | 150 | 150 | 1 | 2 |
| № проб | Cr | Co | Ni | Li | Cu | Y | Yn | Zn | P |
| ОВП 1 | 80 | 10 | 20 | - | 40 | 40 | 2 | 60 | 500 |
| ОВП 2 | 40 | 30 | 50 | - | 40 | 30 | - | 100 | - |
| ОВП 3 | 40 | 10 | 30 | - | 30 | 20 | - | 80 | - |
| ОВП 4 | 10 | 10 | 20 | 30 | 40 | 30 | 2 | 60 | - |

Таблица 3

*Результаты спектрального анализа проб почв
на границе санитарно-защитной зоны (мг/кг)*

| № проб | Be | B | Mn | Pb | Ga | V | Sr | Mo | Bi |
|--------|-----|----|------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| Д 1 | 1,5 | 40 | 800 | 12 | 12 | 80 | 100 | 2 | 0,6 |
| Д 2 | 2 | 40 | 1200 | 10 | 10 | 100 | 150 | 2 | 0,6 |
| Д 3 | 1,5 | 30 | 2000 | 10 | 10 | 150 | 100 | 2,5 | 0,6 |
| Д 4 | 1,5 | 50 | 600 | 12 | 15 | 80 | 150 | 1,5 | 0,6 |
| Д 5 | 2,5 | 40 | 400 | 15 | 15 | 80 | 100 | 2 | 0,8 |
| Д 6 | 1,5 | 50 | 500 | 20 | 15 | 80 | 150 | 1,5 | 0,6 |
| № проб | Cr | Co | Ni | Li | Cu | Y | Yn | Zn | P |
| Д 1 | 60 | 15 | 40 | 30 | 30 | 25 | 2 | 60 | 500 |
| Д 2 | 50 | 20 | 30 | 20 | 40 | 25 | 2 | 60 | 600 |
| Д 3 | 80 | 40 | 50 | 25 | 50 | 30 | 3 | 80 | 400 |
| Д 4 | 60 | 12 | 30 | 15 | 40 | 30 | 2,5 | 80 | 800 |
| Д 5 | 60 | 12 | 25 | 20 | 40 | 30 | 2,5 | 80 | 500 |
| Д 6 | 80 | 15 | 40 | 25 | 40 | 25 | 2 | 80 | 600 |

Анализ показал, что содержание элементов на границе и в пределах санитарно-защитной зоны в почвенном слое соответствует фону региона, за исключением меди и никеля, и не превышает соответствующих ПДК. Складируемые в отвалах породы по своему составу идентичны образованиям, слагающим район доломитового месторождения.

Так как наибольшую опасность в транслокационном переходе элементов из почвы в растения представляют водорастворимые подвижные формы химических элементов, то посчитали необходимым провести анализ проб отвалов на содержание тяжелых металлов. Анализ показал, что концентрации растворимых форм меди, никеля, кобальта и хрома в пробах, отобранных из отвалов, в 5-10 раз ниже соответствующих ПДК (табл. 4).

Таблица 4

Результаты анализов проб из отвалов по определению подвижных форм элементов, мг/кг

| № проб | Cu | Ni | Co | Cr |
|--------------------|------|------|------|--------------|
| ОВП 1П | 0,06 | 0,35 | 0,19 | не обнаружен |
| ОВП 2П | 0,06 | 0,49 | 0,12 | не обнаружен |
| ОВП 3П | 0,04 | 0,07 | 0,09 | не обнаружен |
| ОВП 4П | 0,06 | 0,14 | 0,12 | не обнаружен |
| ПДК подвижных форм | 3,0 | 4,0 | 5 | 6 |

Отвалы обладают повышенными фильтрационными свойствами, обуславливающими быструю фильтрацию атмосферных осадков. Однако в связи с устойчивостью пород к выветриванию и слабой растворимостью минералов элементы-токсификаты заметного влияния на качество почв не оказывают.

Так как превышение ПДК в почвах по валовому содержанию отмечено по таким элементам, как никель и медь, то расчет суммарного показателя загрязнения осуществили по величинам превышений их концентраций. В результате выполненных расчетов определен суммарный показатель загрязнения почв Алексеевского доломитового рудника, который варьирует в пределах значений 1,3-1,74, среднее 1,62 (табл. 5).

Таблица 5

Расчет уровня загрязнения почвы по Алексеевскому доломитовому руднику

| № проб | Содержание элемента, доли ПДК | | Суммарный показатель загрязнения, Zc |
|--------|-------------------------------|------|---|
| | Cu | Ni | |
| Д 1 | 1,30 | 1,14 | 1,44 |
| Д 2 | 1,74 | 0,85 | 1,74 |
| Д 3 | 1,30 | 0,85 | 1,30 |
| Д 4 | 1,74 | 0,85 | 1,74 |
| Д 5 | 1,74 | 0,71 | 1,74 |
| Д 6 | 1,74 | 1,14 | 1,74 |
| ПДК | 23 | 35 | Среднее - 1,62 |

Согласно РНД 03.3.0.4.01-96, экологическое состояние почв Алексеевского доломитового рудника относится к категории «допустимое», это такая нагрузка, при которой сохраняются структура и функционирование экосистемы с незначительными (обратимыми)

изменениями. По степени загрязненности почв эти территории могут использоваться для возделывания (выращивания) любых сельскохозяйственных культур, при условии контроля качества растительности на содержание тяжелых металлов.

Повышенные содержания меди и никеля объясняются тем, что коренные породы часто выходят на поверхность, образуя невысокие сопки и гряды, делювиальные высыпки. Мощность почвенного слоя колеблется от 1 до 20 см, он представлен супесями и суглинками с мелкой щебенкой различных пород. Цвет темно-серый с желтоватым оттенком. Относительно небольшая мощность рыхлых отложений обуславливает тесную связь геохимического фона элементов в почвах и подстилающих их породах. В районе месторождения широко развиты образования шарыкской свиты, несущей повышенные содержания полиметаллов, в связи с чем местный геохимический фон меди и никеля несколько выше, чем средние кларки этих элементов для почв.

Под площадкой Алексеевского доломитового карьера мощность кайнозойских пород незначительная, на поверхность выходят выветрелые породы шарыкской свиты, аналогичные складированым. При таянии снега и сильных дождях отвалы частично размываются с поверхности. Выносимый материал в виде механической взвеси попадает в почву, но к существенным изменениям для почв и грунтовых вод этот процесс не приведет.

Таким образом, на основании данных о содержании гумуса, элементного анализа почв и отвалов вскрышных пород, комплексной оценки почв в районе разработки доломита установили, что отвалы Алексеевского доломитового рудника несут лишь фоновую нагрузку в регионе. В связи с этим пришли к выводу, что в геохимическом отношении Алексеевский доломитовый рудник не нарушает сложившегося природного равновесия.

Список литературы

1. Трофимов С.С. Гумусообразование в техногенных экосистемах / С.С. Трофимов, Н.Н. Наплекова, Е.Р. Кандрашин и др. – Новосибирск, 1986. – 166 с.
2. Ильин В.Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В.Б. Ильин, А.И. Сысо. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 226 с.
3. Андроханов В.А. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция / В.А. Андроханов, Е.Д. Куляпина, В.М. Курачев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 151 с.
4. Жараспаев М. Влияние выбросов на окружающую среду при разработке месторождений минерального сырья / М. Жараспаев, Е.И. Кульдеев // Вестник КазНУ им. аль-Фараби. – Секция Экология. – № 2. – 2014. – С. 75-80.
5. Абакумов Е.В. Гумусовое состояние почв заброшенных карьерно-отвальных комплексов Ленинградской области / Е.В. Абакумов, Э.И. Гагарина // Почвоведение. – № 3. – 2008. – С. 287-298.
6. Грехнев Н.И. Эколого-геохимические аспекты оценки техногенного загрязнения геосистем горнорудных районов юга Дальнего Востока // Добыча и переработка минерального сырья Дальнего востока. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – С. 32-45.
7. РНД 03.3.0.4.01-96. Методические указания по определению уровня загрязнения компонентов окружающей среды токсичными веществами отходов производства и потребления. – Алматы: Министерство экологии и биоресурсов РК, 1996. – 133 с.
8. Клушев С.Л. Краткие сведения о природных условиях и изученности Кокчетавской области / С.Л. Клушев, В.А. Арефьева, Н.П. Затенацкая и др. – В кн. Природное районирование Северного Казахстана. – М.-Л.: АН СССР, 1960. – 468 с.

Получено 02.02.2017



УДК 613.167:004

Н.В. Аринова, А.Т. КадыролдинаВосточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск**А.Б. Аринова**

Томский политехнический университет, г. Томск

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ЧАСТОТНО-ВЛАЖНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ**

Недостатком большинства математических моделей сыпучих веществ является то, что они не дают возможность получить частотно-влажностные характеристики сыпучих материалов с варьирующимся гранулометрическим составом [1].

В общем виде задача моделирования электрофизических свойств сыпучего вещества сводится к определению интегрального значения полной электропроводности порции сыпучего материала. Для получения математического описания всей порции сыпучего материала из нее выделяется структура, состоящая из двух частиц с разными геометрическими размерами. Эту структуру называем базовой или элементарной структурой сыпучего материала. Будем считать, что из таких элементарных частиц состоит весь объем сыпучего материала. Таким образом, исследуя параметры отдельно взятой частицы, можем судить о параметрах всего объема сыпучего материала. Так как эти параметры применяются для одной отдельно взятой частицы, их условно называют дифференциальными параметрами. Исследуемыми параметрами могут быть удельное сопротивление, удельная проводимость, диэлектрическая проницаемость, микротвердость, плотность, теплоемкость и др. Исследуемыми параметрами сыпучего материала в электрическом поле емкостного датчика являются диэлектрическая проницаемость ϵ или тангенс угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\delta$. Их значения зависят от свойств материала – гранулометрического состава материала, природы частиц сыпучего вещества, содержания влаги в сыпучем материале и других [2].

При построении математической модели поведения сыпучего материала в спектре частот электрического поля реальная хаотическая структура заменяется упорядоченной ей адекватной структурой. Для такой упрощенной структуры получают аналитические выражения и используют их для построения частотно-влажностных характеристик исследуемых материалов в требуемом диапазоне частот [3].

Будем считать, что исследуемый сыпучий материал состоит из двух частиц кубической формы со способом укладки, как показано на рис. 1.

Рассмотрим идеализированную структуру сыпучего материала с таким способом укладки в одной из ортогональных плоскостей (рис. 2).

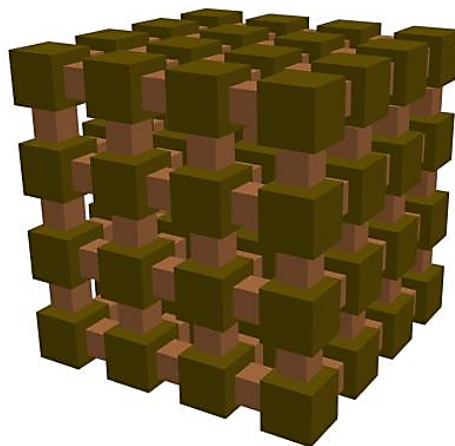


Рисунок 1 – Идеализация формы и укладки частиц сыпучего материала с разными размерами из двух разных материалов

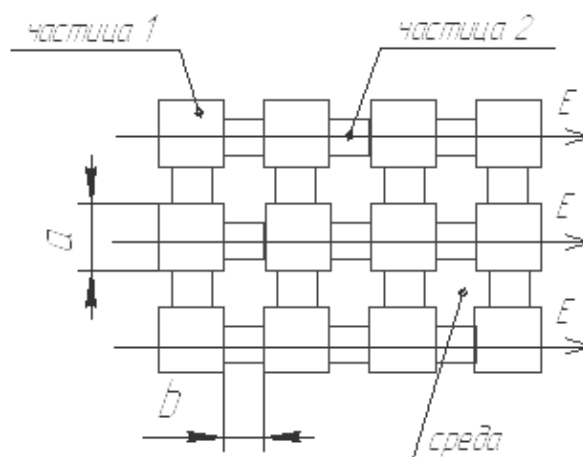


Рисунок 2 - Идеализированная структура сыпучего материала

Для разработки математической модели сыпучего материала принимаем следующие допущения:

- сыпучий материал является гетерогенным двухкомпонентным;
- частицы 1 и 2 соответственно первого и второго компонентов кубической формы и обладают разными размерами;
- распределение влаги по частице равномерное;
- расположение частиц относительно друг друга и вектора напряженности электрического поля E показано на рис. 2;
- между частицами существует некое пространство, наполненное средой со своими электрофизическими свойствами, причем пористость структуры сыпучего материала определяется соотношением геометрических размеров частиц;
- поверхности частиц в направлении вектора напряженности электрического поля эквипотенциальны;

- линии тока в частицах параллельны в направлении вектора E и распределяются в частицах равномерно.

В структуре сыпучего материала на рис. 2 имеются две частицы кубической формы с размерами ребер a и b , причем $a \geq b$ и $a = k \cdot b$. В пространстве между частицами сыпучего вещества находится некая среда. Сыпучий материал в процессе измерения представляет собой капиллярнопористое тело.

Для получения дифференциальных параметров сыпучего материала выбираем участок в его объеме, состоящий из двух частиц и зон их контакта (рис. 3). Частица 2 входит в эту систему целиком в виде куба с ребром b . Частица 1 разделена на две одинаковые половины со сторонами $a/2$ в направлении вектора напряженности электрического поля E . Такое представление системы двух частиц позволяет учитывать при рассмотрении данной системы проводимость частиц и контактных площадок между частицами. Изменение размеров a и b соответствует изменению гранулометрического состава сыпучего материала.

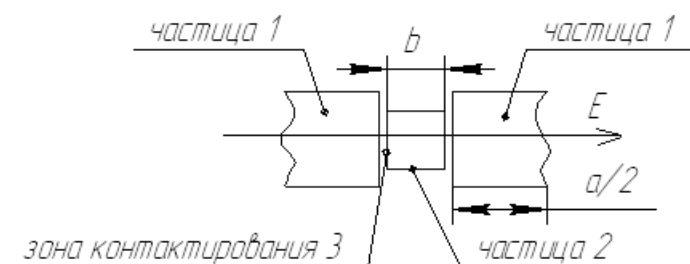


Рисунок 3 – К расчету полной проводимости системы из двух частиц

Разбиваем систему двух частиц на отдельные зоны, для которых активную и реактивную составляющие проводимости находим простыми методами. Назовем зоны 1 и 2 на рис. 3 зонами проводимости частиц 1 и 2, а зону 3 – зоной контакта. При этом две половины зоны 1 считаем целой зоной 1.

Представляем систему двух частиц как последовательное соединение в направлении вектора E . Для учета различных видов поляризации сыпучего материала каждый участок соединения представляем в виде активного сопротивления R и емкости C на нулевой и бесконечной частоте. Для быстро- и медленнопротекающих процессов поляризации принимаем соответственно параллельную и последовательную схемы замещения [4]. Эквивалентная схема замещения системы двух частиц представлена на рис. 4.

Для схемы замещения на рис. 4 приняты следующие обозначения:

R_{11} , R_{21} , R_{31} и R_{41} – соответственно активное сопротивление зон 1, 2, зоны контакта 3 и среды постоянному току;

C_{11} , C_{21} , C_{31} и C_{11}' – соответственно дополнительные емкости между собственными поверхностями зоны 1, зоны 2, площадки контакта 3 и между поверхностями разных частиц 1 за вычетом емкости площадок контакта 3 при постоянном токе в направлении вектора E ;

R_{12} , R_{22} , R_{32} и R_{42} – соответственно добавочные активные сопротивления зон 1 и 2, площадки контакта и среды на бесконечной частоте;

$C_{12}, C_{22}, C_{12}', C_{32}$ – соответственно емкости между поверхностями в направлении вектора E частицы 1, частицы 2, зон разных частиц 1 за вычетом площадки контакта 3 и площадки контакта 3 бесконечно большой частоте переменного тока.

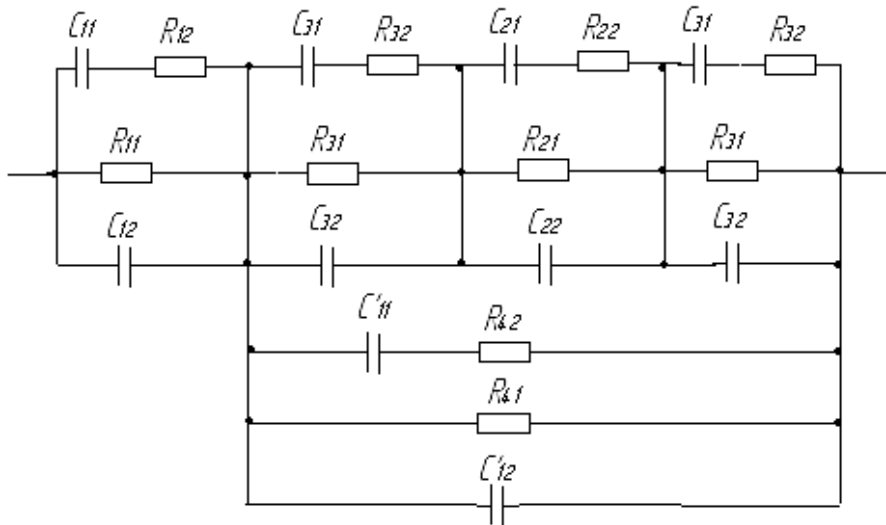


Рисунок 4 – Эквивалентная схема замещения системы двух частиц

Схема на рис. 4 упрощается с использованием формул пересчета активных и реактивных сопротивлений последовательного соединения R и C в параллельное и наоборот [4]. Преобразования выполняются последовательно для каждого участка схемы замещения (рис. 5, 6, 7).

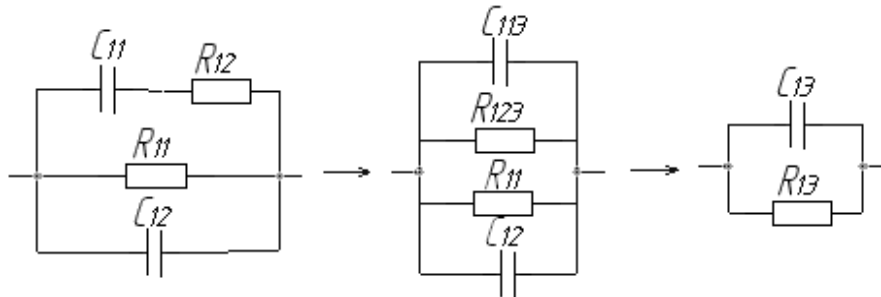


Рисунок 5 - Последовательность преобразования схемы замещения частицы 1

$$R_{123} = R_{12} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{11} R_{12})^2} \right], \quad C_{113} = \frac{C_{11}}{1 + (\omega C_{11} R_{12})^2},$$

$$R_{13} = \frac{R_{123} R_{11}}{R_{123} + R_{11}} = \frac{R_{11} R_{12} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{11} R_{12})^2} \right]}{R_{11} R_{12} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{11} R_{12})^2} \right]}, \quad C_{13} = C_{113} + C_{12} = \frac{C_{11}}{1 + (\omega C_{11} R_{12})^2} + C_{12}.$$

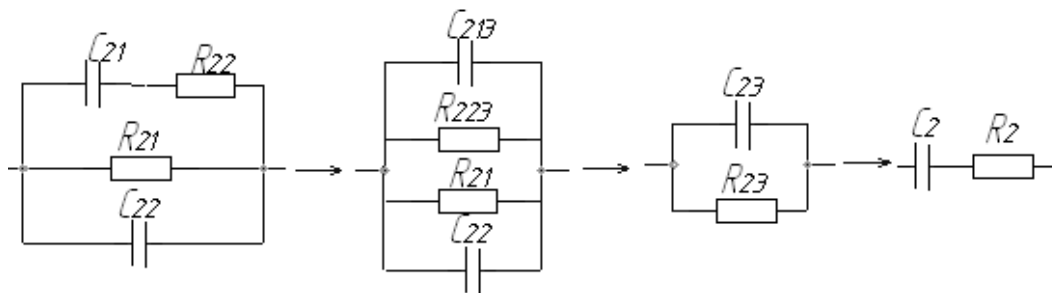


Рисунок 6 - Последовательность преобразования схемы замещения частицы 2
и схемы замещения зоны контакта 3

$$R_{22\vartheta} = R_{22} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{21} R_{22})^2} \right]; C_{21\vartheta} = \frac{C_{21}}{1 + (\omega C_{21} R_{22})^2};$$

$$R_{2\vartheta} = \frac{R_{22\vartheta} R_{21}}{R_{22\vartheta} + R_{21}} = \frac{R_{21} R_{22} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{21} R_{22})^2} \right]}{R_{21} R_{22} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{21} R_{22})^2} \right]}; \quad C_{2\vartheta} = C_{21\vartheta} + C_{22} = \frac{C_{21}}{1 + (\omega C_{21} R_{22})^2} + C_{22};$$

$$R_2 = R_{2\vartheta} \frac{1}{1 + (\omega C_{2\vartheta} R_{2\vartheta})^2} = \frac{R_{21} R_{22} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{21} R_{22})^2} \right]}{R_{21} R_{22} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{21} R_{22})^2} \right]} \cdot \frac{1}{1 + \left[\omega \left(\frac{C_{21}}{1 + (\omega C_{21} R_{22})^2} + C_{22} \right) \frac{R_{21} R_{22} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{21} R_{22})^2} \right]}{R_{21} R_{22} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{21} R_{22})^2} \right]} \right]^2};$$

Для зоны контакта:

$$R_{32\vartheta} = R_{32} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{31} R_{32})^2} \right]; C_{31\vartheta} = \frac{C_{31}}{1 + (\omega C_{31} R_{32})^2};$$

$$R_{3\vartheta} = \frac{R_{32\vartheta} R_{31}}{R_{32\vartheta} + R_{31}} = \frac{R_{31} R_{32} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{31} R_{32})^2} \right]}{R_{31} R_{32} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{31} R_{32})^2} \right]}; \quad C_{3\vartheta} = C_{31\vartheta} + C_{32} = \frac{C_{31}}{1 + (\omega C_{31} R_{32})^2} + C_{32};$$

$$R_3 = R_{3\vartheta} \frac{1}{1 + (\omega C_{3\vartheta} R_{3\vartheta})^2} = \frac{R_{31} R_{32} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{31} R_{32})^2} \right]}{R_{31} R_{32} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{31} R_{32})^2} \right]} \cdot \frac{1}{1 + \left[\omega \left(\frac{C_{31}}{1 + (\omega C_{31} R_{32})^2} + C_{32} \right) \frac{R_{31} R_{32} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{31} R_{32})^2} \right]}{R_{31} R_{32} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{31} R_{32})^2} \right]} \right]^2};$$

$$C_3 = C_{33} \left(1 + \frac{1}{(\omega C_{33} R_{33})^2} \right) = \left[\frac{C_{31}}{1 + (\omega C_{31} R_{32})^2} + C_{32} \right] \cdot \left[1 + \frac{1}{\left(\omega \left(\frac{C_{31}}{1 + (\omega C_{31} R_{32})^2} + C_{32} \right) \cdot \frac{R_{31} R_{32} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{31} R_{32})^2} \right]}{R_{31} R_{32} \left[1 + \frac{1}{(\omega C_{31} R_{32})^2} \right]} \right)^2} \right]$$

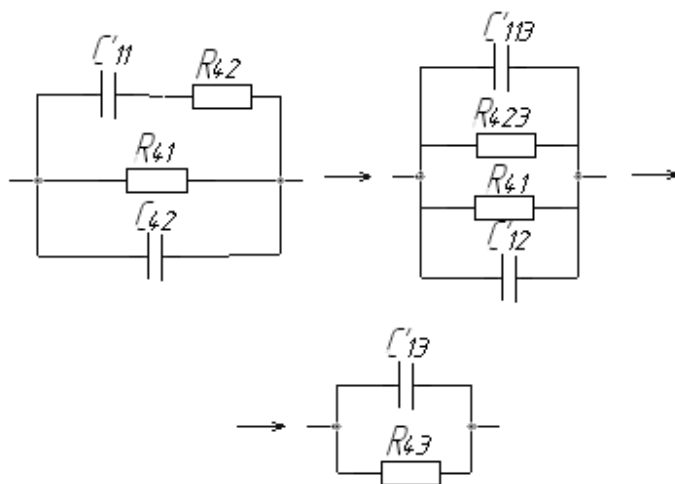


Рисунок 7 – Последовательность преобразования схемы замещения среды

С учетом преобразований схема на рис. 4 приобретает вид, как показано на рис. 8.

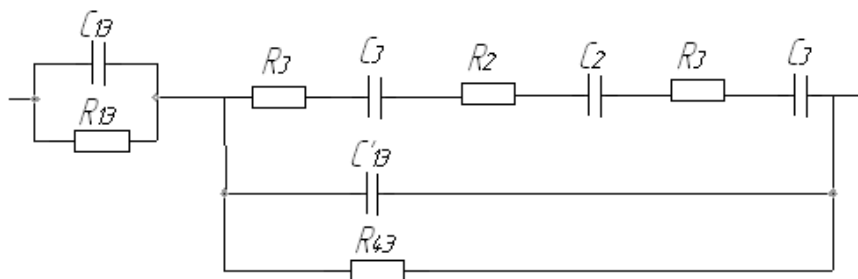


Рисунок 8 – Схема замещения системы двух частиц с учетом промежуточных преобразований

Дальнейшее преобразование схемы представлено на рис. 9. Параметры схемы вычисляются по формулам:

$$R'_3 = 2R_3 + R_2;$$

$$C'_3 = \frac{2C_2 \cdot C_3}{2C_2 + C_3};$$

$$R_9'' = R_9' \left[1 + \frac{1}{(\omega C_9' R_9')^2} \right];$$

$$C_9'' = \frac{C_9'}{1 + (\omega C_9' R_9')^2};$$

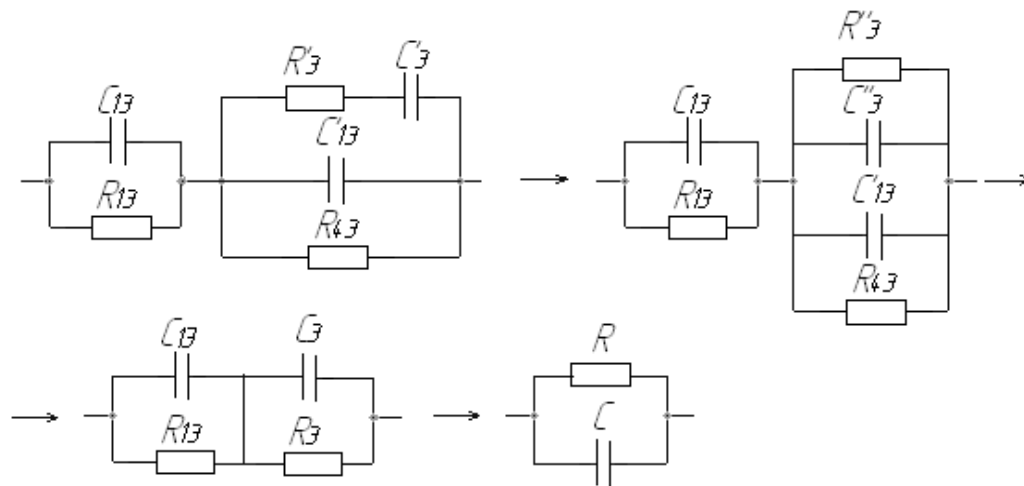


Рисунок 9 – Последовательность дальнейшего преобразования эквивалентной схемы замещения системы двух частиц

$$C_9 = \frac{C_9'}{1 + (\omega C_9' R_9')^2} + C_{13}. \quad (1)$$

$$R_9 = \frac{R_{43} \cdot R_9' \left[1 + \frac{1}{(\omega C_9' R_9')^2} \right]}{R_{43} + R_9' \left[1 + \frac{1}{(\omega C_9' R_9')^2} \right]}. \quad (2)$$

Для кубической укладки сыпучего материала на рис. 1 проводимость вдоль любой из осей x , y , z равна сумме проводимостей отдельных цепочек, параллельных соответствующей оси, а сопротивление каждой из цепочек равно сумме сопротивлений отдельных частиц [3]. При коллинеарности вектора напряженности E одной из осей координат компоненты полной проводимости кубического объема сыпучего материала с числом частиц на сторону n равны компонентам проводимости по соответствующей оси

$$C_M = nC; \quad \gamma_M = \frac{n}{R},$$

где C – емкость системы из двух частиц (1), R – сопротивление системы из двух частиц (2).

Подставляя формулы C_9 и R_9 , получим:

$$C_M = \frac{n \cdot (R_{13}^2 C_{13} + C_9 R_9'^2 + (\omega R_{13} R_9')^2 \cdot C_{13} C_9 (C_{13} + C_9))}{(R_{13} + R_9')^2 + [\omega R_{13} R_9' (C_{13} + C_9)]^2},$$

$$\gamma_M = \frac{n \cdot (R_{13} + R_3 + \omega^2 R_{13} R_3 (R_{13} C_{13}^2 + R_3 C_3^2))}{(R_{13} + R_3)^2 + [\omega R_{13} R_3 (C_{13} + C_3)]^2}.$$

При кубической укладке величина полной проводимости объема сыпучего материала не зависит от направления электрического поля. Из математической модели поведения сыпучего вещества можно выявить зависимость тангенса диэлектрических потерь конечного объема сыпучего материала от изменения частоты прикладываемого электрического поля, в котором находится этот объем вещества:

$$\operatorname{tg} \delta_M = \frac{1}{\omega \cdot n^2 \cdot R_M C_M},$$

где сопротивление кубического объема сыпучего материала по соответствующей оси

$$R_M = \frac{1}{\gamma_M}.$$

Отличительной особенностью данной математической модели является то, что, во-первых, аналитически описывается поведение в электрическом поле сыпучей смеси, состоящей из двух компонент. Во-вторых, учитывается гранулометрический состав сыпучего материала. Перечисленные особенности позволяют расширить применяемость математической модели к анализу различных по компонентному и гранулометрическому составу сыпучих смесей.

На основании аналитических частотно-влажностных характеристик сыпучего материала, полученных с использованием математической модели, выбираются оптимальные рабочие частоты влагомеров, а также проводят математическое описание поведения емкостных датчиков в электрическом поле измерительной цепи преобразователя сигнала в сигнал, удобный для дальнейшей обработки.

Необходимость создания программы расчета и визуализации результатов вычисления возникает вследствие того, что система автоматизированного проектирования MathCad не позволяет увеличивать диапазон частоты прикладываемого напряжения свыше 1 МГц. В то время как требуемый диапазон изменения частоты определяется необходимостью подвергать объем сыпучего материала в емкостной ячейке датчика изменению частоты напряжения свыше 1 ГГц. Пример графического представления результатов расчета представлен на рис. 10.

Программное средство было разработано в среде Microsoft Visual Studio [5] и имеет следующие возможности:

- 1) возможность изменения исходных данных, таких как размеры частиц в составе смеси и их физико-химические свойства;
- 2) широкий диапазон изменения частоты напряжения;
- 3) возможность усовершенствования программного средства в соответствии с внесением изменений требованиям к процессу вычисления и отображению результатов.

Данные для проведения экспериментального расчета были взяты из [1] с учетом варьирующегося гранулометрического состава двухкомпонентной сыпучей среды (рис. 1).

Работа с приложением (рис. 10) осуществляется последовательно:

- 1) ввод данных или загрузка данных по умолчанию (кнопка «Умолчание»);
- 2) после любого изменения данных требуется подтверждение изменений (кнопка «Принять»);
- 3) просмотр действий и результатов расчетов в реальном времени осуществляется с вкладки «Терминал»;

4) после получения расчетов можно воспользоваться вкладками. Вкладка «Массив результатов FW» - список результатов функции «Расчет-1». Расчет всех переменных для текущего FW, точечный расчет. «Массив результатов W» - массив расчетов согласно заданной частоте $W(w_1, w_2, w_3)$, выполняется группа из 33-х функций, расположенных на панели для каждого W. Результат расчетов отображается во вкладке «Массив результатов W». Вкладка «Массив результатов W» отображает первые 500 строк массива из 33-х значений переменных в целях оптимизации процессорного времени на вывод данных. Поддерживает просмотр любого количества строк в качестве участка массива.

5) вычислительная панель позволяет рассчитать функции по отдельности или запустить одну из двух автоматических функций: «Расчет-1» и «Расчет-2» для FW и W соответственно.

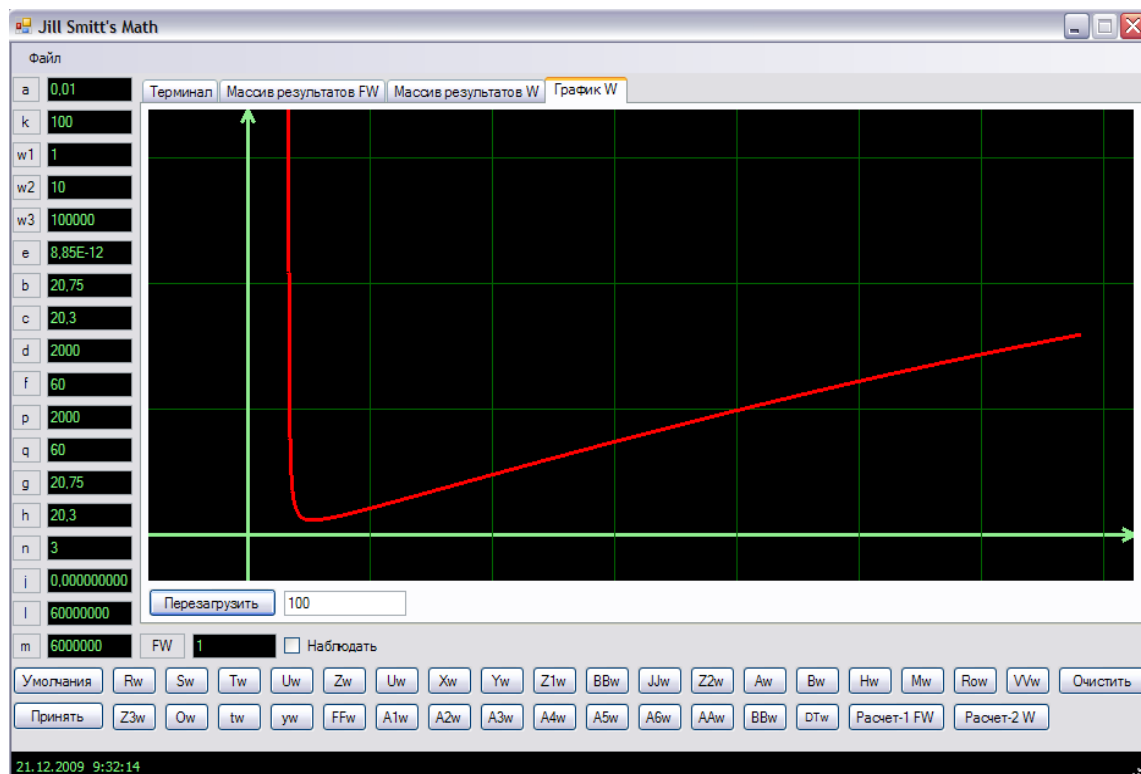


Рисунок 10 – Результаты расчета зависимости тангенса диэлектрических потерь конечного объема сыпучего материала от частоты приложенного к датчику напряжения

Разработанная математическая модель поведения конечного объема двухкомпонентного сыпучего материала с варьирующимся гранулометрическим составом в переменном электрическом поле емкостного датчика [6] позволяет производить расчет зависимости тангенса диэлектрических потерь от частоты переменного поля емкостного датчика.

Разработанная программа расчета и визуализации результатов вычисления зависимости тангенса диэлектрических потерь от частоты переменного поля емкостного датчика предоставляет возможность проведения множества модельных экспериментов с минимальными трудовыми и временными затратами.

Список литературы

1. Дубров Н.С. Многопараметрические влагомеры для сыпучих материалов / Н.С. Дубров, Е.С. Кричевский, Б.И. Невзлин. – М.: Машиностроение, 1980. – 144 с.
2. Кричевский Е.С. Контроль влажности твердых и сыпучих материалов / Е.С. Кричевский, А.Г. Волченко, С.С. Галушкин; под.ред. Е.С. Кричевского. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 136 с.
3. Аринова Н.В. Математическая модель оценки электрофизических параметров сыпучих материалов / Н.В. Аринова, Г.К. Шадрин, Ш.А. Муздыбаева // Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов: Междунар. Казахстанско-Российско-Японская конф. – Усть-Каменогорск, 2008. – С. 646-654.
4. Атабеков Г.И. Основы теории цепи: Учеб. для вузов. – М.: Энергия, 1969. – 424 с.
5. Шевякова Д.А. Самоучитель Visual Basic 2005 / Д.А. Шевякова, А.М. Степанов, Р.Г. Карпов; под общей ред. А.Ф. Тихонова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 567 с.
6. Аринова Н.В. Научные аспекты построения измерительных преобразователей промышленных влагомеров сыпучих материалов / Н.В. Аринова, Г.К. Шадрин, Ш.А. Муздыбаева // Роль университетов в формировании инновационной экономики: Междунар. науч.-техн. конф. – Усть-Каменогорск, 2008. – С. 7-10.

Получено 2.02.2017

УДК 519.688

Е.Г. Бутурлакина

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

**АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ
В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ**

Задача формирования портфеля проектов является вариантом классической «задачи о ранце» и решается путем перебора возможных вариантов состава портфеля. В классическом виде решение задачи Марковица представляет собой множество всех неуплощаемых портфелей ценных бумаг [1]. В рассматриваемом случае, когда портфель формируется из дискретных целых элементов – проектов, задача упрощается, и необходимо лишь исключить доминируемые варианты портфелей.

Оптимизация решения задачи о ранце является важной и актуальной математической и алгоритмической задачей. Одним из способов решения является использование параллельных вычислений. Данной проблеме посвящено множество зарубежных [2-4] и российских [5, 6] публикаций. Наиболее распространенные методы решения основываются на использовании метода ветвей и границ [7] или генетического алгоритма [8-11].

В первоначальном варианте реализации алгоритм перебора выглядел в соответствии с рис. 1.

Данный алгоритм позволял получить экономию времени за счет того, что операции сравнения проводились с заранее подготовленными числами характеристик портфеля. Однако эмпирически были установлены ограничения на количество проектов, участвующих в анализе. Максимальное количество проектов, для которых в оперативной памяти возможно было адресовать необходимое пространство для хранения массива данных, составило 12. Количество возможных вариантов портфелей в этом случае составляет $2^{12} = 4096$. При добавлении каждого следующего проекта количество вариантов перебора возрастает вдвое. И если для адресации массива в 4096 элементов, каждый из которых состоит из 3-х переменных типа Real, требуется 72 КБ, то для рассмотрения 26 проектов

потребуется уже более 1 ГБ. Однако даже создать массив размера 144 КБ, требуемый для анализа 13 проектов, оказалось невозможно.

Для решения задачи исследования необходимо провести анализ 25 инвестиционных проектов и, следовательно, необходимо преобразовать алгоритм перебора (рис. 2).

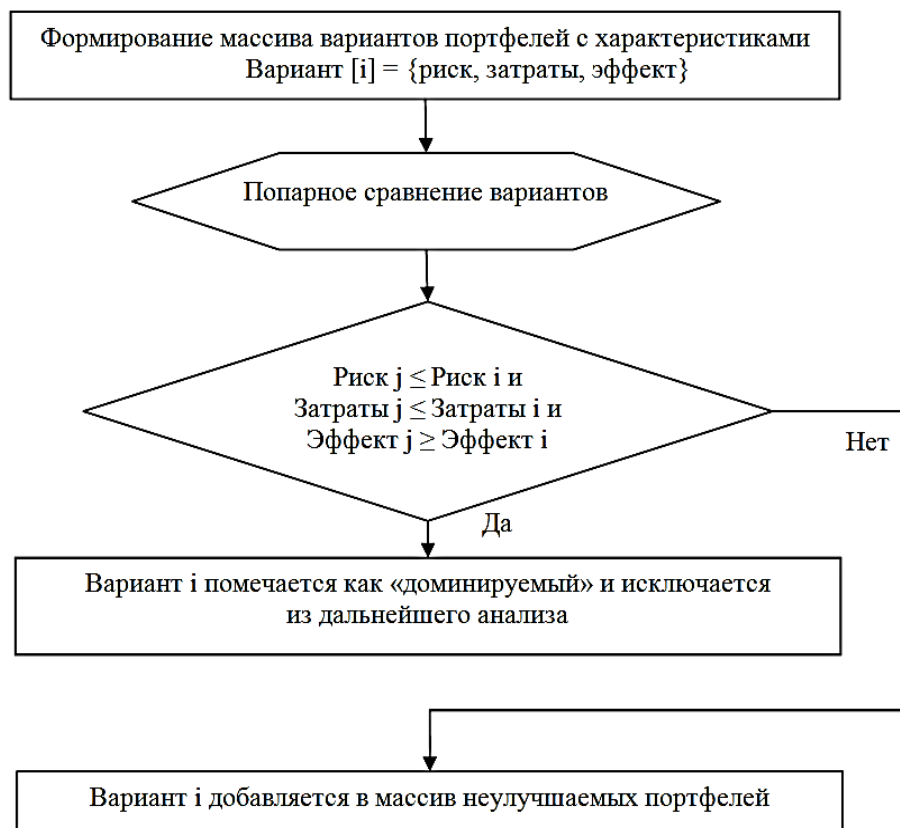


Рисунок 1 – Алгоритм, дающий выигрыш во времени

Данный алгоритм позволяет хранить в памяти только массив с результатами анализа в виде логических переменных, содержащий после завершения работы ложные значения, если набор проектов является доминируемым, и истинное значение в противном случае. Набор проектов определяется путем перевода номера элемента в двоичную систему, в результате вычисляется число, состоящее из 25-ти позиций. Единица обозначает, что проект, находящийся в списке проектов на данной позиции, реализуется, ноль – нет. Например, первый элемент массива хранит обозначение портфеля, который предполагает реализацию только одного проекта (...001) – первого из списка проектов. Второй элемент (...010) – реализация только второго проекта, третий элемент (...011) – портфель из первого и второго проектов и т.д. На рис. 3 показан пример массива портфелей из пяти проектов.

Экспериментально определено максимальное количество проектов, информацию о переборах которых можно хранить в подобном массиве. Данный способ позволяет проводить анализ 29-ти проектов, что требует хранения в памяти массива из 536870912 элементов, что удовлетворяет требованиям исследования.

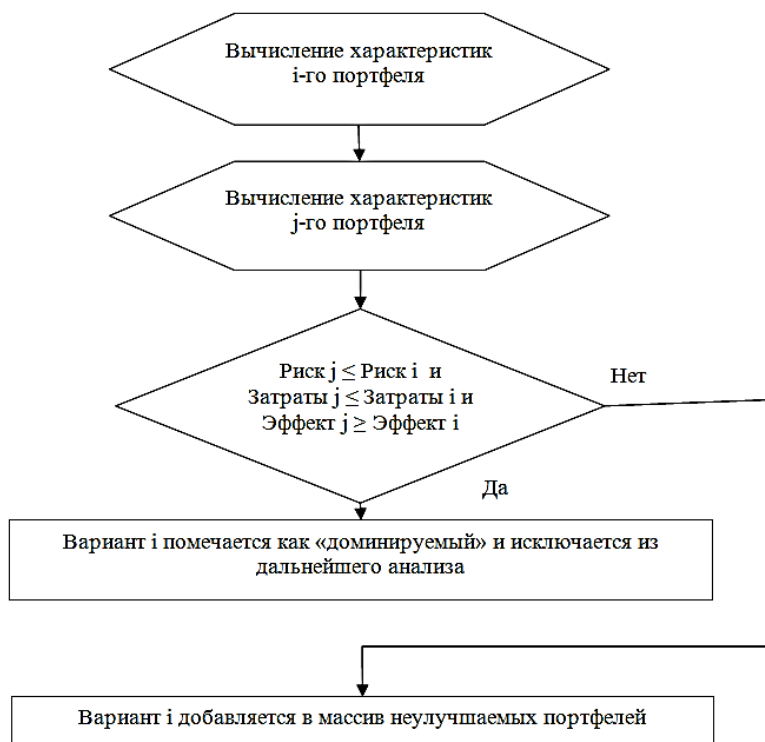


Рисунок 2 – Алгоритм, расширяющий вариативность

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|
| Номер элемента (десятичный) | 1 | 2 | 3 | ... | 25 | ... | 31 |
| Содержимое элемента | true | true | false | | false | | true |
| Номер элемента (двоичный) | 00001 | 00010 | 00011 | | 11001 | | 11111 |

Доминируемые наборы проектов

Рисунок 3 – Пример массива портфелей проектов

Однако при использовании данного алгоритма существенно увеличивается количество времени, необходимого для проведения расчетов, поскольку необходимо каждый раз заново рассчитывать характеристики каждого набора – риск, затраты и эффект. При имеющихся 25 проектах на сравнение только одного набора со всеми остальными требуется около 2-х минут. Экстраполируя на остальные 33554432 варианта портфелей без учета выбывающих в процессе анализа доминируемых наборов, получим требуемое для проведения расчетов время более 127 лет.

Для возможности использования метода в системах поддержки принятия решений принято следующее допущение: инвестор заинтересован в рассмотрении только портфе-

лей проектов в рамках своих финансовых возможностей. То есть до проведения процедуры анализа инвестору предлагается обозначить границы интервала совокупной стоимости всех проектов в портфеле. Итоговый вариант алгоритма включает следующую процедуру, проводимую до начала работы основного алгоритма (рис. 4).



Рисунок 4 – Процедура отбора портфелей

Таким образом, портфели, не удовлетворяющие заданным условиям, искусственно признаются неэффективными.

Время работы данного варианта алгоритма прямо пропорционально зависит от размера анализируемого интервала стоимости портфелей. Понятно, что при введении в качестве минимального значения минимальной стоимости проекта, а в качестве максимального – стоимости портфеля, содержащего все проекты, программе придется перебрать все возможные варианты. Поэтому программная реализация должна предусматривать проверку введенных значений и ограничение допустимого интервала.

Разработанное на основе рассмотренного алгоритма программное обеспечение было использовано при анализе инвестиционных проектов малых ГЭС [12].

Список литературы

1. Markowitz H. Portfolio selection // The Journal of Finance. - 1952. - № 7. - P. 77-91.
2. Crawford M., Toth D. Parallelization of the Knapsack Problem as an Introductory Experience in Parallel Computing // Journal of Computational Science Education. - 2013. - Vol.4, №1. - P. 35-39.
3. Loots W., Smith T.H.C. A parallel algorithm for the 0-1 knapsack problem // International Journal of Parallel Programming. - 1992. - Vol.21, №5. - P. 349-362.
4. Quan D., Yang L. Solving 0/1 Knapsack Problem for Light Communication SLA-Based Work of Mapping Using CUDA // International Conference on Computational Science and Engineering. - 2009. - P. 194-200.
5. Афанасьев А.П. Программный комплекс для решения задач оптимизации методом ветвей и границ на распределенных вычислительных системах / А.П. Афанасьев, В.В. Волошинов, М.А. Посыпкин и др. // Труды ИСА РАН. - 2006. - № 25. - С. 5-17.
6. Евтушенко Ю. Г. Распараллеливание процесса поиска глобального экстремума / Ю.Г. Евтушенко, В.У. Малкова, А.А. Станевичус // Автоматика и телемеханика. - 2007. - № 5. - С. 56-58.

7. Lalami M.E., El-Baz D. GPU Implementation of the Branch and Bound Method for Knapsack Problems // Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops & PhD Forum (IPDPSW). 2012 IEEE 26th International. - 2012. - P. 1769-1777.
8. Jiangfei Z., TingLei H., Fei P., Yuanjie L. Genetic Algorithm Based on Greedy Strategy in the 0-1 Knapsack Problem. 3rd International Conference on Genetic and Evolutionary Computing, 2009. WGECC '09. - 2009. - P. 105-107.
9. Pospichal P., Jaros J., Schwarz J. Parallel Genetic Algorithm on the CUDA Architecture // Applications of Evolutionary Computation. - 2010. - P. 442-451.
10. Pospichal P., Schwarz J., Jaros J. Parallel Genetic Algorithm Solving 0/1 Knapsack Problem Running on the GPU // Proceedings of the 16th International Conference on Soft Computing MENDEL. - 2010. - P. 64-70.
11. Singh R.P. Solving 0-1 Knapsack problem using Genetic Algorithms. IEEE 3rd International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN). - 2011. - P. 591-595.
12. Buturlakina Y., Kvasov A., Tabakov P. A portfolio of small power plants projects designed according to their risk and cost/reward ratio // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Зеленая экономика - будущее человечества». - Усть-Каменогорск. - 2014. - С. 65-74.

Получено 2.02.2017

УДК 004

Г.А. Маликова, Г.В. Попова

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

**ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

В настоящее время наблюдается стремительный рост интереса к внедрению современных информационных технологий в практику работы органов государственной власти. Особенно интенсивно развиваются технологии поддержки принятия решений в ситуационных центрах различного назначения.

Ситуационный Центр предназначен для проведения совместных (групповых) совещаний по выработке решения различных управленческих задач (проблем, ситуаций) с применением автоматизированных и инструментальных средств комплексного анализа и многовариантного сценарного и целевого прогнозирования различных сфер деятельности [1].

Основное отличие ситуационного центра от традиционных систем автоматизации управления состоит в том, что в процессе проведения производственно-управленческого совещания в режиме реального времени можно просчитывать и анализировать последствия любых управленческих решений [2]. Для обеспечения решения поставленных задач ситуационный центр должен включать в себя следующие подсистемы: подсистема мониторинга; геоинформационная система; подсистема анализа данных (аналитическая подсистема); подсистема прогнозирования ситуации; подсистема поддержки принятия решений; хранилище данных (базы данных и базы знаний); подсистема визуализации; подсистема защиты информации [3]. Структурно-функциональная схема, предложенная в [3], программного комплекса ситуационного центра приведена на рис. 1.

Системы поддержки принятия решений СЦ базируются на всем арсенале средств обработки информационных ресурсов, технологиях доступа к ИАС, инструментально-моделирующим средствам, современных методах визуализации, что позволяет их считать эффективным средством решения широкого круга ситуационных задач (рис. 2) [4].

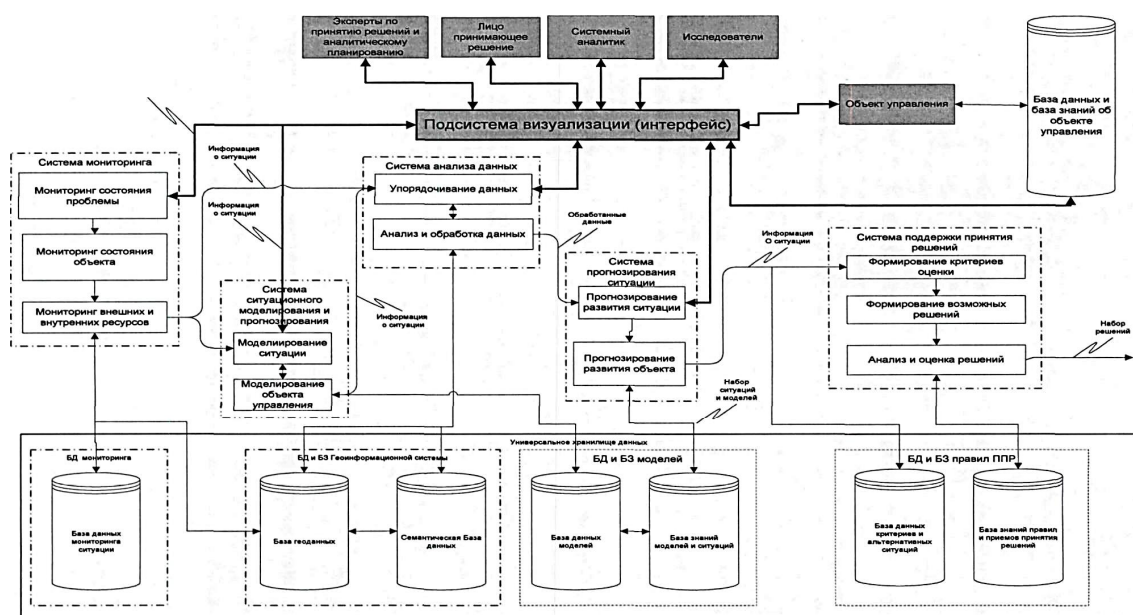


Рисунок 1 - Функциональная схема подсистем ситуационного центра

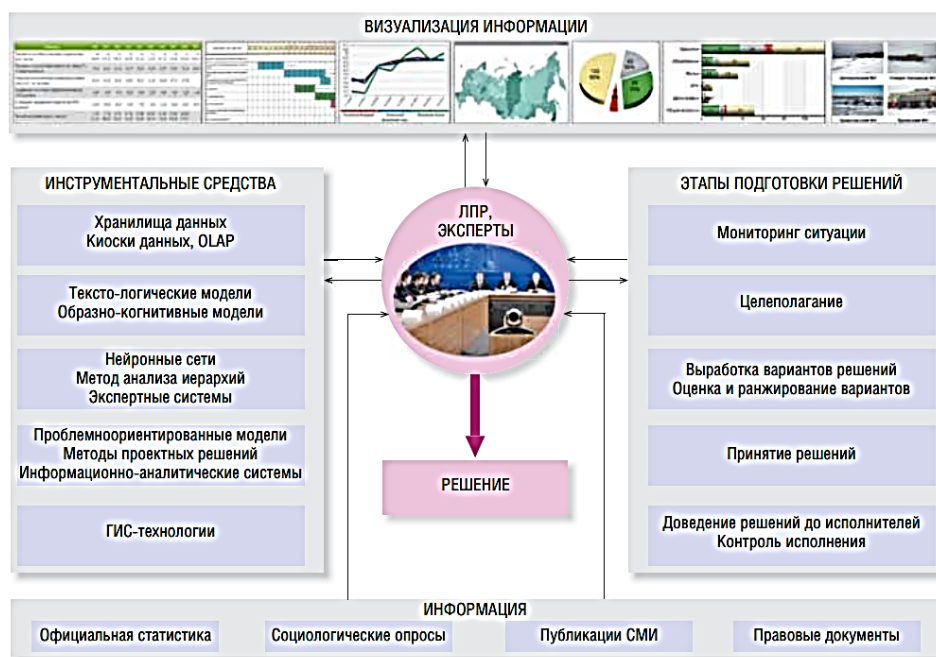


Рисунок 2 - Структурная схема системы подготовки и принятия решений

Главной особенностью СППР в СЦ является творческий, проблемный характер деятельности пользователей, их свобода в выборе информационных ресурсов на каждом этапе подготовки решений. Принципиальным отличием от традиционных систем является ориентация на конкретного пользователя, его знания, опыт, интуицию, его систему

ценностей при принятии решений, что обеспечивает решение даже слабоструктурированных задач. В ходе подготовки решений используются все виды методов и средств, которые способствуют становлению принципа активизации лица, принимающего решение (ЛПР). Они выступают как средство формализации личного опыта и передачи его другим пользователям с обеспечением возможности идентификации автора знаний и процедур их получения [5].

Коллективный характер решения ситуационных задач с использованием накопленного опыта, знаний профессионалов высокого уровня определяет необходимость использования экспертных систем. В рамках развития новых форм организации работы СЦ перспективным направлением является такая стратегия генерации вариантов возможных решений, когда концептуальный анализ проблемной ситуации, интуитивной цели и замысла решения трансформируется в форму, пригодную для моделирования. Такая стратегия принимаемых на уровне руководства решений имеет характер «выбора альтернативных решений из некоторого известного множества возможных» и определяется оптимальным сочетанием «выигрыша» и риска. Учитывая, что стратегия «выигрыш» и связанный с ней риск представляют собой сложные комплексы количественных и качественных показателей, выбор стратегии, обладающей оптимальным сочетанием «выигрыша» и риска, является весьма сложной задачей многокритериального анализа и сравнения, предполагающей учет предпочтений и приоритетов лиц, принимающих решение [4].

Обзор существующих информационных систем поддержки принятия решений

Система поддержки принятия решений Б88-иТЕ8. Система позволяет рассмотреть большое число различных вариантов решений, каждый из которых может оцениваться несколькими показателями. 088-иТЕ8 сопоставляет различные варианты решений, ранжирует их и оптимизирует. Выбор происходит по методу учета зависимости по предпочтениям, что является специфической особенностью Э88-иТЕ8, которой не обладают другие СППР. Однако в применении этот режим наиболее сложен.

Используются также и формальные методы, под которыми понимаются математические методы поддержки решений с целью расширения её возможностей и максимального удовлетворения потребностей пользователя.

Работа с системой начинается с ввода показателей, по которым оцениваются принимаемые решения. Показатель может быть как количественным, так и качественным. После того как определены показатели, вводятся предпочтения пользователя на множестве их значений. Для всех комбинаций значений показателей необходимо определить, какая из комбинаций с точки зрения пользователя хуже, а какая лучше. Для этого все значения показателей выводятся как заголовки столбцов и строк таблицы, где результат представляется в виде закрашенных ячеек, закрашенных по принципу: чем лучше, тем светлее (или чем хуже, тем темнее). Для удобства пользователя в окне приведена шкала полутонов.

В меню выбора режимов активизируется режим свертки на основе взвешенной суммы с использованием метода парных сравнений. В окне приводятся значения коэффициентов важности показателей, вычисленные на основе заполненной пользователем матрицы парных сравнений.

Мониторинг можно осуществлять путем оценок по временным срезам, различающимся введенными исходными данными. При сопоставлении различных критериев необходимо обеспечить единство введенных в систему предпочтений [6].

Система поддержки принятия решений «Прототип». Система «СІ И LP-Прототип» предназначена для поддержки современной технологии принятия решений. Схема принятия решений, поддерживаемая системой, такова: выбор наилучшей альтернативы (альтернатив) предполагает использование многокритериальных экспертных суждений и вы-

работку коллективных мнений (т.е. каждый проект решения оценивается несколькими аналитиками и/или экспертами). Возможна оценка каждого решения одним лицом, однако в этом случае не будут задействованы возможности системы по оценке согласованности мнений, построению компромиссных суждений и защите от преднамеренного искажения суждений (защита от манипулирования).

Система является открытой и не требует заранее заданного набора критериев. Для суждений по любому критерию в системе принята привычная многим пятибалльная шкала. Данная система очень проста в управлении, так как построена на базе Microsoft Excel и имеет очень простой интерфейс для работы, поэтому пользователю достаточно лишь иметь знания по работе в Windows и Excel [7].

Система поддержки принятия решений «Decision Lab 2000». Данная система позволяет принимать решения по проблемам, требующим особых решений, когда необходимо привлечение нескольких экспертов.

При сравнении проблемы система позволяет упорядочить количественные и качественные шкалы по той или иной проблеме. При оценке проблемы создается оценочная таблица, которая позволяет осуществить воздействия или критерии, сформировать предпочтение, оценить каждый сценарий.

Выбор наилучшего решения и сравнение проблем производится с помощью методов: а) Прометей 1 (решение по многим критериям), разработанном в Брюссельском университете, основанном на точно установленных предпочтениях; б) Прометей 2 (отнесение решений от самого худшего до самого лучшего).

Вся информация объединяется в таблице, которая представляет эксперту сравнительный графический образ проблемы [8].

Система поддержки принятия решений «МАИ» (версия 2.0). СППР представляет собой экспертную имитационную информационно - прогностическую технологию (ИПТ), разработанную на основе метода анализа иерархий Т. Саати и средств когнитивной психологии, изучающей особенности процессов переработки информации человеком.

СППР «МАИ» может использоваться при решении следующих типовых задач в области социально-политического управления:

- проектирование и анализ социальных программ и политических компаний (анализ предвыборной ситуации, стратегическое, организационное и медиапланирование, РЯ-анализ и психологическая поддержка);
- экспертиза политических и социально-экономических программ;
- прогнозирование, разрешение или урегулирование конфликтов (распределение влияния участников конфликта, установление возможных коалиций, определение «линий интересов» участников, построение «структур решений», оценка эластичности решений и т.д.), разработка стратегии и тактики сложных коммуникативных взаимодействий при применении технологии социального управления.

СППР МАИ используется при решении практически любых задач оптимального планирования и управления [9].

Интеллектуальная система поддержки принятия решений ЭС FuzzyClips. Данная система разработана для предприятий, занимающихся выпуском изделий радиотехнического направления, часто в качестве дополнительных приборов контроля и имитации используются так называемые пульта, входящие в состав стендового технологического оборудования (СТО).

Задача описывается следующим образом: есть фиксированный набор типоразмеров корпусов, принимающих различные значения (корпус с наклонной передней панелью,

корпус с вертикальной передней панелью и корпус с шасси). ЭС предлагает ЛПП наиболее оптимальный типоразмер корпуса со всеми учитываемыми критериями, результатами работы подсистемы логического вывода являются экспертное заключение, вывод протокола экспертизы и запись данных статистики в БД, которая содержит в себе историю ранее выполненных проектов.

Задача выбора оптимального типоразмера корпуса решается подсистемой поддержки принятия решений. В основу данной подсистемы был положен метод анализа иерархий Т. Саати.

Однако данная система решает очень узкий круг задач, и ее применение может сводиться только к решению инженерных задач [10].

Система принятия решений Meta Cube от INFORMIX. Работа с системой не требует от пользователя глубоких знаний в области баз данных или программирования, достаточно некоторого опыта работы в среде Windows.

В состав MetaCube входят следующие основные модули: MetaCube Engine, MetaCube DataWarehouse Manager, MetaCube Agent Administrator, MetaCube DataWarehouse Optimizer, MetaCube Explorer, MetaCube for Excel.

MetaCube Engine является высокопроизводительный OLAP-сервер, анализирующий запросы, поступающие от пользовательских приложений, таких, как MetaCube Explorer или MetaCube for Excel, и генерирующий оптимизированные SQL-запросы к базе данных.

MetaCube DataWarehouse Manager - графическое средство моделирования многомерного логического отображения базы данных, предназначено для администратора.

MetaCube Agent Administrator - графическое средство администратора для управления агентами (MetaCube Agents).

MetaCube Warehouse Optimizer - специальный модуль, анализирующий текущую модель данных и поступающие SQL-выражения и вырабатывающий стратегию агрегации данных для вашей системы.

MetaCube Explorer - средство конечного пользователя для построения многомерных аналитических запросов к хранилищу данных. При необходимости можно записать в базу полученные результаты и таким образом хранить в ней отчеты, полученные в разное время, а можно построить новый запрос, который покажет вам динамику изменения какого-либо параметра.

Такие компании как Fleet Street Bank, First Union National Bank, Hewlett-Packard, Cirrus Logic и другие уже выбрали для своих СППР продукты компании Informix Software [11].

Ниже приведена таблица сравнения СППР по следующим критериям:

K_1 - совместимость и мобильность программного обеспечения;

K_2 - используемые методы принятия решений;

K_3 - масштабируемость;

K_4 - адаптируемость к различным задачам;

K_5 - область применения.

Проведенный анализ программных продуктов, реализующих поддержку принятия решений, показал, что необходимо эффективнее применять методологический аппарат теории принятия решений для анализа задач различного класса при многих критериях. Широкое применение методов теории принятия решений и привлечение экспертного мнения качественно повлияет на функционирование систем поддержки принятия решений и анализ задач ситуационного центра различного класса.

Применение правил и методов при выборе наилучшего

| СППР | K ₁ | K ₂ | K ₃ | K ₄ | K ₅ |
|-----------------------|----------------|--|----------------|----------------|---|
| СППР Б88-иТЕ8 | - | МАИ, метод «идеальной точки», метод Парето | - | +- | Маркетинговая Техническая Технологическая |
| СИ LP-Прототип | - | Экспертные методы на основе качественных критериев | - | - | Управленческая |
| Decision Lab 2000 | +- | Функция полезности на основе предпочтений ЛПР, в балльных шкалах | - | - | Техническая Технологическая |
| «МАИ» (версия 2.0) | - | Метод анализа иерархий | - | - | Социальная |
| ЭС FuzzyClips 6.04 | +- | Метод анализа иерархий | - | - | Техническая Технологическая |
| Meta Cube от INFORMIX | + | Анализ данных | + | - | Управленческая Экономическая |

«+» - полностью соответствует, «+-» - соответствует частично, «-» - не соответствует.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Исследования выявили, что существующие СППР имеют ограниченную функциональность при рассмотрении задач различной структуры и сложности в части управления решением.
2. Актуальным направлением развития современных СППР и ситуационных центров является построение систем поддержки принятия решений, которые бы обеспечили анализ задач ситуационного центра различной сложности как в условиях определенности факторов, так и при нечеткости и неполноценности исходной информации с использованием экспертных процедур. Функционирование таких систем должно поддерживаться эффективным математическим и алгоритмическим аппаратом теории принятия решения, который в настоящее время сформулирован недостаточно полно.
3. При наличии комплексного набора алгоритмов методов поддержки принятия решений в рамках классов управленческих задач одной предметной области возможно построение адаптивной СППР, позволяющей решать проблемы, принадлежащие различным предметным областям. Система подобного класса должна быть ориентирована на выполнение большого количества функциональных задач, ориентированных четко на реализацию процесса поддержки принятия решения в различных предметных областях управленческой деятельности.

Список литературы

1. Колесников Д.А. Режимы работы ситуационного центра регионального уровня / Д.А. Колесников, В.С. Симанков // Вестник Южного Научного Центра РАН. - Москва, 2010. - Т. 6. - С. 96-99.
2. Денисов Д.В. Автоматизация управления качеством образования в вузе // Прикладная информатика. - Москва, 2011. - № 3(33). - С. 57-60.
3. Черкасов А.Н. Разработка математического и алгоритмического обеспечения адаптивных систем поддержки принятия решений в ситуационных центрах: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Черкасов Александр Николаевич; Кубанский государственный технологический университет. - Краснодар, 2011. - 9 с.
4. Новикова Е. Средства интеллектуального анализа и моделирования сложных процессов как ключевой инструмент ситуационного управления / Е. Новикова, Н. Демидов // Журнал CONNECT. Мир связи. - Москва, 2012. - № 3. - С. 84-89.
5. Демидов Н.Н. Методы и средства визуализации процедур принятия решений в ситуационных центрах / Н.Н. Демидов, И.Н. Демидова // Журнал «Образовательные ресурсы и технологии». - Москва, 2014. - № 5 - С. 33-42.

6. Универсальная информационно-аналитическая система (ИАС) поддержки принятия решений «ОЦЕНКА и ВЫБОР» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.deol.ru/users/DecisionSupporter/projects/iasctc.html> (дата доступа: 30.09.2016).
7. Минько А.А. Принятие решений с помощью Excel. Просто как дважды два. – М.: Эксмо, 2007. – 240 с.
8. Decision Lab 2000 review [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://decision-lab-2000.software.informer.com/> (дата доступа: 01.10.2016).
9. Основные элементы многокритериальной задачи принятия решений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://sppr-mai.narod.ru/> (дата доступа: 25.09.2016).
10. Интеллектуальная система поддержки принятия решений ЭС FuzzyClips [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.mai.ru> (дата доступа: 30.09.2016).
11. Электронный Курс лекций по дисциплине «Системы искусственного интеллекта» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.mari-el.ru/mmlab/home/AI/7_8/ (дата доступа: 30.09.2016).

Получено 2.02.2017

УДК 004.8

Н.Б. Набиева, Г. Жомарткызы

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УСЛУГ В ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ

В период с 1990 по 2014 годы пассажиропоток в Казахстане вырос в 2,8 раза. Если в 1990 году пассажирооборот составлял 91241 млн пассажирокилометров, то 2014 году он составил 255 956,2 млн пассажирокилометров [1]. Основная доля пассажирооборота в Казахстане приходится на автомобильный и городской электрический транспорт. В 2014 году доля автомобильного и городского электрического пассажирооборота составила 84,9% [1]. Доля перевозок такси в перевозке пассажиров всеми видами транспорта показана на рис. 1 [2], где доля перевозок такси стабильно высокая в период 2003-2015 годов.



Рисунок 1 - Перевозки пассажиров всеми видами транспорта в Казахстане в 2003-2015 гг.

По итогам независимого исследования, проведенного проектом GoTaxi в рамках 24 городов Казахстана, выяснилось, что на сегодняшний день по всей стране в неравном количестве распределено более 350 таксопарков. Статистика показала, что среднее количество таксопарков в крупнейших городах равняется 33 [3]. Таким образом, можно сделать

вывод, что конкуренция в сфере услуг очень высокая, и сама отрасль перевозок пассажиров на такси является очень востребованной.

Компания «А» работает в сфере предоставления услуг такси. Для повышения конкурентоспособности на рынке услуг пассажирских перевозок необходимо повысить качество предоставляемых услуг. Услугу перевозки можно считать качественной, если по заказу клиента приезжает лучший автомобиль в самые короткие сроки и с самым вежливым и опытным водителем.

В компании уже действует система распределения заказов (рис. 2). Действующая система распределения заказов обеспечивает различную скорость поступления заказов водителям на основе нескольких критериев: на основании их рейтинга, отдаленности от адреса клиента, на том, выполнялся ли заказ клиента данным водителем, и понравилась ли ему оказанная услуга. Это частично обеспечивает то, что на определенный заказ клиента будет подан именно тот автомобиль, который ему подойдет.

На рис. 2 представлено дерево решений скорости поступления заказов исполнителям. Подобные деревья решений широко используются в интеллектуальном анализе данных. Структура дерева представляет собой «листья» и «ветки». На ребрах («ветках») дерева решения записаны атрибуты, от которых зависит целевая функция, в «листьях» записаны значения целевой функции, а в остальных узлах - атрибуты, по которым различаются случаи. Чтобы классифицировать новый случай, надо спуститься по дереву до листа и выдать соответствующее значение. Цель построения дерева решений в системе распределения заказов состоит в том, чтобы создать модель, которая предсказывает значение целевой переменной на основе нескольких переменных на входе.

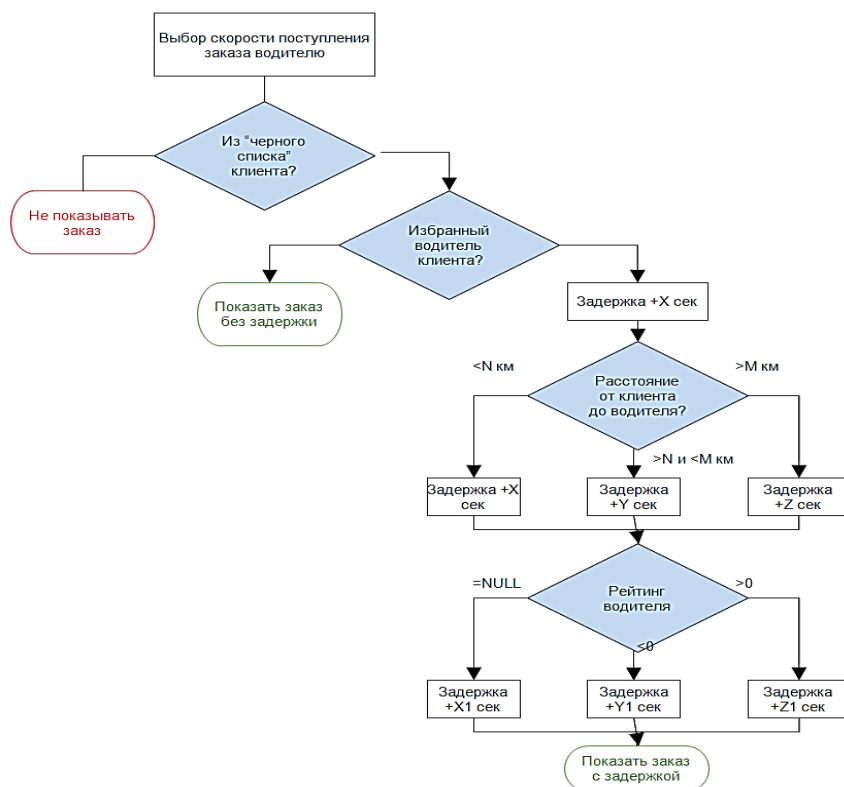


Рисунок 2 - Дерево решений скорости поступления заказов исполнителям

Дерево решений в существующей системе использовано в качестве математической основы для описания, классификации и обобщения набора данных, который может быть записан следующим образом:

$$(x, Y) = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_k, Y).$$

Зависимая переменная Y является целевой переменной, которую необходимо проанализировать, классифицировать и обобщить. Вектор x состоит из входных переменных x_1, x_2, x_3 и т.д., которые используются для выполнения этой задачи. В данном случае Y - это временная задержка поступления заказа. А x_1, x_2, x_3 и т.д. - это из черного списка, избранный водитель, расстояние между водителем и клиентом, рейтинг водителя.

Каждый лист представляет собой значение целевой переменной, измененной в ходе движения от корня по листу. Каждый внутренний узел соответствует одной из входных переменных. Дерево может быть также «изучено» разделением исходных наборов переменных на подмножества, основанные на тестировании значений атрибутов. Это процесс, который повторяется на каждом из полученных подмножеств. Рекурсия завершается тогда, когда подмножество в узле имеет те же значения целевой переменной [4].

В связи с увеличением общего количества водителей между ними возникает конкуренция в борьбе за заказы, и это осложняет выбор лучшего водителя из имеющихся на линии свободных водителей для выполнения заказа клиента. Поэтому необходимо пересмотреть критерии ранжирования потенциальных исполнителей заказов при распределении заказов.

Следующим этапом для улучшения системы распределения заказов является изучение многокритериальных методов принятия решений, технологии обработки и анализа больших данных. Исходными данными являются: данные из таблиц базы данных, содержащие сведения об исполнителях, а также данные, передаваемые GPS-приемником смартфона водителя. В рамках исследования необходимо изучить и выбрать оптимальные методы многокритериального анализа, определить возможные критерии для учета при выборе потенциальных исполнителей.

Список литературы

1. Показатели пассажирооборота в Казахстане за 1990-2014 гг. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://stat.gov.kz/faces/wcnav_externalId/ecolog-H-29?lang=ru&afrLoop=6057225675029435#%40%3F_afrLoop%3D6057225675029435%26lang%3Dru%26_adf.ctrl-state%3Da00egud25_22, свободный.
2. Основные показатели развития транспорта в Казахстане за 2003-2015 г. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://stat.gov.kz/getImg?id=ESTAT099961>, свободный.
3. Таксопарки Казахстана: независимое исследование GoTaxi [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://gotaxi.kz/news/taksoparki_kazahstana_nezavisimoe_issledovanie_gotaxi, свободный.
4. Википедия. Дерево принятия решений [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9, свободный.

Получено 2.02.2017

УДК 004.822

Г.Ш. Нургазина

Павлодарский государственный педагогический институт, г. Павлодар

А.С. Омарбекова

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва, г. Астана

О СОЗДАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Первоначальные попытки создания интеллектуальных средств обучения (ИСО) относятся к началу 70-х годов XX века. Исследования в области разработки ИСО были вызваны разочарованием разработчиков систем обучения в традиционной технологии программированного обучения, недостатком которого выделяли недостаточно высокую индивидуализацию такого обучения. С целью повышения эффективности обучающих программ авторы разрабатывают несколько вариантов изложения одного и того же учебного материала, что вызывает существенный рост затрат на разработку и приводит к усложнению обучающих программ, а иногда и к невозможности их отладки и сопровождения [1]. Поэтому на сегодняшний день особо важную актуальность приобретают исследования и разработки, направленные на повышение эффективности средств обучения и контроля знаний, а также сокращение затрат на разработку и возможность упрощения насколько возможно их разработки с целью преодоления сложности разработки ИСО. Наиболее значимые перспективы в направлении разработки эффективных средств обучения и контроля знаний связаны с разработкой ИСО и контроля знаний, а также средств автоматизации их проектирования. Напомним, что одной из первых ИСО считается SCHOLAR [2].

В течение первых нескольких лет исследования в области ИСО исследователи и разработчики работали в направлении создания предметно-ориентированных систем. Многие ученые того времени, в том числе и известные на тот момент D. Sleeman и J.S. Brown, выступали с критикой этого направления, отмечая тот факт, что «ИОС полностью отказались от одной из ранних целей компьютерного обучения, а именно от поддержки широких учебных курсов и сконцентрировались на более узких предметах» [3].

В качестве основных целей создания ИОС указываются следующие [1]:

- развитие динамической адаптивной обучающей среды;
- организация эффективной диагностики ошибок обучаемого;
- облегчение значительных усилий по подготовке учебного материала.

В соответствии с указанными целями предполагается, что в ИСО должны быть максимально полно автоматизированы основные функции обучающих систем: предъявления учебной информации, контроля обучения и управления познавательной деятельностью обучаемого [1].

ИСО и контроля знаний динамически формируют содержимое программ обучения (учебную информацию, задачи, разъяснения, помощь и т.д.) в соответствии с текущей ситуацией в процессе обучения, в отличие от традиционных обучающих систем, которые обучают по заранее заданному определенному сценарию. Для обеспечения динамичности формирования содержания компьютерных программ обучения ИСО должны иметь знания о предметной области. Для формирования такой базы знаний о предметной области необходима формализация перечисленных знаний, которую необходимо осуществить построением моделей представления знаний, для чего используют соответствующие языки и формы представления знаний. В работе [4] нами была рассмотрена история возникновения различных интеллектуальных средств обучения и их архитектур для более ранних интеллектуальных систем. Говоря о более современных ИСО, можно сказать, что боль-

шинство исследователей [5, 6] выделяют (с некоторыми различиями) следующие основные составляющие архитектуры ИСО:

- база знаний (модель знаний о предметной области);
- решатель задач (машина обработки знаний);
- интеллектуальный интерфейс.

Иногда в отдельные составляющие выделяются: модель обучаемого, блок управления диалогом, подсистема модели обучения и др.

Перечисленные составляющие архитектуры ИСО являются обобщенными. В процессе эволюционного развития ИСО и контроля знаний предлагались различные их архитектуры, некоторые в значительной степени подобные, но другие радикально отличающиеся. Ведь различные концепции обучения накладывали и сейчас накладывают различные акценты на аспекты учебного процесса, а значит и на структуру обучающих программ. В самом деле, из-за экспериментальной природы области разработки интеллектуальных средств и по сей день, даже к так называемой обобщенной архитектуре, следует относиться с определенной долей скептицизма и определенно не следует рассматривать в качестве основы для всех ИСО. Конкретные реализации интеллектуальных средств обучения могут отличаться от приведенного описания. *База знаний.* Для представления знаний в обучающих системах, в зависимости от характера предметной области обучения, используются те или иные модели представления знаний, разработанные для систем искусственного интеллекта (ИИ) [7].

Наиболее удачно и успешно вопросы формализации знаний решаются в таких предметных областях обучения, как математика. Сейчас более чем когда-либо математические навыки имеют основополагающее значение для успешной работы в любой сфере деятельности, в том числе и в образовании. Если раньше высокий уровень математических способностей требовался для работы в области науки и исследований, то сейчас все большее число рабочих мест более низких уровней требуют математических навыков для работы высокотехнологичного оборудования [8].

Одним из подходов повышения эффективности изучения математики во многих странах является использование ИСО для использования преимуществ достижений в области когнитивной науки и искусственного интеллекта, а также развивающейся власти Интернета, поэтому актуальность исследований в области разработки ИСО и контроля знаний более чем оправдана. Некоторые особенности дифференциации интеллектуальных репетиторов от более традиционных компьютеров на основе инструкции, в том числе право контекстуально отслеживать производительность студента и тщательно корректировать учебный подход, основанный на потребности в обучении студента [9].

Для представления знаний предметной области математики в формализованном виде могут быть использованы следующие часто используемые и популярные на сегодняшний день модели представления знаний: логические модели, продукционные модели, сетевые модели, фреймовые модели, математические модели. Модели представления знаний относятся к прагматическому направлению (основано на предположении о том, что мыслительная деятельность человека - «черный ящик») в исследованиях по ИИ [10].

Достоинствами логической модели представления знаний являются единственность теоретического обоснования и возможность реализации системы формально точных определений и выводов [10].

Основным достоинством продукционных моделей являются простота создания, простота пополнения и редактирования, простота механизма логического вывода. Основным же недостатком - низкая эффективность обработки, отличие от человеческой структуры знаний, отсутствие гибкости в логическом выводе.

Основным преимуществом фреймовой модели представления знаний является то, что она отражает концептуальную основу организации памяти человека, а также ее гибкость и наглядность [10].

Наиболее организации долговременной памяти человека соответствуют сетевые модели представления знаний, но они являются наиболее сложными в создании и модификации. Это так называемые семантические модели представления знаний.

Проанализировав технологии обработки семантических моделей представления знаний, в нашей работе по проектированию ИСО и контроля знаний по элементарной алгебре мы опираемся на комплексную открытую технологию проектирования интеллектуальных систем OSTIS, ориентированную на семантическую модель представления знаний.

Для создания базы знаний ИСО мы четко структурировали модель базы знаний предметной области элементарной алгебры, представленную в виде семантической сети. Для кодирования указанной семантической сети, описывающей различные виды знаний указанной предметной области, использовали универсальный абстрактный язык семантических сетей SC-код (Semantic Computer Code).

В результате работ [11-14] разработана база знаний ИСО и контроля знаний по элементарной алгебре. На сегодняшний день ведутся работы по расширению базы знаний путем добавления в нее новых видов знаний до следующей структуры (см. табл.).

| Раздел | Понятия и отношения |
|---|--|
| Раздел 1. Цифры и числа | Целое число, дробное число, совершенное число, алгебраическое число, натуральное число, арифметические операции с натуральными числами, вещественное число, комплексное число, арифметические операции с комплексными числами, квадрат числа, куб числа, модуль числа, факториал, округление, десятичный логарифм, среднее арифметическое, тождество, равенство, неравенство, пропорция, выражения |
| Раздел 2. Арифметические знаки | Знаки сравнения: больше, меньше, намного больше, намного меньше, больше или равно, меньше или равно |
| Раздел 3. Одночлен и многочлен | Одночлен, арифметические операции с одночленами, многочлен, арифметические операции с многочленами |
| Раздел 4. Системы счисления | Система счисления, двоичная система счисления, восьмеричная система счисления, десятичная система счисления, шестнадцатеричная система счисления |
| Раздел 5. Последовательности | Числовая последовательность, предел последовательности, возрастающая последовательность, убывающая последовательность |
| Раздел 6. Прогрессии | Прогрессия, арифметическая прогрессия, геометрическая прогрессия |
| Раздел 7. Уравнения (во всем разделе будет переход к понятиям переменная, интервал) | Уравнение, линейное уравнение, показательное уравнение, логарифмическое уравнение, квадратное уравнение, уравнение с параметром (будет переход к понятию параметр), трансцендентное уравнение, дифференциальное уравнение, дифференциальное уравнение 1-го порядка, равносильные уравнения |
| Раздел 8. Функции (во всем разделе будет переход к понятиям переменная, интервал) | Функция, линейная функция, постоянная функция, периодическая функция, степенная функция, степенная функция с отрицательным дробным показателем, степенная функция с положительным дробным показателем, тригонометрическая функция, монотонная функция, обратная функция, обратимая функция |

| | |
|--|---|
| Раздел 9. Интегралы (во всем разделе будет переход к понятию интервал) | Интеграл, определенный интеграл, неопределенный интеграл, предел интегрирования |
| Раздел 10. Ряды | Ряд, числовой ряд, натуральный ряд, тригонометрический ряд, функциональный ряд, степенной ряд, ряд Фурье, ряд Тейлора |

Данная структура не окончательна и может быть еще дополнена понятиями и отношениями.

Решатель задач. В ряде систем обучения реализованы решатели задач для конкретных предметных областей. Гипотетически возможно существование универсального решателя задач, объединяющего в себе все известные способы и методы решения задач [15]. Проблемы построения универсального решателя и соответственно универсальных интеллектуальных средств обучения на сегодняшний день остаются открытыми. Причем в различных интеллектуальных системах могут применяться различные модели решателей задач. Проанализировав их, наиболее приемлемым вариантом становится создание библиотеки компонентов, из которых впоследствии может быть скомпилирован решатель, который будет удовлетворять необходимым требованиям.

Как и в случае с созданием базы знаний нашего ИСО и контроля знаний, так и в случае создания решателей задач нами выбрана семантическая технология. В работе [15] одним из достоинств семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных решателей задач выделена предметная независимость системы операций, используемых решателем, что позволяет не привязываться к конкретной предметной области. Основным требованием, предъявляемым при таком подходе к реализации моделей решения задач, является представление их в соответствующем формальном виде – как многоагентной системы, работающей над общей памятью.

Как правило, в компьютерных системах обучения используются ответы трех видов: выборочные, выборочно-конструируемые и конструируемые (свободно конструируемые) [16-18].

В проектируемом нами ИСО и контроля знаний машина обработки знаний или решатель, так же как и сама база знаний, разрабатывается средствами семантической технологии компонентного проектирования OSTIS. Как и любые другие системы, разрабатываемые по технологии OSTIS, разрабатываемое нами ИСО и контроля знаний по элементарной алгебре строится на базе многоагентного подхода.

К примеру, рассмотрим фрагмент решения задачи на определение модуля числа в ИСО и контроля знаний по элементарной алгебре (рис. 1, 2).

На данных рисунках показан фрагмент калькулятора, внедренного в интеллектуальное средство обучения. Калькулятор разработан на основе многоагентного подхода, таким образом система операций калькулятора является агентно-ориентированной и представляет собой набор операций, условием выполнения которых является появление в памяти системы некоторой определенной конструкции из базы знаний. Работы по созданию ИСО и контроля знаний по элементарной алгебре продолжаются. На сегодняшний день разработан ряд агентов обработки знаний, ориентированных непосредственно на предметную область чисел:

- агент нахождения наибольшего общего делителя двух чисел;
- агент нахождения наименьшего общего кратного двух чисел;
- агент решения системы двух линейных уравнений;
- агент решения квадратного уравнения и другие.

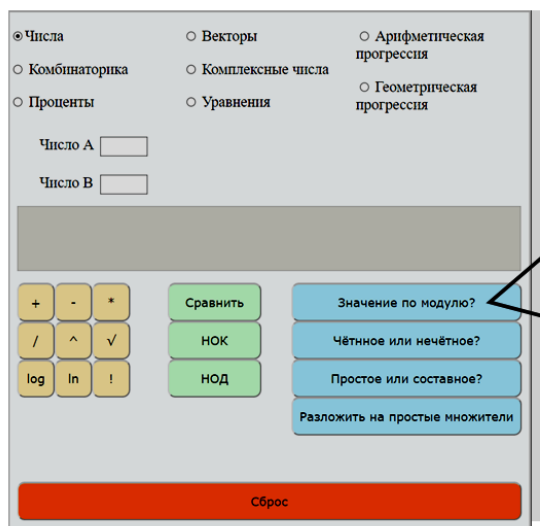
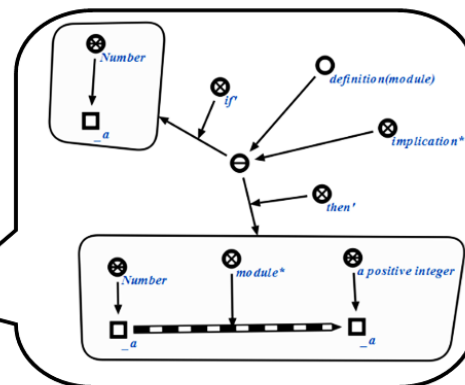
Рисунок 1 - Фрагмент интеллектуального
решателя задач

Рисунок 2 - Фрагмент базы знаний

Создание и развитие ИСО и контроля знаний продолжают находиться в центре внимания многих современных исследователей, как зарубежных, так и отечественных.

Список литературы

1. Галеев И.Х. Проблемы и опыт разработки ИОС // Междунар. электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)» - 2014. - № 4. - Т. 17. - С.526-542. - URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-opyt-proektirovaniya-ios>.
2. [Carbonell J.R. AI in CAI: An artificial intelligence approach to computer-assisted instruction // IEEE Transactions on Man-Machine Systems. - 1970. - V. MMS-11. - № 4. - P. 190-202.
3. Sleeman D., Brown J.S. Intelligent Tutoring Systems, Academic Press, 1982, ISBN: 0-12-648680-8.
4. Искусственный интеллект и образование: обзор интеллектуальных средств обучения. - Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. - 2016. - № 4 (113). - Ч. 1. - с. 113-118.
5. Довгялло А.М. Обучающие системы нового поколения / А.М. Довгялло, Е.Л. Юценко // Управляющие системы и машины. - 1988. - № 1. - С.83-86.
6. Галеев И.Х. Модели и методы построения автоматизированных обучающих систем (обзор) // Информатика. Науч.-техн. сб. Сер. Кадровое обеспечение. - В. 1. - М.: ВМНУЦ ВТИ, 1990. - С. 64-72.
7. Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах. Т.А. Фундаментальные исследования в области представления знаний / Под ред. Д.А. Поспелова. - М.: ВИНТИ, 1984. - 261 с.
8. Agondi, R., Harris, B., Atkins-Burnett, S., Heavyside, S., Novak, T., & Murphy, R. (2009). Achievement effects of four early elementary school math curricula: Findings from first graders in 39 Schools (NCEE2009-4052). Washington, DC: National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education.
9. Woolf B.P. (2009). Building intelligent interactive tutors. New York: M. Kaufman.
10. Белоус Е.С. Современные модели представления знаний в обучающих системах журнала «Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета» / Е.С. Белоус, В.А. Кудинов, М.Э. Желнин. - 2010. - № 1 (13). - URL:: <http://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-modeli-predstavleniya-znaniy-v-obuchayuschih-sistemah#ixzz4VWcJUfKf>.
11. Шарипбай А.А. Проектирование базы знаний интеллектуальной справочной системы по алгебре / А.А. Шарипбай, А.С. Омарбекова, Г.Ш. Нургазина // Материалы Междунар. науч.-техн. конф. OSTIS (Минск, 19-21 февр. 2015). - Минск: БГУИР, 2015. - с. 157-160.

12. On creation of the intelligent help system Journal of Theoretical and Applied Information Technology: Pakistan, 10th April 2016. Vol.86. No.1, p. 26-33 ISBN 1992-8645, входящий в базу данных Scopus (Elsevier, Нидерланды) SJR 0.151 www.jatit.org.
13. Designing of intelligent reference system for algebra based on the knowledge database. 2015 International Conference on Control, Automation and Artificial Intelligence (CAAI2015): Phuket, Thailand, August 23-24, 2015, p. 230-235 <http://www.caii2015.org>.
14. OSTIS интеллектуалдық жүйелерді жобалау кешенді ашық технологиясы негізінде білім қорын жобалау. – Вестник ВКГТУ: Усть-Каменогорск, 2015. – № 2(68). – с. 141-146.
15. Заливако С.С. Семантическая технология компонентного проектирования интеллектуальных решателей задач / С.С. Заливако, Д.В. Шункевич // Материалы Междунар. науч.-техн. конф. «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» (Минск, 12-15 февр. 2012). – Минск: БГУИР, 2012. – С. 297-313.
16. Галеев И.Х. Адаптивное обучение и тестирование / И.Х. Галеев, Д.Л. Храмов, А.П. Светлаков // Материалы Всеросс. науч.-метод. конф. «Развитие методов и средств компьютерного адаптивного тестирования», 17-18 апр. 2003. – С. 33-35.
17. Галеев И.Х. Компьютерный контроль знаний (локально и дистанционно) / И.Х. Галеев, В.Г. Иванов, Д.Л. Храмов; Под ред. И.Х. Галеева. – Казань: Казанский государственный технологический университет, 2005. – 126 с.
18. Галеев И.Х. Сравнительный анализ программных комплексов TestMaker и ACT-Test / И.Х. Галеев, В.Г. Иванов, Н.В. Аристова // Междунар. электронный журнал «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)». – 2007. – V. 10. – № 3. – С.336-360. – URL: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>.

Получено 2.02.2017

УДК 665.63: 51.001.57

Б.Б. Оразбаев, Ж.М. Калымов

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

Л.Т. Курмангазиева

Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова, г. Атырау

Б.Е. Утенова

Атырауский институт нефти и газа, г. Атырау

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В условиях неопределенности, вызванной из-за нечеткости исходной информации по ряду объективных причин, применение вероятностных методов, традиционных методов математического программирования для оптимизации производственных планов и процессов не оправданы. Более того, в случаях, когда есть основания считать, что исследуемые объекты ведут себя по вероятностным законам, дефицит информации, недостаточность статистических данных, экономическая нецелесообразность их сбора и обработки толкают на иные пути описания реальных процессов, на построение нестатистических, например нечетких схем формализации и решения задачи оптимизации.

Задачи оптимизации производственных планов и процессов, решаемые на основе методов математического программирования, как правило, являются многокритериальными, так как работа таких объектов описывается несколькими локальными критериями. Кроме того, формализация и решение таких задач усложняются тем, что они часто описываются нечетко, характеризуются нечеткостью исходной информации, критериев и ограничений.

Рассмотрим результаты анализа подходов к оптимизации и управлению производственными объектами в условиях неопределенности [1, 2]. Один из подходов, давший значи-

тельные успехи в решении задач оптимизации, достаточно сложных процессов в условиях неопределенности, был разработан в середине 50-х годов прошлого века Данцигом в работе по анализу чувствительности решения в задачах линейного программирования [3].

Другой подход к решению проблем нехватки достоверной информации при оптимизации производственных процессов рассматривается в работах по стохастическому программированию [4, 5], в которых обсуждаются вопросы построения работоспособных алгоритмов оптимизации в условиях зашумленной информации, а также проблемы анализа точности решения по известным вероятностным характеристикам используемой информации.

Следует отметить, что в этих подходах для анализа состояния производственных объектов и процессов используется четкая информация, а влияние размытости информации учитывалось в моделях не явно. Однако необходимость учета нечеткой информации, представленной в виде суждений специалистов-экспертов (руководителя, лица, принимающего решения) о функционировании объекта и отражающей их предпочтения в процессе выбора решений при оптимизации и управлении производством в математических моделях и в задачах управления, стимулировала развитие новых подходов [2, 6]. Важность этих подходов объясняется и тем, что многие производственные объекты функционируют в условиях неопределенности, а основным или единственным источником информации является человек, который выражает свои суждения, как правило, качественно, с помощью нечетких высказываний.

Методы непосредственного анализа влияния размытости информации на характер решения задач оптимизации и управления используют либо аппарат теории вероятностей и математической статистики [7-9], либо теорию нечетких множеств [6, 10-15].

В вероятностном подходе с параметрами математических моделей связываются функции плотности распределения объективной вероятности. Этот подход является достаточно хорошо изученным. Однако очень часто нет существенных оснований для предположения о наличии в множестве исследуемых объектов статистической устойчивости (многократная воспроизводимость результатов эксперимента в одинаковых условия), при выполнении которой вероятностный подход оправдан. В работах [12, 13, 15, 17] было показано, что ряд задач моделирования и оптимизация в условиях неопределенности невозможно формализовать в рамках теории вероятностей с классическим определением объективной вероятности. Это в первую очередь относится к задачам синтеза моделей и оптимизации при нечеткой исходной информации и к задачам учета субъективной информации типа уверенности эксперта в том или ином суждении или предпочтений ЛПР при выборе того или иного решения.

Таким образом, задачи оптимизации производственных планов и процессов, задач принятия оптимального решения по управлению производственными объектами можно свести к задачам математического программирования, для которых существуют хорошо изученные и эффективные подходы к решению [12, 18, 19].

Обобщения задач математического программирования на класс нечетких чисел и некоторые подходы к решению таких задач нечеткого математического программирования (НМП) обсуждаются в работах [17, 20-23]. В основном в этих работах задачи НМП сводятся к задачам достижения нечетко определенной цели, которые решаются на основе подхода Беллмана - Заде, т.е. рассматриваются пересечение функции принадлежности достижения нечеткой цели ($\mu_G(x)$) и выполнения ограничений ($\mu_R(x)$) [17]:

$$\mu_D(x) = \min\{\mu_G(x), \mu_R(x)\},$$

где $\mu_D(x)$ - функция принадлежности решений.

При таком представлении решения возникает проблема, связанная с тем, какую альтернативу выбрать. Один из наиболее известных способов состоит в выборе альтернативы, имеющей максимальную степень принадлежности нечеткому решению D :

$$\max_{x \in X} \mu_D(x) = \max_{x \in X} \min\{\mu_G(x), \mu_K(x)\}.$$

Другой известный подход к решению задач НМП заключается в том, что исходная задача на этапе постановки заменяется эквивалентной детерминированной.

Применение этих подходов к решению производственных задач, характеризующихся, как правило, многокритериальностью и большой размерностью, затруднено, так как требует больших вычислительных затрат, возникают проблемы неудобства использования их пользователями - производственным персоналом (им требуется знать основу теории). Кроме того, в этих подходах теряется часть исходной нечеткой информации (описания).

Формализация и постановка задачи оптимизации в нечеткой среде. Пусть перед заводом нефтяного оборудования стоит задача оптимизации плана по выпуску двух типов буровых долот вида: D_1 и D_2 . Их производство нечетко ограничено наличием сырья (искусственных алмазов) и временем обработки на станках.

Для каждого изделия D_1 требуется примерно 4 кг искусственного алмаза, а для изделия D_2 - около 5 кг. Завод может получить от своих поставщиков до 100 кг искусственных алмазов в неделю. Для изготовления каждого долота D_1 требуется около 12,5 часов времени работы на станках, а для изготовления одного долота типа D_2 - не более 10 часов. Таким образом, ограничения являются нечеткими. В неделю можно использовать до 240 часов времени работы на станках. Можно купить дополнительное сырье и использовать дополнительное время, но за более высокую цену.

Сколько изделий (долот) каждого типа следует выпускать заводу в неделю, если каждое изделие типа D_1 приносит 5 долларов прибыли, а каждое изделие типа D_2 - 7 долларов.

Для формализации этой задачи обозначим через x_1 и x_2 количество выпущенных за неделю изделий, соответственно долот типов D_1 и D_2 . Задача состоит в том, чтобы найти наилучшие значения, т.е. оптимальный план выпуска долот x_1 и x_2 , которые максимизируют еженедельную прибыль $f(x)$ ($x=(x_1, x_2, x_3)$), определяемую выражением:

$$f(x) = 5x_1 + 7x_2. \quad (1)$$

Выражение (1) является целевой функцией (критерием), который необходимо максимизировать. Как видно из структуры критерия, чтобы увеличить $f(x)$, надо увеличить x_1 и x_2 , но (и в этом суть проблемы) значения этих переменных не могут быть увеличены неограниченно, так как ограничены лимитами на сырье и временем обработки. Как уже отмечалось, эти ограничения носят *нечеткий характер*.

Поскольку x_1 и x_2 выражают еженедельный объем выпускаемых изделий, то они не могут быть отрицательными, т.е.:

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \quad (2)$$

Ограничения на наличие искусственного алмаза и времени обработки математически записываются в виде следующих нечетких неравенств;

$$4x_1 + 5x_2 \lesssim 100 \text{ (для сырья)}, \quad (3)$$

$$12,5x_1 + 10x_2 \lesssim 250 \text{ (для времени обработки)}. \quad (4)$$

Следовательно, сформулированная задача состоит в том, чтобы найти количество выпускаемых изделий каждого типа (плана производства), т.е. значения x_1 и x_2 , удовлетворяющие условиям неотрицательности (2) и максимизирующие критерии $f(x)$.

Разработка метода решения задачи нечеткого математического программирования.

Задачу (1) - (4) перепишем в стандартном для задач математического программирования виде:

$$f(x) = 5x_1 + 7x_2 \rightarrow \max \quad (5)$$

$$\text{при } 4x_1 + 5x_2 \lesssim 100 \text{ (нечеткое ограничение на сырье),} \quad (6)$$

$$12.5x_1 - 10x_2 \lesssim 250 \text{ (нечеткое ограничение на времени обработки),} \quad (7)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \quad (8)$$

Для большей наглядности построим области, определяемые нечеткими ограничениями (нечеткими неравенствами) $4x_1 + 5x_2 \lesssim 100$, $12.5x_1 + 10x_2 \lesssim 250$ (рис. 1).

Строим сначала линию $4x_1 + 5x_2 \lesssim 100$, описывающую нечеткое ограничение (6), по двум точкам с координатами $x_1=0, x_2=20$ и при $x_1=25, x_2=0$. Нанесем точки с координатами $(0, 20)$, $(25, 0)$ на графике и проведем нечеткую прямую f_1 . Чтобы установить, какая часть плоскости определяется неравенством $4x_1 + 5x_2 \lesssim 100$, подставим произвольные координаты точки, например $(30, 30)$, получим противоречие $(120+150>100)$, т.е. нечеткое неравенство определяет полуплоскость, не содержащую точку с координатами $(30, 30)$. Аналогично строим нечеткую линию $12.5x_1 + 10x_2 \lesssim 250$ (в точках $(0, 25)$ и $(20, 0)$) и установим направление допустимой плоскости.

Ограничения (8) указывают на то, что решение находится в первом квадрате ($x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$).

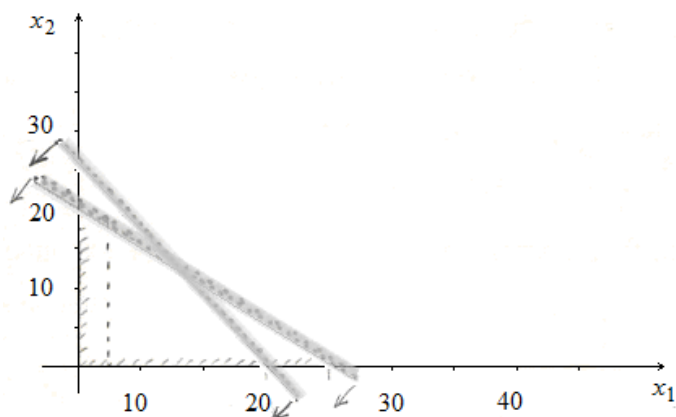


Рисунок 1 - Допустимая область решений

Для решения приведенной задачи воспользуемся различными подходами. Сначала, задавая жесткие ограничения, задачу преобразуем к обычной (четкой) задаче математического программирования:

$$f(x) = 5x_1 + 7x_2 \rightarrow \max,$$

$$4x_1 + 5x_2 \leq 100,$$

$$12.5x_1 + 10x_2 \leq 250,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \text{ (целые)}.$$

Для решения этой задачи на основе симплекс-метода введем новые переменные x_3 и x_4 :

$$x_3 = 100 - 4x_1 - 5x_2,$$

$$x_4 = 250 - 12.5x_1 - 10x_2,$$

$$x_3 \geq 0, x_4 \geq 0$$

и составим следующие симплекс-таблицы (табл. 1).

Таблица 1

| 0 | 1 | $-x_1$ | $-x_2$ |
|-------|-----|--------|--------|
| x_3 | 100 | 4 | 5 |
| x_5 | 250 | 12,5 | 10 |
| f | 0 | -5 | -7 |

Этой таблице соответствует опорный план $x_1=0$, $x_2=0$; $x_3=100$, $x_4=250$. Значение целевой функции f для этого плана равно нулю. Этот план неоптимален, т.к. в строке целевой функции « f » есть отрицательные элементы (-5) , (-7) .

Выберем из этих чисел наименьшее отрицательное (-7) , тогда столбец $(-x_2)$ будет разрешающим. Согласно алгоритму числа, находящиеся в разрешающем столбце «1», делим на числа, находящиеся в столбце (x_2) : $100/5=\underline{20}$; $250/10=\underline{25}$. Наименьшее положительное отношение достигается в строке x_3 , которая берется разрешающей. Тогда разрешающий элемент будет 5.

Далее строится новая табл. 2. В ней меняются местами x_3 и x_2 .

Таблица 2

| 0 | 1 | $-x_1$ | $-x_3$ |
|-------|-----|--------|--------|
| x_2 | 20 | 4/5 | 1/5 |
| x_4 | 50 | 6,5 | -2 |
| f | 140 | 3/5 | 7/5 |

В табл. 2 элементы разрешающей строки и разрешающего столбца определяются делением старых значений на разрешающий элемент, т.е. на «5». Остальные элементы определяются по правилу прямоугольника:

$$250 \Rightarrow (250 \cdot 5 - 100 \cdot 10) / 5 = 50,$$

$$12,5 \Rightarrow (12,5 \cdot 5 - 4 \cdot 10) / 5 = 6,5,$$

$$0 \Rightarrow (0 \cdot 5 - 100 \cdot (-7)) / 5 = 140,$$

$$-5 \Rightarrow ((-5) \cdot 5 - 4 \cdot (-4)) / 5 = 3/5.$$

Соответствующий план к таблице 2: $x_1=0$; $x_2=20$; $x_3=0$; $x_4=50$; целевая функция $f=140$.

Этот план оптимален, так как строка « f » состоит из неотрицательных элементов, поэтому $f_{\max}=140$. Таким образом, если завод будет выпускать долота типа D_2 20 штук в неделю (изделия D_1 не выпускается, $x_1=0$), то он имеет 140 долларов прибыли в неделю. При любом другом количестве выпуска изделий при заданных жестких ограничениях завод будет иметь относительно малую прибыль.

Теперь рассмотрим нечеткий подход к решению этой задачи на основе методов нечеткого математического программирования. Так как ограничения нечеткие, они являются приближенными, и допускается их нарушение до определенной степени.

Нормализовав критерий $f(x)$, получим: $\mu_0(x) = \varphi(f(x)) \in [0,1]$, задачу (5)-(8) с учетом нечетких ограничений приведем к общему виду НМП:

$$\max_{x \in X} \mu_0(x) \quad (9)$$

$$\text{при } f_q(x) \lesssim b_q, q = 1, 2, \quad (10)$$

$$x_i \geq 0, i = 1, 2. \quad (11)$$

Предположим, что для каждого ограничения построены функции принадлежности выполнения ограничений: $\mu_q(x)$, $q=1,2$ и определен ряд приоритета ограничений $I=\{1, 2\}$.

Тогда на основе идеи метода главного критерия нечеткая задача (9)-(11) примет следующую постановку:

$$\max_{x \in X} \mu_0(x),$$

$$X = \{x : x \in \Omega \wedge \arg(\mu_q(x) \geq \mu_q^{\Gamma}), q = 1, 2\}.$$

Нормализацию целевой функции осуществляем на основе следующего выражения:

$$\mu_0(x) = \frac{f(x) - \inf_{x \in X} f(x)}{\sup_{x \in X} f(x) - \inf_{x \in X} f(x)} = \frac{f(x) - 0}{155 - 0}, \text{ где } 155 - \text{максимально возможная прибыль.}$$

Для решения этой задачи используем алгоритм FMP, основанный на модификации идеи метода главного критерия (ограничения).

1. Пусть более важным ограничением является ограничение на время обработки. Зададим следующий ряд приоритета ограничений: $I = \{1, 2\}$, где 1 - ограничение на время обработки (7), 2 - ограничение на сырье (6).

2. С учетом мнений ЛПР, производственного персонала определим терм-множество и построим функции принадлежности выполнения каждого ограничения, $\mu_q(x)$, $q = 1, 2$:

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } 12,5x_1 + 10x_2 \leq 245 \\ 1 - [255 - (12,5x_1 + 10x_2)]/5, & \text{если } 245 < 12,5x_1 + 10x_2 < 255 \\ 0, & \text{если } 12,5x_1 + 10x_2 \geq 255 \end{cases}$$
$$\mu_2(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } 4x_1 + 5x_2 \leq 85 \\ 1 - [155 - (4x_1 + 5x_2)]/15, & \text{если } 85 < 4x_1 + 5x_2 < 155 \\ 0, & \text{если } 4x_1 + 5x_2 \geq 155, \end{cases}$$

где $r_1=5$, $r_2=15$ - допустимые пороги.

3. ЛПР назначают начальные граничные значения ограничений $\mu_q^{\Gamma(r)}$, $q = 1, 2$, $r = 1$. Допустим, что заданы следующие граничные значения на степени выполнения ограничений: $\mu_1^{\Gamma(1)}=0,90$; $\mu_2^{\Gamma(1)}=0,65$.

4. Решаем задачу максимизации целевой функции $\mu_0(x)$ на допустимом множестве X , определим набор решений:

$$x^*(\mu_q^{\Gamma(r)}), \mu_0(x^*(\mu_q^{\Gamma(r)})), \mu_1(x^*(\mu_q^{\Gamma(r)})) \text{ и } \mu_2(x^*(\mu_q^{\Gamma(r)})).$$

В результате моделирования и поиска оптимальных значений x_1 , x_2 с учетом нечеткости ограничения определяется значение целевой функции больше чем 140 долларов, полученного при четком решении задачи.

Например, при $x_1=5$; $x_2=18$ (см. рис. 1) получим:

$$f(x)=5 \cdot x_1 + 7 \cdot x_2 = 5 \cdot 5 + 7 \cdot 18 = 25 + 126 = 151 \text{ долларов;}$$

$$\mu_1(x)=1, \text{ т.к. } 12,5 \cdot x_1 + 10 \cdot x_2 = 242,5 \leq 245;$$

$$\mu_2(x)=1 - [155 - (4 \cdot x_1 + 5 \cdot x_2)]/15 = 1 - 5/15 = 0,67.$$

Тогда задача имеет вид:

$$\max_{x \in X} \mu_0(x) = \max_{x \in X} (f(x)/155),$$

$$X = \{x : x \in \Omega = [x_i \geq 0, i = 1, 2] \wedge \arg(\mu_1(x) \geq 0,90) \wedge \arg(\mu_2(x) \geq 0,65)\}.$$

Получим следующее решение:

$$\begin{aligned}x^*(\mu_q^{\Gamma(r)}) &= (5, 18), q = 1, 2; \\ \mu_0(x^*(\mu_q^{\Gamma(1)})) &= 0,97 \Rightarrow f(x^*) = 151; \\ \mu_1(x^*(\mu_q^{\Gamma(1)})) &= 1; \\ \mu_2(x^*(\mu_q^{\Gamma(1)})) &= 0,67.\end{aligned}$$

Как видно, в полученном решении удовлетворяются заданные требования к ограничениям, и получается относительно (по сравнению с результатами при четком решении задачи) большое значение целевой функции. Ограничение с приоритетом 1 (на время обработки) не нарушается, т.е. выполняется полностью (функции принадлежности выполнения этого ограничения $\mu_1(x^*(\mu_q^{\Gamma(1)})) = 1$), функция принадлежности выполнения ограничения с приоритетом 2 (на сырье) равно $\mu_2(x^*(\mu_q^{\Gamma(1)})) = 0,67$ (заданное граничное значение этой функции равно 0,65, т.е. $\mu_2(x) \geq 0,65$). Таким образом, за счет учета нечеткости ограничений мы достигли улучшения значений целевой функции.

На основе метода главного критерия получена постановка задачи НМП для оптимизации производственного плана и процессов на примере плана выпуска буровых долот заводом нефтяного оборудования. Путем модификации метода главного критерия для работы в нечеткой среде предложен эффективный метод и эвристический алгоритм решения поставленной задачи НМП. Новизна предлагаемого метода формализации и решения задачи НМП, в отличие от известных методов, заключается в том, что на основе максимального использования исходной нечеткой информации достигается более адекватное и оптимальное решение исходной производственной задачи в нечеткой среде. Кроме того, использование различных компромиссных схем принятия решений в зависимости от доступной информации позволяет в удобном для ЛПР виде решить проблему многокритериальности производственных задач.

Приведены результаты реализации применения предложенного подхода на практике для оптимизации производственного плана завода по производству нефтяного оборудования с учетом нечеткости ограничений. При этом определено более оптимальное решение формализованной задачи НМП, которое является лучшим, чем результаты при решении исходной нечеткой задачи при детерминированном варианте.

Список литературы

1. Оразбаев В.Б. Подходы к моделированию и управлению сложными объектами в условиях неопределенности // Аналитический обзор. – КазГосИНТИ, 1994. – 22 с.
2. Rykov A.S., Orazbaev B.B., Kuznetsov A.G. Fuzzy sets application for modeling and control of rectification technology. Preprints IFAC, International Symposium ADCHEM 91. – Toulouse: France, 95-99, (1991).
3. Dantzig Dj. Linear programming, its generalization and application. – Progress, 1966.
4. Ермолаев Я.М. Методы стохастического программирования. – М.: Наука, 1976. – 325 с.
5. Guanghai L.: An optimal method for stochastic composite optimization. Mathematical Programming. Vol. 133, 365-397, 2012.
6. Оразбаев В.Б. Математические методы оптимального планирования и управления производством // Изд-во «Гылым». – Алматы, 2001. – 200 с.
7. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие. – 12-е изд., перераб. – М.: Высшее образование, 2006. – 479 с.
8. Айвазян С.А. Прикладная статистика: Исследование зависимостей / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М: Финансы и статистика, 1985. – 405 с.
9. Zhi-Wen Zhao, De-Hui.: Wang Statistical inference for generalized random coefficient autoregressive model. Mathematical and Computer Modelling. Vol. 56, 152-166. 2012.
10. Dubois, D.: The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions. Fuzzy Sets and Systems Vol. 184, 3-28, 2011.

11. Zadeh, L.A.: Fuzzy Sets. Information and Control. Vol 8, 338-353, 1965.
12. Оразбаев Б.Б. Теория и практика методов нечетких множеств: Учеб. для студентов вузов. – Алматы: Бастау, 2014.
13. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 166 с.
14. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
15. Рыков А.П. Элементы теории нечетких множеств и ее приложений. – М.: МГУ, 2003. – 81 с.
16. Оразбаев Б.Б. Методы математического моделирования технологических систем при нечеткой исходной информации // Журнал Автоматизация и связь в нефтяной промышленности. – М. – 1994. – № 4. – С. 11-13.
17. Орловский С.А. Принятия решений с нечеткой информацией. – М. – 1981. – 206 с.
18. Кузнецов Ю.Н. Математическое программирование / Ю.Н. Кузнецов, В.Н. Кузубов, А.В. Волошенко. – М.: Высшая школа, 1980.
19. Minoux, M.: Programmation mathematique. Theory et algorithms. Bordas et G.N.E.T. – E.N.S.T./ – Paris, 1979.
20. Зайченко Ю.П. Исследование операций: нечеткая оптимизация. – Киев: Вища школа, 1991.
21. Рыков А.С. Задачи и методы принятия решений. Многокритериальный нечеткий выбор / А.С. Рыков, Б.Б. Оразбаев. – Изд. МИСиС. – М. – 1995. – 124 с.
22. Рыков А.С. Применение методов нечеткого мат. программирования при оптимизации режимов работы технологических систем / А.С. Рыков, Б.Б. Оразбаев // Автоматизация и связь в нефтяной промышленности. – М. – № 1. – 1996. – С. 15-20.
23. Zimmermann H.J. Fuzzy programming and linear programming with several objective functions. Fuzzy Sets and Systems. N1, 45-55, 1978.

Получено 2.02.2017

УДК 004.42

Л.Р. Сулейменова, И.А. Бессмертный

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск

**НАПРАВЛЕНИЕ РЕИНЖИНИРИНГА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
МОНИТОРИНГА ВУЗА**

Важнейшей задачей для повышения качества образования является совершенствование системы мониторинга развития образования [1]. В ВКГУ им. Д. Серикбаева разработана программа стратегического развития университета на 2015-2018 годы. Стратегический план является одним из основных документов, определяющих направления совершенствования деятельности вуза [2]. Для реализации перечисленных в указанных документах задач требуется информационная поддержка в виде информационной системы мониторинга развития вуза (ИСМРВ).

В казахстанских вузах имеется опыт разработки и использования информационных систем (ИС) по отдельным аспектам применения. Вместе с тем используемые системы функционируют автономно и не замкнуты в единую информационную сеть, что осложняет возможности их оперативного применения во внутривузовском управлении.

Можно определить следующие основные требования, предъявляемые к ИСМРВ.

Адаптируемость - это возможность системы приспосабливаться к меняющимся условиям бизнес-процессов и потребностям пользователей.

Объективность является относительным понятием, если учесть, что методы сбора информации являются субъективными. Данные должны быть получены из существующих и достоверных источников в автоматическом режиме.

Прозрачность определяется как состояние информированности (наличие полного, достаточного и достоверного знания) о той или иной деятельности (ее объектах или резуль-

татах) любого заинтересованного в этом субъекта [3]. Прозрачность инфраструктуры является необходимым условием для обеспечения ее управляемости [4].

Масштабируемость характеризует гибкость системы, способность учитывать изменения среды эксплуатации [5]. Информационная система должна функционировать на различных уровнях управления, например в СМРВ должна быть предусмотрена возможность функционировать с одним и тем же набором показателей мониторинга и на уровне кафедр, факультетов, и на уровне всего вуза.

Оперативность отражает актуальность информации, необходимой для расчетов и принятия решений в изменившихся условиях [6].

Персонализация - это возможность создания персонифицированных отчетов, т.е. детализация анализа в отношении структурных единиц и исполнителей.

Интеллектуальность систем зависит от их способностей к обучению, которые заложены в систему. В одном случае это способность в простом запоминании информации, в другом - приобретение навыков использования этой информации для решения задач, в третьем - формирование новых знаний в процессе использования уже имеющегося и т.п. Для реализации двух последних способностей развивается такое новое направление науки и техники, как представление знаний.

Унификация - приведение показателей в единый формат для всех вузов, так как у каждого вуза свои показатели оценки деятельности, которые они определяют согласно показателям международных рейтингов, программам МОН РК и внутренним положениям вуза.

Динамичность – необходим для того, чтобы отслеживать динамику исследуемого процесса, а также выявлять тенденции его развития.

Универсальность информационно-аналитической системы (ИАС) заключается в возможности оценивать эффективность деятельности как сотрудников и отдельных подразделений, так и предприятия в целом.

Существующие информационные системы вузов.

Корпоративная информационная система (КИС) ВКГТУ им. Д. Серикбаева представляет собой комплекс программ, направленных на автоматизацию и управление различными бизнес-процессами вуза. В КИС по управлению научно-образовательной деятельностью (НОД) вуза включена подсистема аналитической обработки данных, которая ориентирована на автоматизацию системы планирования и принятия решений по эффективному функционированию бизнес-процессов вуза. Применение индикативного планирования совместно с информационными технологиями дает возможность эффективно управлять вузом, достигать поставленных целей, повышать результативность НОД.

В Карагандинском государственном техническом университете в рамках автоматизированной информационной системы управления вузом функционируют подсистемы: «Приемная комиссия», «Деканат», «Кафедра», «Библиотека». Подсистемы автоматизируют функции, связанные с организацией учебного процесса вуза [7].

В КазНТУ им. К. Сатпаева внедрена корпоративная информационная система «Политех» - система, обеспечивающая автоматизацию функций структурных подразделений и отдельных специалистов вуза по всем направлениям учебно-методической деятельности и предоставляющая многие информационные сервисы [8].

КазНУ им. аль-Фараби разработаны КИС «UNIVER» и «Наука». ИС «UNIVER» позволяет развернуть платформу для *электронного обучения*; формирует фундамент для построения самоорганизующейся системы управления вузом; создает систему управления университетом, расширяет *доступность и открытость образования*; обеспечивает повышение рейтинга университета на рынке образовательных услуг; повышает оперативность и качество принятия управленческих решений. ИАС «Наука» предназначена для

автоматизации учета, анализа и мониторинга результатов научно-исследовательской и инновационной деятельности университета и дочерних научных организаций. ИАС «НАУКА» представляет собой интегрированную информационную систему [9].

В СКГУ им. М. Козыбаева внедрен информационно-аналитический комплекс управления вузом «Электронный ректорат», являющийся одной из передовых разработок в области информатизации образования и реализующий в комплексе все основные составляющие управления образовательным процессом. Внедрена система управления дистанционным обучением e-Learning NKZU [10].

КИС НИУ «МЭИ» позволяет обеспечить комплексную оптимизацию управления вузом по следующим направлениям: учебный процесс, управление контингентом и организационной структурой, договорная деятельность; организационное взаимодействие внутри вуза, представительство вуза в информационном сообществе [11].

В Оренбургском государственном университете (ОГУ) разработана, внедрена и функционально развивается ИАС ОГУ, относящаяся к классу интегрированных автоматизированных ИС управления высшим учебным заведением. Интеграция данных поддерживается за счет реализации в рамках ИАС ОГУ: единой модели базы данных, отражающей основные информационные потоки университета; единой системы показателей, характеризующих деятельность различных подразделений университета; унификации входных и выходных документов, соответствующих разным уровням управления; единой методики организации и обработки данных; соответствующего разграничения уровней доступа пользователей системы [12].

В Казанском федеральном университете разработана ИАС «Электронный университет», которая ориентирована на комплексную автоматизацию всех бизнес-процессов университета. В настоящее время ИАС состоит из следующих основных модулей: управление образовательным процессом; информационное обеспечение рабочего процесса и научно-исследовательской деятельности пользователя ИАС; управление финансово-хозяйственными процессами; поддержка процесса обеспечения структурных подразделений бесперебойной работой компьютерной техники и программного обеспечения [13].

В Сибирском государственном индустриальном университете разработана и поэтапно совершенствуется собственная система управления обучением. Система включает следующие укрупненные блоки: исследуемые объекты модельного, натурно-модельного и натурального типов для воспроизведения технологических, информационных и организационных процессов; нормативные модели деятельности обучаемых, а также учителя при решении конкретных задач освоения и совершенствования воспроизводимых процессов и обеспечивающих систем; методические, алгоритмические, программные и технические средства для эффективного выполнения функций учебно-исследовательского характера [14].

В основном разработанные системы направлены на мониторинг и анализ образовательной деятельности, а мониторинг и анализ научной деятельности выполняются не полностью. Мониторинг не только академической деятельности, но и научно-инновационной деятельности вуза позволит оценить эффективность реализации принятых программ, а также окажет содействие в принятии оптимальных решений на различных уровнях управления.

Анализ существующих ИС выявил недостаточную оперативность, невозможность обнаружения скрытых закономерностей в данных (см. табл.). В связи с этим необходима разработка методов и средств мониторинга на базе современных информационных технологий.

Результаты анализа ИС вузов

| | Наименование критерия | Информационная система | | | | | | | |
|----|-----------------------|------------------------|-------|------|--------|---------|-----|-----|--------------|
| | | ВКГУ | КазНУ | ВКГУ | КарлГУ | НИУ МЭИ | ОГУ | МГУ | Казанский ГУ |
| 1 | Адаптируемость | | + | н/д | н/д | + | н/д | н/д | н/д |
| 2 | Объективность | +- | + | | + | -+ | + | + | + |
| 3 | Открытость | + | + | + | + | | | + | + |
| 4 | Масштабируемость | + | + | + | + | +- | + | + | + |
| 5 | Оперативность | + | + | + | + | | + | + | + |
| 6 | Персонализация | + | + | | + | + | + | + | + |
| 7 | Интеллектуальность | - | - | - | - | | | | |
| 8 | Унификация | ч | н/д | н/д | н/д | н/д | + | + | + |
| 9 | Динамичность | ч | н/д | н/д | н/д | н/д | + | н/д | н/д |
| 10 | Универсальность | + | + | н/д | + | + | + | + | + |

Примечание. ч - частично, н/д – нет данных.

Анализируя полученные результаты в табл. 1, можно сказать, что общий недостаток всех систем следует из гетерогенности данных. Источники данных разработаны под решения конкретных задач и используются независимо друг от друга. На основе этого возникают проблемы унификации:

- проблемы именования схожих понятий предметной области;
- семантические конфликты (выбраны различные уровни абстракции для моделирования подобных сущностей реального мира);
- структурные конфликты (одинаковые сущности представляются в разных источниках разными структурами данных).

Основная причина этих проблем заключается в том, что характер данных плохо соотносится с реляционной моделью, используемой в базах данных вышеперечисленных систем. Наиболее соответствует природе хранимых данных в системах мониторинга производственная модель, в которой наряду с фактами в традиционной ER модели присутствует также большое количество продукционных правил, описывающих основные связи между объектами и процессами. Наиболее естественной формой хранения знаний продукционной модели является онтология.

Онтологическая модель предметной области.

Онтология – это структурная спецификация некоторой предметной области, ее формализованное представление, которое включает словарь (или имена) указателей на термины предметной области и логические выражения, которые описывают, как они соотносятся друг с другом [15].

Онтология состоит из терминов (понятий), их определений и атрибутов, а также связанных с ними аксиом и правил вывода [16].

Предложенная модель деятельности вуза описывает основные понятия, такие как структура, субъекты и объекты и т.д. Формально онтология описывается как:

$$O = \langle C, R, A \rangle,$$

где C – множество понятий (классов) предметной области; R – множество отношений между понятиями; A – множество аксиом предметной области.

Классы или понятия используются в широком смысле. Понятием может быть любая сущность, о которой может быть дана какая-либо информация.

Классы - это абстрактные группы, коллекции или наборы объектов. Они могут включать в себя экземпляры, другие классы, либо же сочетания и того, и другого.

Отношения представляют тип взаимодействия между понятиями предметной области

Аксиомы используются, чтобы записать высказывания, которые всегда истинны. Они могут быть включены в онтологию для разных целей, например для определения комплексных ограничений на значения атрибутов, аргументов отношений, для проверки корректности информации, описанной в онтологии, или для вывода новой информации.

В результате анализа научно-инновационной деятельности вуза были определены некоторые классы и экземпляры предметной области. Состав онтологии:

- классы: (структурные единицы, руководство, ППС, УВП, академическая деятельность, научно-исследовательская и др.);
- экземпляры: (департаменты, отделы, факультеты, кафедры, сотрудники, события, мероприятия, публикации, разработки).

Применение онтологического подхода к организации знаний обеспечит открытость данных, оперативное наполнение базы знаний новыми данными. Достоинствами онтологий являются их потенциальные свойства для решения таких задач, как формализация, интеграция, анализ данных и обмен знаниями и их повторное использование [17].

На основании вышеизложенного можно сделать заключение.

В результате анализа существующих ИС вузов было сформулировано направление реинжиниринга ИС, которое позволит выполнить вышеперечисленные требования к информационным системам.

Список литературы

1. Указ Президента Республики Казахстан об утверждении Государственной программы развития образования и науки Республики Казахстан на 2011-2020 годы от 7 декабря 2010 года № 1118 // Казахстанская правда. - 14.12.2010. - № 338.
2. <http://www.ektu.kz/media/343153/stratplan2015-2018.pdf.pdf>.
3. Гунин Д.И. Транспарентность и тайна информации: теоретико-правовой аспект: автореф. дис. ... канд. юрид. наук. - Екатеринбург: УГЮА, 2008. - 14 с.
4. Мамыкова Ж.Д. ИТ-инфраструктура вуза как платформа для развития информационных технологий / Ж.Д. Мамыкова, Г.М. Мутанов, Л.К. Вобров // Вестник НГУЭУ. - 2013. - № 4. - С. 267-287.
5. Лугачев М.И. Экономическая информатика: введение в экономический анализ информационных систем: учебник / М.И. Лугачев, Е.И. Анно, М.Р. Когаловский и др. - М.: ИНФРА-М, 2005. - 956 с.
6. Левчук Е.А. Технологии организации, хранения и обработки данных: Учеб. пособие. - 2-е изд. - Минск : Вышэйшая школа, 2005. - 239 с.
7. Ахметов Б.С. Моделирование информационной образовательной среды вуза / Б.С. Ахметов, В.В. Яворский. - Караганда: КарГТУ, 2006. - 251 с.
8. Каз НТУ им. К.Сатпаева: <http://www.kazntu.kz/node/961>.
9. КазНУ им. Аль-Фараби: url: http://it.kaznu.kz/?page_id=853.
10. СКГУ им. М.Козыбаева: url: <http://www.nkzu.kz/page/view?id=17&lang=ru>.
11. Московский энергетический институт: url: <https://mpei.ru/Structure/uchchast/icc/Pages/cis.aspx>.
12. Оренбургский государственный университет: url: <http://www.osu.ru/doc/966>.
13. Казанский федеральный университет: url: <http://kpfu.ru/dis/informacionno-analiticheskaya-sistema-kfu>.
14. Сибирский государственный индустриальный университет.
15. Гаврилова Т.А. Онтологический инжиниринг // КИИ - 2002 : тр. конф. - М., 2002. - С. 845-853.
16. Chisholm R.M. A Realistic Theory of Categories: an Essay on Ontology / R.M. Chisholm. - Cambridge University Press, Cambridge, 1996. - 38 p.
17. Щербак С.С. Интеллектуализация обработки информации на основе технологий Semantic Web // Системы обработки информации. - Харьков, 2004. - Вып. 9(37). - С. 224-230.

Получено 2.02.2017

УДК 004.421.2:519.16

А.С. Шоманов, М.Е. Мансурова, Е.Н. Амиргалиев, Б.А. Урмашев
Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

**РЕШЕНИЕ РЕСУРСОЕМКИХ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ РАЗНОСТНЫХ СХЕМ
С ПРИМЕНЕНИЕМ APACHE SPARK**

В современном мире существует множество масштабных и ресурсоемких задач, требующих высокоэффективных и хорошо разработанных подходов к их решению. Важной задачей является создание эффективных механизмов и алгоритмов, которые обеспечивают производительность, ускорение, отказоустойчивость при решении различного класса задач на основе параллельных вычислений.

Apache Spark представляет собой быстрый механизм обработки данных в памяти с удобными API-интерфейсами разработки, позволяющий эффективно выполнять различные задачи, требующие быстрого итеративного доступа к наборам данных. Apache Spark успешно применяется для решения широкого спектра задач в науке, медицине, банковской сфере, государственном секторе [1]. Основной абстракцией Apache Spark является распределенная коллекция элементов, называемая Resistent Distributed Dataset (RDD). В работе [2] авторы описали внутренний дизайн и свойства RDD и продемонстрировали способность выполнять вычисления в памяти на больших кластерах отказоустойчивым способом. В статье авторы также сообщили о значительном ускорении итеративных алгоритмов на графах и машинного обучения, используя Apache Spark по сравнению с Apache Hadoop. Также главной особенностью Apache Spark является способность производить кластерные вычисления в памяти, которые увеличивают скорость обработки приложения. Apache Spark предназначен для широкого спектра задач, таких как пакетные приложения, итерационные алгоритмы, интерактивные запросы и потоковая передача.

В параллельном программировании важной задачей является решение проблем, связанных с отказоустойчивостью выполняемого приложения. Для MPI (протокол передачи сообщений) характерны такие недостатки, как неактивное использование ресурсов центрального процессора при обмене данными между узлами, отсутствие надежности и потеря данных из-за сбоев в отдельных узлах кластера или нарушений в работе коммуникационной сети. В настоящее время не так много альтернатив для выбора, чтобы заменить или увеличить вычислительную парадигму MPI для крупномасштабных научных проблем с итерационными схемами, и исследования продолжают с различными успехами в этой важной области.

Очевидное преимущество MPI над Apache Spark заключается в том, что MPI потенциально может быть расширен для широкого спектра приложений в HPC и по-прежнему будет достаточно быстрым. Однако основная проблема с MPI заключается в отсутствии встроенных механизмов отказоустойчивости. Отказы могут быть проблематичными для длительных заданий при присутствии большого количества вычислительных узлов. Существуют разные подходы к предотвращению сбоев в среде MPI, но они отличаются высокой трудоемкостью в их использовании и подвержены множеству ошибок [3]. Также в литературе приводятся различные способы улучшения Mapreduce вычислений на основе применения технологии MPI [4-6].

Описание подхода к решению сеточных задач на основе Apache Spark.

Для описания и тестирования данного подхода к решению задач на основе разностных схем нами была выбрана задача Дирихле для уравнения Пуассона. Формулировка данной

задачи для трехмерной вычислительной области D описывается следующим набором ограничений и уравнений:

$$D = \{(x, y, z): 0 \leq x \leq l_1, 0 \leq y \leq l_2, 0 \leq z \leq l_3\}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = f(x, y, z), \quad (2)$$

$$u_\Gamma = \varphi(x, y, z). \quad (3)$$

На основе дискретизации задачи (1)-(3) была получена следующая разностная схема:

$$u_{i,j,k}^{n+1} = \left(\frac{u_{i+1,j,k}^n + u_{i-1,j,k}^n}{\Delta x^2} + \frac{u_{i,j+1,k}^n + u_{i,j-1,k}^n}{\Delta y^2} + \frac{u_{i,j,k+1}^n + u_{i,j,k-1}^n}{\Delta z^2} - f_{i,j,k} \right) / \left(\frac{2}{\Delta x^2} + \frac{2}{\Delta y^2} + \frac{2}{\Delta z^2} \right). \quad (4)$$

Таким образом, задача состоит в написании параллельного алгоритма для получения решения задачи (1)-(3) на основе применения Apache Spark.

Алгоритм Apache Spark для решения задачи Дирихле для уравнения Пуассона использует объектно-ориентированное представление точек в вычислительной области. Класс Point используется для хранения одной точки в вычислительной сетке. Каждая точка состоит из следующих свойств: целочисленное значение partition_id, целое число x для координаты x, целое число y для координаты y, целое число z для координаты z, число с плавающей запятой для значения в определенной точке (x, y, z). Свойство partition_id отвечает за сохранение номера раздела точки, являющейся идентификатором подобласти.

Алгоритм состоит из нескольких шагов, каждый шаг выполняет определенные операции с RDD. Для алгоритма мы выбрали метод декомпозиции 1D. Метод 1D декомпозиции сообщает, что вычислительная область должна быть разделена согласно x-координате на смежные подобласти.

Алгоритм решения данной задачи может быть описан последовательностью из нескольких шагов, описанных ниже:

1. Сгенерировать начальную вычислительную область и сохранить значения в каждой точке в RDD <Point>.

2. Выполнить операцию map для отображения каждой записи RDD <Point> в PairRDD <key, Point>, где key представляет номер раздела, а Point - это значение в определенной точке вычислительной области.

3. Выполнить трансформацию groupBy для разделения точек на несколько разделов, где операции над каждым разделом выполнялись бы параллельно.

4. Выполнить трансформацию map для каждого раздела следующим образом:

- 4.1. Создать трехмерный массив для каждого раздела и отобразить значения точек этого раздела с соответствующими элементами этого массива.

- 4.2. Выполнить вычисления на разбиениях на основе разностной схемы уравнения Пуассона.

- 4.3. Отобразить обратно элементы 3-мерного массива в RDD <Point>.

- 4.4. Возвратить как результат список вычисленных значений точек, сохраненных в RDD <Point>.

5. Проверить условие завершения.

- 5.1. Если условие завершения выполнено, перейти к шагу 6.

- 5.2. Если условие завершения не выполняется, перейти к шагу 2.

6. Сохранить полученные значения точек в HDFS (распределенная файловая система Hadoop).

Особенностью данного алгоритма является то, что вычислительный процесс разбивается между отдельными процессами, которые в параллельном режиме производят вычис-

ления на определенной подобласти вычислительного региона. После каждой итерации алгоритма происходит обмен граничными точками отдельных подобластей. Схематическое описание алгоритма приведено на рис. 1.

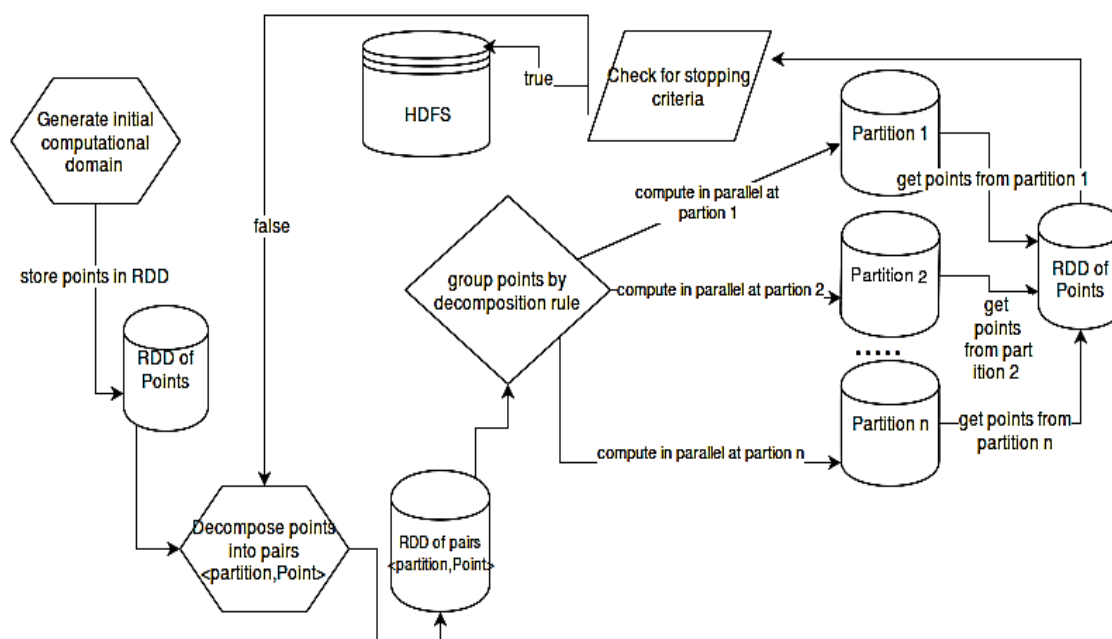


Рисунок 1 – Схема-описание алгоритма

Важно отметить, что перед выполнением любых действий или преобразований в PairRDD <key, Point> мы сделали дополнительное разбиение, чтобы указать, что каждый раздел должен быть расположен на отдельном узле кластера. Это необходимая оптимизация, чтобы избежать использования огромных сетевых ресурсов и, следовательно, очень низкой производительности программы.

Поскольку каждый раздел RDD определен для хранения только точек с одним определенным ключом, согласно алгоритму должен существовать механизм для обмена граничными точками между различными разделами. Основным узким местом в этом алгоритме являются дополнительные накладные расходы, связанные с выполнением этого обмена. Чтобы выполнить обменную операцию, мы должны применять преобразования отображения, группировки и разбиения на каждой итерации алгоритма. Преобразование отображения сформирует на основе элементов RDD<Point> RDD, состоящий из пар Point и номера раздела, где номер раздела будет представлять ключ. Номер раздела определяется координатами отдельных точек. После этого точки группируются путем применения преобразования groupByKey. И наконец, каждый раздел разделяется на отдельные разбиения, применяя преобразование partitionBy. Такие операции несколько ухудшают производительность программы.

Также важным моментом в применении данного подхода является тот факт, что все вычисления производятся в оперативной памяти. В случае с Apache Hadoop требуется после каждой итерации записывать данные в распределенную файловую систему, что приводит к значительным сетевым и вычислительным издержкам.

Нами было проведено тестирование данного подхода на кластере, состоящем из 10 вычислительных узлов, состоящих из 8 компьютеров с процессорами Core i-5 и оперативной памятью 16 Гб, а также 2 серверов с 4-ядерными Intel Xeon процессорами.

Рис. 2 описывает зависимость времени выполнения алгоритма, основанного на применении Apache Spark для различного количества вычислительных ядер и для различных размеров вычислительной области. Размер вычислительной области характеризуется количеством точек в кубе с количеством точек в каждом направлении равным указанной на графике величине. Таким образом, величине 720 будет соответствовать размерность равная $720 \times 720 \times 720$ точек.

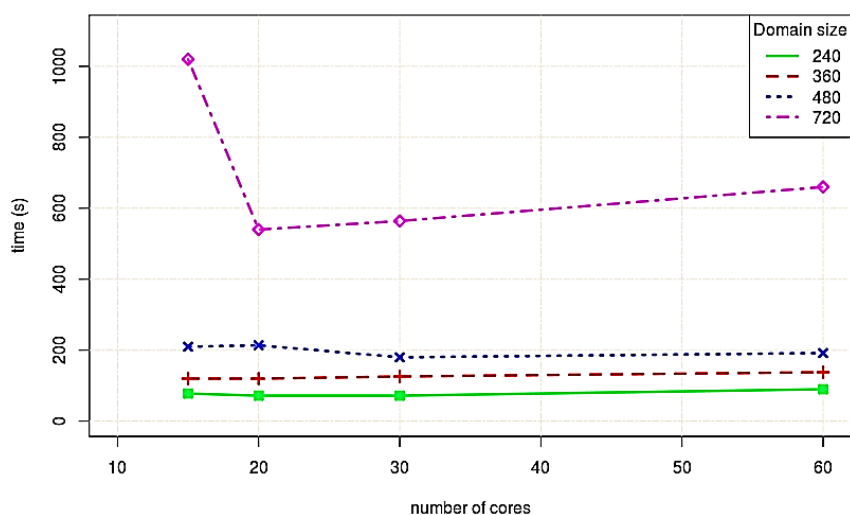


Рисунок 2 – График сравнения количества ядер/время выполнения для различных размерностей задачи

На рис. 3 приведен график времени выполнения алгоритма Apache Spark в сравнении с Apache Hadoop.

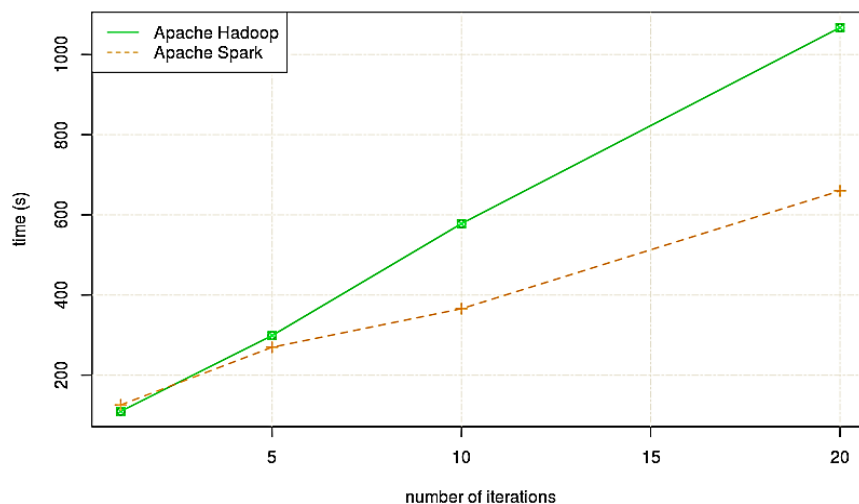


Рисунок 3 – График сравнения количества итераций/время выполнения для Apache Spark/ Apache Hadoop

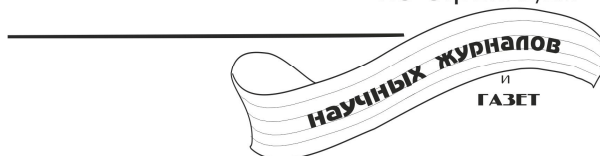
Таким образом, из графика времени выполнения алгоритма Apache Spark в сравнении с Apache Hadoop (рис. 3) видно, что для большего количества итераций Apache Spark показывает значительный выигрыш по времени выполнения по сравнению с Apache Hadoop.

Список литературы

1. Zaharia M., Chowdhury M., Franklin M.J., S. Shenker, I. Stoica. Spark: Cluster Computing with Working Sets. - HotCloud'10 Proceedings of the 2nd USENIX conference on Hot topics in cloud computing, 2010. - 10-10.
2. Zaharia M., M. Chowdhury, T. Das, A. Dave, J. Ma, M. McCauley, M. J. Franklin, S. Shenker, I. Stoica. Resilient Distributed Datasets: A Fault-Tolerant Abstraction for In-Memory Cluster Computing. - NSDI'12 Proceedings of the 9th USENIX conference on Networked Systems Design and Implementation, 2012. - 2-2.
3. Gropp W., E. Lusk. Fault Tolerance in MPI Programs. - International Journal of High Performance Computing Applications, 2004. - 18(3), 363-372.
4. Lu X., F. Liang, B. Wang, L. Zha, Z. Xu. DataMPI: Extending MPI to Hadoop-like Big Data Computing. - Parallel and Distributed Processing Symposium, 2014 IEEE 28th International, 2014. - 829-838.
5. Lu X., F. Liang. Accelerating Iterative Big Data Computing Through MPI. - International Journal of computer science and technology, 2016. - 30 (2016), 283-294.
6. Lu X., B. Wang, L. Zha, Z. Xu. Can MPI benefit Hadoop and Mapreduce Applications?. - Proceedings of 40th International Conference on Parallel Processing Workshops, 2011. - 371-379.

Получено 15.03.2017

по страницам



С ТОЧНОСТЬЮ ДО МЕТРА

Три спутника Европейского космического агентства, вооруженные радарными, проработали на орбите почти три года и передали на Землю более 500 терабайт данных о рельефе нашей планеты. В результате возникла объемная карта высот всей суши, промеренных радиолокацией с точностью до одного метра, хотя, по предварительным оценкам, точность должна была составлять до 10 метров. По карте можно, например, проследить за таянием ледников и другими изменениями суши за время работы спутников.

«Наука и жизнь» № 2, 2017



УДК 355/359

А.С. Жусупов

Национальный университет обороны имени Первого Президента Республики Казахстан – Лидера Нации, г. Астана

**ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ ДЕЙСТВИЙ
НЕЗАКОННЫХ ВООРУЖЕННЫХ ФОРМИРОВАНИЙ**

Мировой опыт показывает, что возникновение незаконных вооруженных формирований (НВФ) обусловлено социально-экономическими кризисами, резким падением жизненного уровня основной массы населения, межнациональными, религиозными, расовыми и социальными конфликтами, внешней поддержкой вооружением и финансовыми средствами.

Вместе с тем, существуют и специфические признаки, при наличии которых можно судить о существовании НВФ, проявлениях их активности. К ним можно отнести:

1. Проникновение свободного предпринимательства в государства, где механизмы рыночных отношений нуждаются в глубокой разработке. Возникшие вследствие этого политическая и экономическая нестабильность, обострение этнических и региональных конфликтов обеспечивают широкие возможности для незаконной вооруженной деятельности и, в частности, способствуют незаконному финансированию поставок оружия в очаги конфликтов.

2. Усиление миграции населения и образование этнических диаспор. Районы с этнически однородным населением являются одним из основных источников пополнения НВФ, базирующихся в той или иной стране и использующих национально-патриотические чувства в борьбе за свои интересы.

3. Неспособность политических институтов и структур решать назревшие вопросы общественного развития.

4. Корруптированность государственных служащих.

5. Дефицит ресурсов, необходимых для борьбы с НВФ.

Наиболее распространенными и особенно опасными видами НВФ принято считать террористические организации и вооруженные формирования партизанского типа, к борьбе с которыми во взаимодействии с органами внутренних дел (национальной безопасности) привлекаются части и подразделения Национальной гвардии.

Военные специалисты считают, что сам факт деятельности НВФ представляет угрозу жизнедеятельности общества, системе государственной исполнительной власти и органов самоуправления. Цели, которые преследует НВФ, в зависимости от их характера и дифференциации видов терроризма имеют различную направленность.

Современный мировой опыт свидетельствует, что механизм зарождения и последующего качественного развития НВФ может протекать путем слияния ранее созданных мелких отрядов в одно или несколько формирований, объединения их одной идеей с последующим приданием ей статуса формирования военного типа.

Как свидетельствуют события в Северо-Кавказском регионе России, тактике НВФ в основном присущ наступательный характер. Вместе с тем НВФ редко принимают откры-

тый бой, а предпочитают уклонение от прямого столкновения с превосходящим по силе противником, стараясь «ускользнуть» из-под его удара. Основными боевыми методами при этом являются внезапные нападения по принципу «удар-отход» на отдельные объекты, КП, ПУ, тыловые базы, автоколонны, КПП, блокпосты, небольшие по численности гарнизоны, сторожевые посты и засады [1].

Что касается обороны, то НВФ прибегает к ней крайне редко, в исключительных случаях: для обороны базовых районов, отдельных населенных пунктов и вынужденно - при их окружении или его угрозе. Характерные примеры оборонительных действий НВФ дал чеченский конфликт в России. Об эффективности построенной сепаратистами обороны свидетельствует тот факт, что только в декабре 1994 года федеральные войска, выдвигающиеся в Грозный, потеряли 372 человека и 72 единицы техники.

Понимая бесперспективность позиционной войны, а также учитывая ограниченное количество направления движения российских войск, военное руководство сепаратистов избрало тактику маневренной очаговой обороны. Оно сосредоточило основные усилия на подготовке опорных пунктов и узлов сопротивления в Грозном, на ближних подступах к нему и на основных автомагистралях, ведущих в город.

Построение обороны строилось следующим образом: в черте города была создана система очаговой обороны, включающая в себя огневые позиции бронетанковой техники, артиллерии, противотанковых средств и противотанковые заграждения. Нижние этажи домов на основных направлениях были оборудованы под долговременные огневые точки (ДОТы). Окна и входы в подвалы домов на окраинах Грозного, вдоль магистральных улиц и на перекрестках закрывались мешками с песком, камнями и кирпичами. Оставлялись бойницы для наблюдения и ведения огня [2]. Большая часть бронетанковой техники и артиллерии была замаскирована в жилых кварталах и на предприятиях. На крышах верхних этажей зданий создавались огневые позиции снайперов и зенитчиков, а важные подступы к отдельным объектам минировались. Перекрестки улиц заваливались железобетонными плитами, кучами гравия, песка и другими материалами. Сооружались ДОТы. Их строили на перекрестках, соединяя ходами сообщения с прилегающими дворами для скрытого занятия и маневра. Были назначены ответственные лица за оборону каждого квартала и улицы, организована комендантская служба. На дальних подступах к городу выставлялись засады и охранение, их наблюдательные пункты располагались на господствующих высотах. Опорные пункты оборудовались в инженерном отношении и готовились к длительной обороне, но боевиками, как правило, не занимались: там организовывалось боевое дежурство, располагалась боевая техника и тяжелое вооружение. На важнейших направлениях строились ДОТы и бронеколпаки, проводилось минирование дорог, участков местности, подходов к населенным пунктам. На автодорогах устраивались завалы, вблизи их узких участков и перекрестков сосредотачивались большегрузные автомобили, которые планировалось использовать для перекрытия маршрутов движения войск.

С вводом войск в Грозный боевики, укрепившиеся в опорных пунктах на магистральных улицах и перекрестках, поражали из гранатометов и установок ПТУР головные и замыкающие машины в погодных колоннах. Остановив таким образом колонну и лишив ее маневра, они приступали к методическому уничтожению техники и личного состава. Огонь велся с предельно коротких расстояний – 150-200 м (иногда с 30-40 м) одновременно из 5-20 гранатометов с крыш домов, подвалов зданий, проломов в стенах и из окон разных этажей. После того как бронетехника была подбита, личный состав, оставшийся без укрытия, уничтожался снайперами и пулеметчиками. Таким способом в Грозном была уничтожена колонна одной из мотострелковых бригад, состоявшая из 16 боевых и

30 колесных машин. Вываться из «огневого мешка» удалось только четырем боевым машинам пехоты.

С установлением силами правопорядка контроля над всей или большей частью «мятежной» территории НВФ переходят к партизанской борьбе, сочетая ее в ряде случаев с жесткой обороной важных объектов. Основное содержание действий отрядов составляют засады на коммуникациях и нападения на небольшие гарнизоны. Характерными особенностями партизанской войны в настоящее время являются использование большого количества современных средств минирования (минная война), широкое применение снайперов (снайперская война), а также проведение крупномасштабных террористических актов с захватом заложников [3].

Эти и другие методы ведения партизанской войны ставят перед специалистами, командирами всех степеней следующие вопросы. Каковы критерии определения боевых возможностей частей и подразделений при ведении контрпартизанской войны? Сколько потребуется сил и средств для обезвреживания засад боевиков, предотвращения диверсионных актов, охраны коммуникаций, проведения разведывательных и поисковых мероприятий? Каким будет решение командира на бой, если он не видит перед собой реального противника? На эти и другие вопросы нужно упорно искать ответы, ибо многие стандартные нормативные показатели, выработанные раньше, здесь явно уже неприемлемы. Решение данной проблемы мы видим в развитии подразделений оперативного и специального назначения. Они должны быть мобильны, иметь высокую огневую мощь и применять тактику действий мелкими подразделениями.

Нападения (налеты) проводятся на посты охранения, контрольно-пропускные пункты (КПП), блокпосты, комендатуры, аэродромы и склады с целью их захвата, уничтожения или причинения максимального урона. Налетам, как правило, предшествует тщательная разведка и умелая дезинформация с помощью местного населения. Изучаются подступы к объекту, система его охраны, связи, заграждений, расположение огневых средств, определение возможностей войск по оказанию помощи в обороне объекта. Максимально используется фактор неожиданности. Налет проводится отрядом численностью до 30 человек, который делится на группы: доразведки, подавления охранения, прикрытия и основных сил (штурмовую группу).

Характерным примером подобных действий (из опыта боевых действий Внутренних войск России) является нападение боевиков 20.01.96 г. на КПП-10. Группа численностью 10-12 человек с наступлением темноты незаметно окружила КПП и открыла по нему внезапный огонь одновременно с пяти направлений с дистанции 70-100 метров. Сразу же были уничтожены два бронетранспортера (БТР) и ранено несколько человек, дезорганизовано управление, нарушена система огня. В сложившейся обстановке личный состав войскового наряда оставил место службы и неорганизованно отошел в район расположения части.

К налету можно и отнести события в июне 2016 года в городе Актобе, когда вооруженная группа террористов напала на воинскую часть Национальной гвардии. В результате нападения погибли трое военнослужащих, один террорист был уничтожен [4].

Террористическая деятельность НВФ является одним из наиболее действенных средств их арсенала и охватывает широкий спектр: от захвата отдельных военнослужащих и гражданских лиц до беспрецедентных захватов сотен заложников, в первую очередь больных, женщин, детей, стариков, от подрыва каких-либо объектов до физического устранения высокопоставленных должностных лиц. Расчет при проведении терактов делается на то, что они оказывают сильнейшее психологическое воздействие не только на личный состав войск, но и на население целых регионов.

В целях достижения поставленных целей боевики используют следующий арсенал методов террора: рейды, захваты заложников, шантаж, угрозы. Действия террористов отличаются внезапностью, дерзостью, хитростью, решительностью и изощренной жестокостью.

Далее хотелось привести некоторые примеры терактов в Казахстане. Так, 12 ноября в городе Тараз Максатом Кариевым (1977 г.р.) совершен ряд особо тяжких преступлений, повлекших смерть семи человек, в том числе пяти сотрудников правоохранительных органов. Были ранены три сотрудника органов внутренних дел. В ночь с 14 на 15 сентября 2012 года группа неизвестных из автомашины обстреляла постового полицейского в центре Атырау, после чего совершила нападение на здание городской полиции – в сторону проходной была брошена бутылка с зажигательной смесью. В результате нападений двое полицейских пострадали, неизвестным удалось скрыться [5].

Особое место в арсенале методов терроризма в последние годы занимает практика захвата в заложники. Полевые командиры, отдельные группы боевиков применяют этот метод как для нанесения поражения войскам и обмена задержанных боевиков на заложников, так и для получения выкупа. Попыток захвата заложников не предпринимается в отношении групп военнослужащих, которые правильно организуют круговое наблюдение и оборону, находятся в постоянной готовности к отражению нападения, не вводят в неслужебные контакты с населением. В свою очередь беспечность и самоуверенность солдат и офицеров создают предпосылки и провоцируют захват их в заложники. Захват одиночных военнослужащих или небольших групп осуществляется примерно по одной схеме. Организуется наблюдение, устанавливается время появления военнослужащих, их количество, намерения и характер действий. Предпочтение отдается районам, прилегающим к рынкам, кафе и шашлычным, источникам воды и т.д. Для нападения выбирается момент, когда военнослужащие не готовы к отражению нападения, когда у них заняты руки или отвлечено внимание. Нападающих всегда в два-три раза больше. Они вооружены малогабаритным оружием и гранатами. Группа боевиков условно подразделяется на подгруппу нападения (2-3 чел.), прикрытия и эвакуации (2-3 чел. на автомобилях, составленных по маршруту отхода через определенное расстояние). Во всех случаях боевики стремятся сблизиться вплотную с захватываемыми, действуют дерзко, угрожая оружием подавляют и деморализуют объект захвата. Человек, не имеющий достаточной выдержки, хладнокровия и решительности, в такой ситуации полностью теряет способность к сопротивлению. При оказании же сопротивления жертва уничтожается почти во всех случаях.

Для проведения аналогии можно привести пример действий террориста Руслана Кулекбаева летом 2016 года, когда он один, пользуясь беспечностью и самоуверенностью сотрудников органов внутренних дел, совершил череду убийств сотрудников ОВД [6].

Анализ преступлений религиозной и террористической направленности за 2011-2016 годы на территории Республики Казахстан показал, что боевиков в группах было от 3-х до 17-ти человек. Преступники хорошо вооружены, на требования сдаться никогда не сдаются, всегда готовы к самоуничтожению, обладают высоким уровнем морально-психологической подготовки, имеют навыки ведения огневого контакта в различных условиях, маскировки и минно-подрывного дела, знают тактику партизанских действий, способы действий подразделений специального назначения. При необходимости группы вооруженных преступников могут разделяться на более мелкие подгруппы, что позволяет им быть менее заметными и уязвимыми. В случае угрозы задержания основной группы от нее всегда выделяется отвлекающая группа, которая открыто и демонстративно ведет огонь по силам правопорядка. Задержания вооруженных преступников, проведенные в

2011-2012 годах, выявили недостаточность работы правоохранительных структур по определению количества вооруженных преступников, их вооружения, уровня подготовки. Слабая организация всестороннего обеспечения, излишняя самоуверенность, нарушения правил личной безопасности, неиспользование технических средств разведки привели к большим жертвам среди сотрудников подразделений специального назначения.

Вооруженные преступники, как правило, являются представителями деструктивных религиозных течений. Исходя из вышеуказанного, можно сделать вывод, что НВФ являются высокоорганизованными формированиями военного типа. Боевики, воюющие в их составе, имеют высокую боевую подготовку, богатый боевой опыт и способны успешно противостоять регулярным войсковым подразделениям. Тактика действий НВФ отличается дерзостью, непредсказуемостью, разнообразием приемов и способов действий и жестокостью, что требует от каждого военнослужащего Национальной гвардии готовности к действиям по борьбе с НВФ в любых условиях обстановки.

Опыт проведенных задержаний вооруженных преступников в Казахстане позволяет сделать вывод, что уровень их подготовки не так высок, как боевиков в Чечне и Дагестане. Но нельзя забывать о воюющих на территории Сирии, Ирака и Афганистана гражданах Казахстана, которые по возвращению на Родину создадут потенциальную угрозу создания НВФ в нашей стране.

Список литературы

1. Гусев С.В. Тактика действий незаконных вооруженных формирований в Чечне // Опыт и актуальные проблемы СБД группировки ВВ МВД России в ходе проведения контртеррористических операций в Северо-Кавказском регионе Российской Федерации: Сб. науч. ст. / Санкт-Петербургский военный ин-т внутр. войск МВД России. – СПб., 2003. – Ч. 2. – С. 27-30.
2. Меняйло Д. Особенности штурма здания // Войсковой вестник: Сб. учеб.-метод. материалов / Прил. к военно-публицистическому и литературно-худож. журн. «На боевом посту» внутр. войск МВД Российской Федерации. – 2012. – № 6.
3. Тактика в боевых примерах: Учеб. пособие / Главное управление Сухопутных войск Вооруженных сил РФ. – М., 2008. – 136 с. – С. 71.
4. Судья рассказал детали произошедших июньских терактов в Актобе. – Режим доступа: <https://www.zakon.kz>.
5. Шибутов М.М. Терроризм в Казахстане – 2011-2012 годы / М.М. Шибутов, В.В. Абрамов // Доклад от 27.11.2012. – 50 с. – С. 11-13.
6. Мантров В. 18 июля: хроника кровавой бойни в Алматы. – Режим доступа: www.ktk.kz. 10.02.2016.

Получено 2.02.2017

УДК 355.343.2

В.И. Терещенко. О.А. Манцулов

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗНАНИЙ И НАВЫКОВ ОБУЧАЕМЫХ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ МАШИН

Главные требования к боевым машинам – боевая готовность и надежность в работе закладываются в период постановки их на хранение. Достичь этого возможно только при хорошей организации выполнения работ и соответствующем уровне подготовки членов экипажей.

Программой технической подготовки на каждый период обучения для всех членов экипажей отводится по (количество) часов на практические работы по подготовке техники к хранению. Занятия с личным составом по теме (номер) предусматриваются только в летнем периоде обучения. В содержание их включены такие весьма важные для практической работы членов экипажей вопросы, как изучение объема работ и обязанностей членов экипажей при постановке техники на хранение, технология подготовки к хранению отделений танка, технология консервации двигателей и герметизации корпусов, применяемые сорта горючесмазочных материалов и так далее. От организации и проведения занятий с личным составом по этим вопросам зависит не только качество выполнения работ на машинах, но и полнота усвоения обучаемыми учебного материала.

Наибольший эффект проведения занятий по теме «Техническая подготовка танка к хранению» возможен только тогда, когда эти занятия будут проводиться в комплексе (см. табл. Форма № 1) с выполнением работ по подготовке танков к хранению. При этом время, отводимое на практические работы по подготовке танков к хранению должно быть соответственно увеличено на количество часов, которое отводится на тему «Технология подготовки танков к хранению».

Для проведения такого комплексного занятия должны быть подготовлены графики распределения обязанностей между членами экипажей при соответствующем виде технического обслуживания и операционные карты по выполнению специфических работ при постановке танков на хранение.

Организация такого комплексного занятия может быть представлена следующим образом.

После заправки танков горючесмазочными материалами, мойки машин и постановки их на места стоянки или возле них целесообразнее провести 3-4-часовое занятие по изучению функциональных обязанностей членов экипажа при соответствующем виде технического обслуживания. Затем экипажи приступают к практическому выполнению работ. При этом каждый член экипажа выполняет те работы, которые ему определены картой-графиком.

На следующий день целесообразно на двухчасовом занятии изучить с членами основные положения приказа Министра Обороны Республики Казахстан № 95 от 20 марта 2003 года «Об утверждении и введении в действие Правил хранения бронетанкового вооружения и техники» и технических требований на содержание, приемку и передачу бронетанковой техники в войсках.

Программой технической подготовки такое занятие не предусматривается, однако проведение его следует считать обязательным. Обусловлено это тем, что экипажи должны считать главными работами при постановке техники на хранение не только чистку машины и выполнение работ по обслуживанию, но и выполнение требований к техническому состоянию и содержанию машин.

Перед выполнением работ по подготовке к хранению боевого отделения и вооружения отделений управления и моторно-трансмиссионного с соответствующими членами экипажей необходимо провести занятия по изучению объема и технологии работ. В этом случае экипажи будут выполнять предусмотренные планом работы со знанием дела.

И наконец, перед консервацией двигателей и насосов, а также герметизацией броневых корпусов с командирами, механиками-водителями машин целесообразно провести практическое занятие по выполнению этих работ. В период постановки техники на хранение не следует ограничиваться только проведением занятий по рассмотренной теме. На каждый день работы следует ставить учебные задачи, которые необходимо обеспечить как в методическом, так и в материальном отношении.

Форма № 1

ПЛАН
организации занятий по технологии подготовки танков к хранению в комплексе
с практическими работами по подготовке танков к хранению

- Время: 1. На занятия по теме «Технология подготовки танков к хранению – 12 часов.
2. На практические работы по подготовке танков к хранению – 51 час.
3. Итого - 63 часа.

| Часы | Д-1 | Д-2 | Д-3 | Д-4 | Д-5, Д-6, Д-7 | Д-8 | Д-9 |
|------|--|---|---|--|---------------|--|---|
| 1-2 | Объем выполняемых работ при постановке техники на хранение. Обязанности членов экипажей. | Основные положения приказы командующего СВ и технических требований на содержание, приемку и передачу БТГ в войсках (для всех членов экипажа) | Технология подготовки к хранению боевого отделения танка (для командиров машин и наводчиков-операторов) | Технология подготовки к хранению отделения и силового отделения (для механиков-водителей и командиров машин) | Д-5, Д-6, Д-7 | Технология консервации двигателя и насоса и герметизации корпусов машин (для командиров машин и механиков-водителей) | Практическое выполнение работ на машинах по консервации двигателей, насосов и герметизации корпусов |
| 3-4 | Применяемые эксплуатационные материалы (тема для командиров машин, механиков-водителей, наводчиков-операторов). Правила техники безопасности при работе на машинах. | | | | | | |
| 5-7 | Практическое выполнение работ по подготовке танков к хранению | | | | | | |

Примечание: С наводчиками-операторами частей сокращенного состава проводятся занятия только по тематике первого дня занятий (Д-1).

И наконец, перед консервацией двигателей и насосов, а также герметизацией броневых корпусов с командирами, механиками-водителями машин целесообразно провести практическое занятие по выполнению этих работ. В период постановки техники на хранение не следует ограничиваться только проведением занятий по рассмотренной теме. На каждый день работы следует ставить учебные задачи, которые необходимо обеспечить как в методическом, так и в материальном отношении.

В некоторых частях при подготовке техники к хранению в подразделениях создаются бригады. Каждая бригада специализируется для выполнения определенных работ на всех машинах. В этом случае с составом специализированных бригад проводятся специальные занятия и принимаются зачеты. Необходимость в этом очевидна. Ведь незнание или нарушение технологии выполнения работ и невыполнение требований станет причиной того, что работы на всех машинах будут выполнены недоброкачественно.

Парко-хозяйственные дни проводятся один раз в неделю. Они предназначены для обслуживания и ремонта техники, углубления знаний по устройству, эксплуатации и совершенствования практических навыков по технологии обслуживания ее, обслуживания объектов учебно-материальной базы, а также выполнения хозяйственных работ. На первый взгляд кажется, что на parco-хозяйственные дни ставится слишком много задач. Следовательно, о решении учебных задач в ходе их проведения не может быть и речи. Однако это не так. Опыт передовых подразделений и частей свидетельствует, что при правильном планировании и организации их проведения успешно решаются все задачи.

Представим себе, что в период постановки машин на хранение экипажами выполнен высококачественно и полностью весь объем работ, предусмотренный «Правилами хранения бронетанкового вооружения и техники». А по техническому состоянию и содержанию они соответствуют требованиям, предъявляемым к машинам боевой группы. На таких машинах в ходе parco-хозяйственных дней придется выполнять еженедельное или годовое техническое обслуживание. Кроме того, в отдельные parco-хозяйственные дни на машинах потребуется выполнять работы, периодичность которых обусловлена соответствующими руководствами, директивами и инструкциями. Например, обслуживание или проведение зарядки (контрольно-тренировочного цикла) аккумуляторных батарей, проверка функционирования стабилизаторов вооружения и так далее. Для выполнения этих работ на каждый танк будут выделяться соответствующие члены экипажей.

Иногда бывает и так, что в ходе работ по постановке машин на хранение отдельные из работ были не выполнены или выполнены с нарушением некоторых технических условий или требований. В таком случае устранение недостатков производится в ходе parco-хозяйственных дней. С этой целью на машины выделяются соответствующие члены экипажей.

Как в первом, так и во втором случае членам экипажей должны ставиться учебные задачи на период выполнения работ на машинах. Качество выполнения учебных задач зависит от ряда факторов и в первую очередь от планирования, организации и материального обеспечения.

Планирование parco-хозяйственных дней, как показывает опыт ряда передовых частей, должно осуществляться на очередной месяц и непосредственно на день их проведения. В месячном плане, являющимся разделом плана работы технической части на месяц, должны быть перечислены основные работы, выполняемые на машинах подразделений, и учебные задачи на каждый parco-хозяйственный день (Форма № 2). Качественное выполнения работ и выполнение поставленных учебных задач во многом зависят от целенаправленности выполнения основных работ на машинах подразделений. Если, например, на один parco-хозяйственный день будут запланированы работы по обслуживанию средств связи, на второй – вооружения и средств наведения, на третий – силовой уста-

новки и так далее. Это предопределил выделение ответственных офицеров на парко-хозяйственные дни в части и подразделениях, а также членов экипажей, работа которых на машинах обязательна в данный день.

Форма № 2

Утверждаю
Командир воинской части _____

(звание, подпись) _____ 201__ год

Перечень основных работ, выполняемых на машинах,
и учебных задач на парко-хозяйственные дни в
в/ч _____ на _____ месяц 201__ года

| Дата проведения парко-хозяйственного дня | Подразделения | Перечень основных работ, выполняемых на машинах и элементах парка | Учебные задачи для личного состава подразделений |
|--|---------------|--|--|
| 5.10.201...г. | 3 тр | Сдача аккумуляторных батарей для проведения контрольно-тренировочного цикла. | 1. Отработка норматива № ... по снятию аккумуляторных батарей. Показатели и технология проверки технического состояния аккумуляторных батарей. 3. Практическая работа по использованию парковых средств для доставки аккумуляторных батарей. |
| 12.10.201...г. | 5 тр | Проверка и натяжение гусеничной ленты. Проверка степени загрязнения воздухоочистителя и порядок обслуживания его (промывка кассет воздухоочистителя). | 1. Отработка норматива №... по проверке и натяжению гусеницы. 1. Практический запуск двигателя и практическая проверка степени загрязнения воздухоочистителя. 2. Практическая работа с использованием узлов и агрегатов МТО-80, для промывки кассет воздухоочистителя. |
| 19.10.201...г. | 7 тр | Сдача воздушных и баллонов ППО на проверку и зарядку. | 1. Практическая работа по использованию элементов парка по проверке и зарядке воздушных баллонов. |
| 26.10.201...г. | 9 тр | Снятие характеристик стабилизатора и доведение до нормы. | 1. Практическая работа с использованием эксплуатационного комплекта по РАВ. |

Заместитель командира части по вооружению
«_____» _____ 201__ г.

Учебные задачи в этом случае должны ставиться соответственно по изучению членами экипажей устройства и правил эксплуатации средств связи, вооружения и так далее.

Наличие такого плана даст возможность офицерам подразделений, начальникам служб части и соответствующим специалистам из подразделений обеспечения заблаговременно готовиться к выполнению планов парко-хозяйственных дней и в частности, к выполнению учебных задач.

В специальных разделах планов парко-хозяйственных дней части и подразделений должны быть сформулированы задачи по изучению устройства, правил эксплуатации и технологии выполнения работ. Причем их необходимо ставить с учетом возможности выполнения.

Иногда целесообразно перед началом работы личного состава на машинах проводить занятия в течение 20-30 минут. Они могут быть посвящены рассмотрению и обоснованию технологии выполнения работ, оценке технического состояния и содержания агрегатов, систем, узлов, приборов и так далее.

Перевод техники на режим сезонной эксплуатации проводится в перерывах между периодами обучения. Программой технической подготовки предусматривается проведение в каждом периоде обучения классных занятий по изучению особенностей эксплуатации машин в летних (зимних) условиях. После проведения этих занятий экипажи машин приступают к практическому выполнению работ по подготовке машин к сезонной эксплуатации. В ходе их выполнения так же, как и при постановке техники на хранение или при проведении парко-хозяйственных дней, должны изучаться вопросы по устройству, эксплуатации машин и технологии выполнения работ.

Все отработанные учебные вопросы в ходе постановки техники на хранение в период парко-хозяйственных дней при переводе машин на сезонную эксплуатацию необходимо учитывать в журналах учета боевой и политической подготовки. Высокое качество выполнения работ и достижение учебных целей в период постановки техники на хранение и во время парко-хозяйственных дней и при переводе машин на сезонную эксплуатацию во многом зависят от постановки методики воспитательной и социально-правовой работы и материального обеспечения.

Мероприятия по социально-правовой работе должны быть направлены на обеспечение выполнения плана работ. В настоящее время во многих частях и подразделениях на период работы личного состава в парке разрабатываются специальные планы политико-воспитательной работы. В них предусматриваются не только пропаганда передового опыта работы экипажей или отдельных военнослужащих, выпуск боевых листовок или радиогазеты, организация и подведение итогов боевого состязания воинов, но и обеспечение культурного отдыха личного состава во время перерывов.

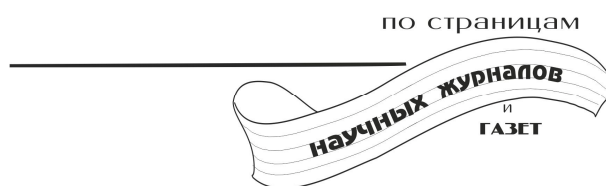
Большое влияние на достижение учебных целей оказывает, кроме того, и материальное обеспечение. К нему относится наличие хорошо оформленных в парках технологических карт и уголков с кратким изложением иллюстрацией технологии выполнения работ по обслуживанию узлов, механизмов, агрегатов и систем машин. В парках подразделений сейчас все чаще можно встретить технические уголки, где под общим заголовком «Правильно обслуживай» в застекленных рамках вывешены изготовленные силами военнослужащих правила обслуживания воздухоочистителя, масляных и топливных фильтров, технология промывки системы охлаждения от накипи и так далее.

В ходе выполнения работ на машинах члены экипажей имеют постоянную возможность получить необходимую «консультацию» по тому или иному вопросу, используя материалы технического уголка. Это особенно важно при условиях, когда парко-

хозяйственные дни проводятся при наличии в парке подразделения только одного ответственного офицера.

На период работы в парке целесообразно вывешивать плакаты по устройству отдельных систем машины или агрегатов, работа по обслуживанию которых запланирована на данный день. Вся работа по оснащению постоянных парков наглядными пособиями должна проводиться не компанейски перед постановкой техники на хранение или перед парко-хозяйственными днями, а последовательно и заблаговременно.

Получено 2.02.2017



ШАР ПОД ВОДОЙ

Проблема использования энергии ветра состоит в том, что этот источник непостоянен: то сильный ветер дует долго, то длительное полное затишье. Энергию надо запасать. Можно запасать в аккумуляторах. Можно построить гидроаккумулирующую электростанцию, где вода в периоды избытка энергии ветра закачивается в горное водохранилище, а когда ветра нет, спускается оттуда и по дороге вертит генераторы. Но аккумуляторы надо довольно часто менять, они дороги и малоэффективны. А горы есть далеко не везде. Немецкий институт энергии ветра и техники энергетических систем нашел интересное решение проблемы. На дне моря предлагают смонтировать ряды бетонных шаров диаметром по 30 метров и при сильном ветре тратить полученную энергию на откачивание из них воды. Когда ветер стихнет, воду впустят, и по пути она будет вертеть генератор, установленный на входе в каждый шар. Чем глубже будут находиться такие шары (желательно погрузить их на 600-800 м), тем больше энергии потребуется на откачку из них воды и тем больше энергии запасется в каждом шаре. Система обойдется вдвое дешевле свинцовых аккумуляторов при той же емкости, а прослужит в три раза дольше.

В конце прошлого года в Боденском озере на глубине 100 м установили бетонный шар диаметром 3 м. Эксперимент в уменьшенном масштабе должен выявить плюсы и минусы проекта.

«Наука и жизнь» № 2, 2017

РЕЗЮМЕ

Аринова Наталья Владимировна – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, канд. техн. наук, доцент
Кадыролдина Альбина Талапжановна – ВКГТУ, преподаватель
Аринова Алиса Бейбитовна – ТПУ, г. Томск, аспирант

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТНО-ВЛАЖНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Математическое и компьютерное моделирование поведения сыпучего материала с варьирующимся гранулометрическим составом рассматривается в данной статье в связи с разработкой емкостного датчика влажности, использующего для своей работы широкий диапазон частот электрического поля, в котором находится исследуемый образец сыпучего материала во время измерения. Разработанная модель электрофизических свойств сыпучего вещества используется для получения частотно-влажностных характеристик вещества, состоящего из частиц с двумя разными размерами. Разработана также программа расчета и визуализации частотно-влажностных характеристик, позволяющая вводить разные размеры двух частиц и изменять качественные характеристики этих материалов. Полученные результаты в статье помогают в построении многопараметровых датчиков влажности и повышают точность измерения с их использованием.

Мақалада ылғалдылықтың сыйымдылық датчигін құрастыруға байланысты, оның жұмыс істеуі үшін, өлшеу кезінде сусымалы материалдың зерттелетін сынамаcы орналасатын, электр өрісінің кең ауқымды жиілігі қолданылатын, түрлі гранулометрлік бөлшектері бар сусымалы материалдың математикалық және компьютерлік модельдеуі қарастырылған. Сусымалы материалдың электрлік-физикалық қасиеттері негізінде құрастырылған модель, екі түрлі көлемді бөлшектерден тұратын, заттың жиілікті-ылғалдылық сипаттамаларын алу мақсатында қолданылады. Сонымен қатар екі бөлшектің әртүрлі өлшемдерін енгізуге және осы материалдың сапалық қасиеттерін өзгертуге мүмкіндік беретін жиілікті-ылғалдылық сипаттамасын есептеу мен визуализация бағдарламасы құрастырылған. Мақалада алынған нәтижелер көп параметрлі ылғалдылық датчигін құрастыруға көмектеседі және оларды қолдану арқасында өлшеу дәлдігін жақсарттады.

The present article covers mathematical and computer simulation of behavior of the bulk material with varying particle composition in relation to development of capacitive humidity sensors, which uses wide band of electrical field where a sample of the mentioned bulk material is put during measurements and researches. The developed model of electrical and physical properties of the bulk material is used to receive frequency and humidity characteristics of a matter consisting of particles of two different sizes. There was also a program developed to calculate and visualize frequency and humidity properties, which allows entering different sizes of two particles and changing qualitative characteristics of these materials. Results presented in the article helps to construct multiparameter humidity sensors and improve accuracy of measurements received with their use.

Ахметов Болат Жумағалиевич – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, ст. преподаватель
Болатова Айдана Болатова – СемГУ им. Шакарима, г. Семей, студент
Байтак Апшикур – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, канд. техн. наук, доцент

РАЗРАБОТКА СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ МЕЖЕВОГО ПЛАНА (УКАЗЫВАЕТСЯ ВРЕМЯ ЗОНИРОВАНИЯ И ШАГ СЕТКИ)

В статье рассмотрен процесс загрязнения почв радионуклидами, особенности межевания земель, а также предложена схема расположения земельных участков со значительным загрязнением верхнего слоя почвы. Эти данные необходимы для проведения межевания земель сельскохозяйственного назначения.

Мақалада топырақтың радионуклидті ластануының үрдісі жерді межеу ерекшелігімен қарастырылған, сондай-ақ топырағының үстіңгі қабаты айтарлықтай ластанған жер бөлігінің орналасу схемасы ұсынылған. Келтірілген мәліметтер ауыл шаруашылығына арналған жерлерге межеу жүргізу үшін қажетті болып табылады.

The article describes the process of soil contamination with radionuclide's features of the land survey and proposed layout of land with significant contamination of the upper soil layer. These data are necessary to conduct the surveying of agricultural land.

Байдельдинова Рашида Решатовна – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, магистрант
Попова Галина Владимировна – ВКГТУ, канд. физ.-мат. наук, доцент

СОЗДАНИЕ ИНТЕРНЕТ-СЕРВИСА, ПРЕДОСТАВЛЯЮЩЕГО УСЛУГИ ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ РК

Обоснована целесообразность использования веб-технологий для решения задачи создания интернет-сервиса, предоставляющего услуги для пациентов РК, а так же описаны

Қазақстан Республикасында науқастарға қызмет көрсететін интернет-сервисті құру міндетін шешу үшін веб-технологияларды қолданудың қолайлығы негізделген, сондай-ақ оның

The expediency of applying web-based technologies to solve the problem of creating web-service which provides services to patients of the Republic of Kazakhstan is ex-

его функциональные возможности. Предложен нейросетевой метод выбора подходящего специалиста – врача на основе введенных данных пациента.

функционалдық мүмкіндіктері сипатталған. Науқастың енгізілген деректері негізінде тиісті маманды-дәрігерді таңдауға арналған нейрондық желі әдісі ұсынылды.

plained, also its functionality is described. A neural network method of choosing an appropriate doctor based on the entered patient data is offered.

Бейсембаева Роза Сейдахметовна – ВКГУ им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск, канд. геог. наук, доцент ВАК, проф.

Асылгазина Күмісай Асылгазықызы – ВКГУ им. С. Аманжолова, магистрант

Сайдесова Айзат Қайратқызы – ВКГУ им. С. Аманжолова, магистрант

Серікұлы Талғар – ВКГУ им. С. Аманжолова, магистрант

ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье дан анализ особенностям пространственной организации территории Восточно-Казахстанской области.

Мақалада Шығыс Қазақстан облысының кеңістіктік ұйымдастыру ерекшеліктеріне талдау жасалынған.

The article analyzes the characteristics of the spatial organization of the territory of the East Kazakhstan region.

Бутурлакина Елена Георгиевна – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

В статье предлагается алгоритм формирования портфеля проектов по критериям риска, эффективности и стоимости. Алгоритм является модификацией алгоритма полного перебора и позволяет получить варианты портфелей из 25 проектов в приемлемое вычислительное время. При этом из рассмотрения исключаются «доминируемые» наборы проектов.

Мақалада тәуекел, тиімділік және құндылық критерийлерінің негізінде жобалар портфелін қалыптастыру үшін алгоритм ұсынылады. Алгоритм толық іздеу алгоритмінің модификациясы болып табылады және ақылға қонымды есептеу уақытында 25 жобадан портфельдің нұсқауларын алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар қарастырудан «үстемдік» жоба жинақтары алынып тасталады.

The paper proposes an algorithm for the portfolio formation on the criteria of risk, performance and value. The algorithm is a modification of the exhaustive search algorithm and allows to form portfolios of 25 projects in a reasonable computing time. At the same time «dominated» portfolios are excluded from consideration.

Вавилов Андрей Владимирович – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, канд. техн. наук, доцент

Дудкин Михаил Васильевич – ВКГТУ, д-р техн. наук, проф.

Гурьянов Георгий Александрович – ВКГТУ, канд. техн. наук, проф.

Клименко Евгений Александрович – ВКГТУ, ст. преподаватель

Филянов Александр Андреевич – ВКГТУ, магистрант

РАЗРАБОТКА НОВОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ЛИНИИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

В статье представлены результаты экспериментальных исследований новой установки по переработке техногенных отходов (отработанных тросов и канатов подъемно-транспортного оборудования). Новая установка предназначена для выполнения основного этапа работ по переработке отходов – разделения нарезанных тросов и канатов на отдельные проволочки. Приведены данные по определению эффективного режима работы новой установки. Сделаны выводы о работоспособности нового устройства и его характеристиках.

Мақалада техногендік қалдықтарды (көтеру-көліктік жабдықтардың пайдаланылған тростар мен арқандарын) қайта өңдеуде жаңа қондырғыны эксперименттік зерттеу нәтижелері ұсынылған. Жаңа қондырғы қалдықтарды қайта өңдеу жұмыстарының негізгі кезеңін – кесілген тростар мен арқандарды жеке сымдарға бөлуге арналған. Жаңа қондырғының тиімді жұмыс режимін анықтау деректері келтірілген. Жаңа қондырғының жұмысқа қабылеттілігі және оның сипаттамалары туралы қорытынды жасалды.

The article presents the results of experimental research of a new unit for processing industrial waste (waste ropes and cables of a lifting-transport equipment). The new unit is designed to perform the main stage of works on waste – separation of sliced ropes and cables on a separate wire. The article presents data on the identification of effective mode of operation of a new unit. Conclusions about efficiency of the new device and its characteristics.

Дьячков Борис Александрович – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, д-р геол.-мин. наук, проф., акад. НАН РК
Ойцева Татьяна Анатольевна – ВКГТУ, докторант
Матайбаева Индира Едылевна – ВКГТУ, докторант
Фролова Ольга Вячеславовна – ВКГТУ, докторант
Мирошникова Анастасия Петровна – ВКГТУ, докторант

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ И МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН)

Рассматривается геотектоническая позиция редкометаллоносных гранитоидных поясов пермского возраста, сформированных в постколлизийной (орогенной) геодинамической обстановке развития геологических структур Большого Алтая. Приводится характеристика ведущих типов редкометалльных и редкоземельных месторождений Калба-Нарымской зоны и Жарма-Саура. Намечены основные геолого-структурные и минералого-геохимические критерии прогноза и поиска новых месторождений.

Үлкен Алтай геологиялық құрылымдарының постколлизиялық (орогендік) геодинамикалық жағдайларда қалыптасқан, пермь жасты сирек металдық граниттік белдемдердің геотектоникалық орналасуы қарастырылады. Жарма-Сауыр және Қалба-Нарым аймақтарының сирек металды және сирек жер металды кенорындардың жетекші типтеріне сипаттама келтіріледі. Жаңа кенорындарын іздеу мен болжаудың геологиялық-құрылымдық және минералогиялық-геохимиялық негізгі критерийлері белгіленген.

Consider the geotectonic position of rare metal granitoid belts of Permian age formed in postcollisional (orogenic) geodynamic setting of the geological structures of the Greater Altai. The characteristic of the leading types of rare metal and rare earth deposits Qalba-Narym area and Zharma-Saur were given. Outlining the main geological, structural, mineralogical and geochemical criteria of forecast and the search for new deposits.

Жусупов Алтынбек Сагитжанович – Национальный университет обороны имени Первого Президента

ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ ДЕЙСТВИЙ НЕЗАКОННЫХ ВООРУЖЕННЫХ ФОРМИРОВАНИЙ

В данной статье рассмотрены причины возникновения незаконных вооруженных формирований и тактика их действий. Также выявлены особенности действий вооруженных преступников.

Бұл мақалада заңсыз қаруланған құрылымдардың құрылу себептері және олардың тактикасы қарастырылған. Сондай-ақ қаруланған қылмыскерлердің әрекеттерінің ерекшеліктері анықталған.

The reasons of illegal armed formations arising and their tactics were discussed in this article. Also some peculiarities of armed criminals' operations are discovered.

Ипалаков Тулеген Турсунович – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, д-р техн. наук, проф.
Апшикур Байтак – ВКГТУ, канд. техн. наук, доцент

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СОСТОЯНИЕ МАССИВА НА КАРЬЕРАХ

В статье приведены результаты исследований закономерностей сегрегации горной массы по гранулометрическому составу и распределения плотности скальных пород для разработки рекомендаций по технологии формирования отвалов АО «ССГПО» на основе новой концепции кинетики процесса сегрегации дробленого скального материала при отсыпке его в отвалы. Выявленные закономерности изменения гранулометрического состава и коэффициента разрыхления позволяют более дифференцировано применить показатели плотности скальных пород в дальнейших расчетах устойчивости отвалов не только в АО «ССГПО» но и в других горнодобывающих предприятиях.

Мақалада «ССГПО» АҚ отвалын қалыптастыру технологиясына қажет етілген ұсыныстарды жасау барысындағы ұсақталынған жартасты материалдарды отвалға төгуде олардың сегрегациялық үрдісі кинетикасының жаңа концепциясы негізінде тау массивтері сегрегациясының заңдылығы, түйіршікті құрамы және жартасты жыныстар тығыздығының таралуы бойынша зерттеу нәтижесі келтірілген. Анықталынған түйіршік құрамының және коєсу коєфициентінің өзгеру заңдылықтары, тек «ССГПО» АҚ отвалының тұрақтылық есебінде ғана емес, басқа да тау-кен өндіріс орындарының отвал тұрақтылық есебі барысында жартасты жыныстардың тығыздық көрсеткіштерін дифференциалды пайдалануға мүмкіндік береді.

The results of studies of segregation laws of rock mass for particle size distribution and the density distribution of rocks to make recommendations on the technology of forming piles of «SSGPO», based on a new concept of the kinetics of the process of segregation of crushed rock material when dumping it in piles. Identified patterns of change in particle size distribution and the coefficient of loosening, allow more differentiated use performance density rock dumps in further calculations of stability not only in the joint-stock company «SSGPO» and other mining enterprises.

Ипалаков Тулеген Турсунович – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, д-р техн. наук, проф.
Апшикур Байтак – ВКГТУ, канд. техн. наук, доцент

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ПАРАМЕТРОВ БОРТОВ КАРЬЕРА И ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ И ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

В статье приведены исследования возникновения рисков, причинами которых являются неопределенности, возникающие на разных стадиях выполнения расчетов устойчивости. К основным из них относятся: неопределенности, связанные с геометрическими параметрами борта карьера; гидрогеологические условия; прочностные свойства литологических разностей, трещиноватость и т.д.; расчетная модель.

С целью снижения влияния указанных неопределенностей, а следовательно, уменьшения уровня риска при предварительном выполнении расчетов устойчивости бортов карьера, предлагается новая методика определения устойчивых параметров бортов карьера и прочностных свойств в условиях недостаточной информации и геомеханических неопределенностей.

Мақалада тұрақтылық есебін орындаудың әртүрлі сатысында пайда болатын, себебі белгісіз болып келетін қауіп-қатерді зерттеу келтірілген. Олардың негізгілеріне келесілер жатады: карьер беткейінің геометриялық параметрлерімен байланысты белгісіздік; гидрогеологиялық жағдайлар; беріктілік қасиетінің литологиялық әртүрлілігі, жарықшақтық және т.с.с.; есептік модель.

Атап көрсетілген белгісіздіктің әсерін азайту мақсатында, нақтырақ айтқанда, карьер беткейінің тұрақтылық есебін алдын ала орындау барысында қауіптілік деңгейін азайтуда, карьер беткейі параметрлерінің тұрақтылығын және ақпараттың жеткіліксіздігі шартындағы беріктілік қасиеті мен геомеханикалық белгісіздікті анықтаудың жаңа әдісі ұсынылған.

The paper presents the study of risks arising from the uncertainties arising in the various stages of implementation of payments sustainability. The main ones include: uncertainties associated with the geometric parameters of the quarry side; hydrogeological conditions; the strength properties of lithological differences, fracture, etc.; calculation model.

In order to reduce the influence of these uncertainties and, consequently, reduce the level of risk in the pre-implementation of payments sustainability boards career, we propose a new method of determining the parameters of stable pit walls and strength properties under the conditions of incomplete information and uncertainty geomechanical.

Кунаев Вячеслав Александрович – КарГТУ, г. Караганда, магистр техн. наук, докторант
Жунусбекова Жанара Жумашқызы – КарГТУ, магистр техн. наук, докторант
Нурмагамбетов Алибек Мағауялы – КарГТУ, магистрант

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ФРЕЗЕРНОГО РЫХЛИТЕЛЯ РФ-600 ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕРЗЛЫХ И ПРОЧНЫХ ГРУНТОВ

Статья содержит результаты критического анализа существующих способов рыхления прочных и мерзлых грунтов. На основе данного анализа сделан вывод о наиболее целесообразном использовании для этих целей фрезерного рабочего органа. Предложена и обоснована оптимальная конструкция фрезерного рыхлителя РФ-600 на базе одноковшового гидравлического экскаватора.

Мақалада берік және қатып қалған топырақты жұмсартудың бар тәсілдеріне сын сараптама нәтижелері келтірілген. Берілген сараптама негізінде осы мақсатта фрезерлі жұмыс органын қолдану абзал екені қорытындыланды. Бір шөмішті гидравликалық экскаватор негізінде РФ-600 фрезерлі қопсытқыштың конструкциясын оңтайландыру ұсынылған және негізделген.

The article contains the results of a critical analysis of existing methods of digging of firm and frozen grounds. On the basis of this analysis it was concluded that using of cutterhead is the best for this purpose. The article proposes and substantiates the optimal construction of cutterhead RF-600 on the basis of single-bucket hydraulic excavator.

Маликова Гаухар Айдархановна – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, магистрант
Попова Галина Владимировна – ВКГТУ, канд. физ.-мат. наук, доцент

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Описана роль систем поддержки принятия решений в ситуационных центрах. Приведены особенности ситуационного центра. Представлен результат обзора существующих информационных систем поддержки принятия решений.

Ақпараттық жүйелердің жағдай басқару орталықтарындағы шешім қабылдауды қолдау жүйесінің рөлі сипатталған. Жағдай басқару орталықтарының ерекшеліктері келтірілген. Шешім қабылдауды қолдаудың қолданыстағы ақпараттық жүйелеріне шолу нәтижелері келтірілген.

This article defines the role of decision support systems in situational centers. Specific features of situational centers are highlighted. The article presents an overview of different decision support system.

Набиева Нургуль Бекеновна – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, магистрант
Жомарткызы Гульназ – ВКГТУ, д-р PhD, ст. преподаватель

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УСЛУГ В ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ

Статья посвящена поиску вариантов повышения качества предоставляемых услуг в транспортной компании. В работе описана существующая система распределения заказов исполнителям. Предлагаются пути улучшения способов оценки услуг.

Мақала көлік компаниясында қызмет көрсету сапасын жақсарту жолдарын табу мәселесіне арналған. Жұмыста қолданыстағы тапсырыстарды тарату жүйесі сипатталған. Қызметтерді бағалауды жетілдіру жолдары ұсынылады.

The article is devoted to the search for options for improving the quality of services in the transport company. The paper describes the current distribution system is implementing orders. The ways to improve the way services assessment.

Нукешев Саяхат Оразович – Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, д-р техн. наук, проф.

Есхожин Кайрат Джадыгерович – Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, канд. техн. наук, доцент

Токушев Масгут Хайржанович – Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, докторант PhD

Романюк Николай Николаевич – Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, канд. техн. наук, доцент

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ТРУБОПРОВОДЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ С ЦЕНТРАЛЬНЫМ ДОЗИРОВАНИЕМ

В статье рассмотрен процесс движения частиц минеральных удобрений в горизонтальном трубопроводе. Проанализированы силы, действующие на частицу в воздушном потоке, составлено уравнение, которое описывает траекторию движения частиц после выхода удобрений из винта-распределителя. Приведена аналитическая зависимость, позволяющая определить рациональную длину горизонтального участка подводящего трубопровода распределителя. По результатам экспериментальных исследований предложено наилучшее конструктивное исполнение распределителя.

Мақалада горизонталь құбырдағы минералды тыңайтқыш бөлшектерінің қозғалыс процесі қаралды. Ауа ағынында бөлшектерге әрекет ететін күштер талданды, бұранда-таратқыштан кейін шыққан тыңайтқыш бөлшектерінің қозғалыс траекториясын сипаттайтын тендеу құрастырылды. Таратқыштың горизонталь бөлігінің ұзындығын анықтауға мүмкіндік беретін аналитикалық тәуелділік келтірілді. Эксперименттік зерттеулер нәтижесінде таратқыштың ең оңтайлы конструктивтік орындалуы ұсынылды.

This article deals with the process of the movement of particles of mineral fertilizers in the horizontal pipeline. Forces operating on a particle in an air stream are analyzed, the equation which describes a trajectory of the movement of particles after an exit of fertilizers from the screw distributor is worked out. Analytical dependence, allowing to determine the rational length of the horizontal site of the bringing distributor pipeline is given. By results of pilot studies the best type of the distributor on constructive is offered by executions.

Нургазина Гульбаршын Шарапиденовна – ПГУ, г. Павлодар, ст. преподаватель

Омарбекова Асель Сайлаубековна – ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, канд. техн. наук, доцент

О СОЗДАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

В работе приводится описание общих вопросов создания интеллектуальных средств обучения и контроля знаний, формализации и представления знаний. Рассматривается возможность создания базы знаний и решателей задач интеллектуального средства в виде семантической модели представления знаний. В качестве предметной области рассматривается элементарная алгебра. Приведен пример решателя задач на примере задачи определения модуля числа.

Жұмыста оқытудың және білімді тексерудің интеллектуалдық құралдарын құру мәселелері сипатталған. Білімді ұсыну моделі мен рәсімделуі, оқытудың зияткерлік құралының білім базасы мен есеп шығару құралын құру мүмкіндігі қарастырылған. Оқытудың зияткерлік құралы білімді ұсынудың семантикалық моделі ретінде ұсынылған. Пәндік сала ретінде элементарлық алгебра қарастырылған. Мысал ретінде санның модулін анықтау есебі көрсетілген.

The paper describes the general issues of the development of intelligent learning tools and knowledge control. We consider the formalization and knowledge representation model. The possibility of creating a knowledge base and problem solvers intelligent learning tools. Intelligent learning tool is presented in the form of semantic models of knowledge representation. As a subject area is considered elementary algebra. An example of a solver of problems, by the example of the problem of determining the number of the module.

Оразбаев Батыр Бидайбекович – ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, д-р техн. наук, проф., акад. НИИ РК
Калымов Жинер Манарбекулы – ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, магистрант
Курмангазиева Ляйла Таскалиевна – Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова, г. Атырау, канд. техн. наук, акад. доцент
Утенова Балбупе Есенжановна – Атырауский институт нефти и газа, г. Атырау, канд. техн. наук, акад. доцент АИНГ

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В данной статье исследованы задачи оптимизации производства на основе методов нечеткого математического программирования (НМП), получена постановка задачи НМП и предложен эффективный метод ее решения. Новизна предложенного метода решения задач НМП от известных методов определяется тем, что нечеткая задача ставится и решается без предварительного преобразования её к эквивалентным детерминированным вариантам, т.е. без потери исходной нечеткой информации.

Аталған мақалада бұлдыр математикалық бағдарламалау (БМБ) әдісіне негізделген өндірісті оңтайландыру мәселесі зерттелді. Ұсынылған әдістің басқа осы типтес әдістерден өзгешелігі және жаңалығы бұлдыр мәселе детерминделген баламаға алдын ала түрлендірілмейді, яғни бұлдыр бастапқы ақпарат жоғалмайды. Мұнай жабдыктары зауытының өндірістік жоспарын оңтайландыру мысалында ұсынылған әдіс практикада БМБ шешуге қолданылды. Бұл әдісті қолдану тиімділігі түпнұсқасын детерминдеу әдісінен әлдеқайда жоғары екеніне көз жеткізуге болады.

This article investigated the problem of optimizing production based on fuzzy mathematical programming techniques (FMP). The novelty of the proposed method for solving the problems of the NMP-known methods are determined by the fact that fuzzy problem posed and solved without first converting them to equivalent deterministic options that not without losing the original fuzzy information.

Ракишева Зауре Баяновна – КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, канд. техн. наук, доцент
Махамедкали Адиль – КазНУ им. аль-Фараби, магистрант
Досжан Нурсултан – КазНУ им. аль-Фараби, магистрант
Лязат Жанболат – КазНУ им. аль-Фараби, магистрант
Толубаева Канагат Камзановна – ВКГУ, г. Усть-Каменогорск, канд. техн. наук, доцент

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ

В работе приведены примеры различных параметров магнитных катушек и установлены зависимости между ними. Проведены расчеты катушек для макета спутника.

Жұмыста магниттік орамдардың түрлі параметрлеріне мысалдар ұсынылды және олардың арасындағы тәуелділік анықталды. Спутниктің макеті үшін орамдардың есептеулері жүргізілді.

The paper presents examples of various parameters of the magnetic coils and the dependencies between them. Conducted coils calculations for satellite layout.

Садыкова Гаухар Каныбековна – ВКГУ им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск, магистрант
Ерболатулы Досым – ВКГУ им. С. Аманжолова, канд. физ.-мат. наук
Очередыко Игорь – ВКГУ им. С. Аманжолова, инженер

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО АВТОНОМНОГО ДОМА В ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

В статье рассматриваются основные принципы и особенности проектирования энергоэффективного, автономного, мобильного дома с применением возобновляемых источников энергии в погоднo-климатических условиях Восточного Казахстана.

Мақалада Шығыс Қазақстанның ауа райы-климаттық жағдайларында жаңартылатын энергия көздерін пайдаланатын энергиялық тиімді, автономды, мобильді үйді жобалаудың негізгі принциптері мен ерекшеліктері қарастырылады.

The article considers the main principles and features of designing of energy-efficient, autonomous, mobile home (yurt) with the use of renewable energy sources in the climatic conditions of East Kazakhstan.

Саликова Наталья Семеновна – Кокшетауский университет им. А. Мырзахметова, г. Кокшетау, канд. хим. наук
Ковалев Спартак Игоревич – Кокшетауский университет им. А. Мырзахметова, магистрант

О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ ПОЧВ В РАЙОНЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОЛОМИТОВ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Исследуется влияние Алексеевского доломитового рудника на почвы прилегающих территорий. Выполнен анализ почв на механический состав и содержание гумуса, содержание химических элементов. Установлены элементы, содержание которых превышает установленные нормативы. Рассчитан суммарный показатель загрязнения, дана оценка экологического состояния почв.

Алексеевтегі доломит шахтасының маңайында орналасқан территория топырағына тигізетін әсері зерттелген. Топырақтың механикалық құрамы, қарапайым көлемі және химиялық элементтер мөлшеріне талдау жасалынған. Бекітілген нормативтен кейбір элементтер мөлшері артық екені анықталған. Ластанудың жалпылай көрсеткіштері есептелініп, топырақтың экологиялық жағдайына баға берілген.

The influence of «Alekseevskiy» dolomite mine on the soil of surrounding areas is being studied. We carried out the soil analysis for the mechanical structure, humus content and the content of chemical elements. We established elements, the content of which exceeded the established standards. Designed overall contamination rate, gave the estimation of the soils ecological state.

Салихов Талгат Кумарович – ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, канд. сельхоз. наук, и.о. доцента
Карагойшин Жасхайыр Муханғалиевич – ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, канд. биол. наук, и.о. доцента

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО РЕЗЕРВАТА «БОКЕЙОРДА» ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Данная работа посвящена проблемам охраны окружающей среды Казахстана на примере конкретного проводимого проекта, где приводятся результаты научного обоснования проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области.

Бұл жұмыс Батыс Қазақстан облысының жобаланып отырған «Бөкейорда» мемлекеттік табиғи резерватының ғылыми негіздемесінің нәтижелері келтірілетін нақты жобасы мысалында Қазақстанда қоршаған ортаны қорғау мәселелеріне арналған.

This work is devoted to problems of environmental protection of Kazakhstan on the example of a specific ongoing project, where the results of the scientific study of the projected State Natural Reserve «Bokeyorda» West Kazakhstan region.

Салихов Талгат Кумарович – ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, канд. сельхоз. наук, и.о. доцента
Сванбаева Зауреш Серикхановна – ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, канд. биол. наук, доцент

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА АСТАНЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

В работе представлены результаты анализа влияния загрязнения атмосферного воздуха города Астаны пылью. Отмечается вклад предприятий города в загрязнении атмосферного воздуха пылью. Приводятся данные о состоянии атмосферного воздуха города и загрязнении мелкодисперсными частицами пыли. Проводится анализ заболеваемости и возможности возникновения риска роста заболеваемости населения города.

Астана қаласының шаң ауамен ластану әсерін талдау нәтижелері келтірілген. Қала кәсіпорындарының атмосфералық ауаның шаңмен ластануына үлесі атап көрсетілген. Қаланың атмосфералық ауасының жағдайы және шаңның ұсақ дисперсиялы бөлшектермен ластану деректері келтірілген. Қала халқының науқастануына және оның өрісу мүмкіндігіне талдау жасалған.

The results of analysis of the impact of Astana dust air pollution. Notes the contribution of enterprises in the city's air pollution with dust. The data on the state of the city air pollution and fine dust particles. The analysis of the incidence and the potential for increased incidence of risk of the city's population.

Сапарова Гульмира Коркембаевна – КарГТУ, г. Караганда, канд. техн. наук, доцент
Балабас Лидия Хизировна – КарГТУ, канд. техн. наук, доцент
Медеубаев Нуркен Альмагамбетович – КарГТУ, канд. техн. наук, доцент
Нургалиева Асель Данияловна – КарГТУ, канд. техн. наук, доцент

ОЦЕНКА СПОСОБОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЫЛЕВЫХ ИСТОЧНИКОВ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ ГОРНОЙ МАССЫ НА ГОРНО-ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В данной работе проанализирована запыленность атмосферы воздуха рабочих зон в узлах перегрузки горной массы. Снижение запыленности происходит при введении в

Бұл жұмыста тау-кен массасын қайта өңдеу тораптарында ауаның шаңдылығына талдау жасалынды. Оның сынамалары тиелетін материалдардың өзіне тарту әрекетін азайту есебінен ауа

Air dustiness of working areas in transloading blocks of mined rock has been analyzed in given work. The reduction of dust concentration occurs when integrating the baffles

конструкцию желоба перегородок, снижающих объемы эжекции за счет увеличения сопротивления движению пылевоздушного потока в два раза при одной перегородке и в три раза при наличии двух перегородок.

шандануының бір қалқа болғанда екі есе, екі қалқа болғанда үш есе төмендегенін көрсетеді.

gutter into the construction, which decreases ejection volumes by means of increase of resistance to air and dust stream movement two times with one baffle and three times with two baffles.

Сулейменова Лаура Рахметоллановна – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

Бессмертный Игорь Александрович – Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО, г. Санкт-Петербург, д-р техн. наук, доцент

НАПРАВЛЕНИЕ РЕИНЖИНИРИНГА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВУЗА

В статье проведен анализ информационных систем мониторинга развития вуза. Выявлены некоторые недостатки существующих систем. Были определены основные требования к информационным системам вузов. Сделан вывод, что для эффективного функционирования информационной системы вуза необходимо применить онтологический подход при её разработке.

Мақалада ЖОО дамуын мониторингілеудің ақпараттық жүйелеріне талдау жүргізілген. Бар жүйелердің кейбір кемшіліктері айқындалды. ЖОО ақпараттық жүйелеріне қойылатын негізгі талаптар анықталды. ЖОО ақпараттық жүйесі тиімді қызмет етуі үшін оларды әзірлеуде онтологиялық әдісті қолдану керектігі туралы қорытынды шығарылған.

The article analyzes information systems for monitoring university development. Some shortcomings of existing systems revealed. Basic requirements for the university information systems have been identified. It is concluded that for effective functioning of the university information system ontological approach have to be applied for its development.

Терещенко Владимир Иосифович – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, полковник, ст. преподаватель

Манцуров Олег Александрович – ВКГТУ, полковник

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗНАНИЙ И НАВЫКОВ ОБУЧАЕМЫХ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ МАШИН

В статье рассмотрены основные вопросы по планированию занятий по технической подготовке и даны рекомендации по дополнительному планированию особо важных тем при проведении парко-хозяйственных работ и порядок составления планов на месяц или другой период времени. Знание положений данной статьи во многом повысит профессиональный уровень командира как руководителя занятия.

Бұл мақалада техникалық дайындық сабағын жоспарлаудың негізгі мәселелері қарастырылып, паркшаруашылық жұмыстарының аса маңызды тақырыптарының қосымша жоспарлануының нұсқаулары және жоспарларды бір айға немесе белгілі бір мерзімге құру тәртібі берілген. Бұл мақаланың ережелерін білу командирдің басшы ретіндегі кәсіби деңгейін аса жоғарылатады.

In the article reviews the main issues for planning lessons on technical training and recommendations for extra planning critical in rolling out park-chores and procedure for compiling plans for a month or other period of time. Knowledge of the provisions of this article greatly enhances the professional level of the commander as head of the class.

Шоманов Адай Сакенович – КазНУ им. Аль-Фараби, г. Алматы, докторант

Мансурова Мадина Есимхановна – КазНУ им. Аль-Фараби, канд. физ.мат. наук, проф.

Амиргалиев Едилхан Несипханович – КазНУ им. Аль-Фараби, д-р техн. наук, проф.

Урмашев Байдаулет Амантаевич – КазНУ им. Аль-Фараби, канд. физ.-мат. наук, доцент

РЕШЕНИЕ РЕСУРСОЕМКИХ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ РАЗНОСТНЫХ СХЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ АРАСНЕ SPARK

В данной статье описывается общий подход к решению задач на основе разностных схем, который основан на применении технологии параллельного программирования Apache Spark. Данный подход основан на применении операций отображения, группировки, секционирования, лежащих в основе методологии работы Apache Spark.

Мақалада Apache Spark параллельді программалау технологиясын қолдану негізінде айырымдық сұлба есептерін шешудің жалпы тәсілі сипатталған. Бұл тәсіл Apache Spark методологиясы негізіндегі бейнелеу, топтастыру, бөлімдеу операцияларын қолдануға құрылған.

This article describes a general approach to solving problems based on difference schemes, which is based on using Apache Spark parallel programming technology. This approach is based on the application of mapping, grouping, and partitioning operations, which underlie the methodology of Apache Spark.

МАЗМҰНЫ

СОДЕРЖАНИЕ

ЖЕР ТУРАЛЫ ҒЫЛЫМДАР

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Ахметов Б.Ж., Болатова А.Б., Байтак А. Межелік планның құрамын және құрылымын өңдеу (зоналау уақыты және план торының қадамы көрсетіледі) 3

Ахметов Б.Ж., Болатова А.Б., Байтак А. Разработка состава и содержания межевого плана (указывается время зонирования и шаг сетки) 3

Бейсембаева Р.С., Асылгазина К.А., Сайдесова А.Қ., Серікұлы Т. Шығыс Қазақстан облысының кеңістіктік дамуының аумақтық-географиялық мүмкіндіктері 7

Бейсембаева Р.С., Асылгазина К.А., Сайдесова А.Қ., Серікұлы Т. Территориально-географические возможности пространственного развития Восточно-Казахстанской области 7

Дьячков Б.А., Ойцева Т.А., Матайбаева И.Е., Фролова О.В., Мирошникова А.П. Сирек металдық кенорындардың геологиялық-құрылымдық және минералогиялық-геохимиялық критерийлерін бағалау (Шығыс Қазақстан) 10

Дьячков Б.А., Ойцева Т.А., Матайбаева И.Е., Фролова О.В., Мирошникова А.П. Геолого-структурные и минералого-геохимические критерии оценки редкометалльных месторождений (Восточный Казахстан) 10

Ипалақов Т.Т., Апишкур Б. Карьердегі массив жағдайын анықтайтын факторларды зерттеу 20

Ипалақов Т.Т., Апишкур Б. Исследование факторов, определяющих состояние массива на карьерах 20

Ипалақов Т.Т., Апишкур Б. Карьер беткейінің тұрақты параметрлерін және ақпараттың жеткіліксіздігі, геомеханикалық белгісіздік жағдайында беріктілік қасиетін анықтаудың әдістемелік негізі 27

Ипалақов Т.Т., Апишкур Б. Методические основы определения устойчивых параметров бортов карьера и прочностных свойств в условиях недостаточной информации и геомеханических неопределенностей 27

Салихов Т.К., Карагойшин Ж.М. Батыс Қазақстан облысындағы жобаланып отырған «Бөкейорда» мемлекеттік табиғи резерваты аумағының геоэкологиялық жағдайы 35

Салихов Т.К., Карагойшин Ж.М. Геоэкологическое состояние территории проектируемого государственного природного резервата «Бокейорда» Западно-Казахстанской области 35

Салихов Т.К., Сванбаева З.С. Атмосфералық ауданың ластануынан Астана қаласы халқының денсаулығын бағалау 43

Салихов Т.К., Сванбаева З.С. Оценка возможного риска здоровья населения города Астаны от загрязнения атмосферного воздуха 43

Сапарова Г.К., Балабас Л.Х., Медеубаев Н.А., Нұрғалиева А.Д. Тау-кен массаларын қайта өңдеу кәсіпорындарында тау-кен массаларын тиеу кезінде шаң шығаратын көздерді тоқтату әдістерін бағалау 50

Сапарова Г.К., Балабас Л.Х., Медеубаев Н.А., Нұрғалиева А.Д. Оценка способов локализации пылевых источников при перегрузке горной массы на горноперерабатывающих предприятиях 50

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Байдельдинова Р.Р., Попова Г.В. Қазақстан Республикасының азаматтарына қызмет көрсететін интернет-сервисті құрастыру 57

Байдельдинова Р.Р., Попова Г.В. Создание интернет-сервиса, предоставляющего услуги для пациентов РК 57

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| <i>Вавилов А.В., Дудкин М.В., Гурьянов Г.А., Клименко Е.А., Филянов А.А.</i> Техногендік қалдықтарды қайта өңдеу үшін жаңа агрегат желісін өзірлеу | 63 | <i>Вавилов А.В., Дудкин М.В., Гурьянов Г.А., Клименко Е.А., Филянов А.А.</i> Разработка нового агрегата для линии по переработке техногенных отходов | 63 |
| <i>Қунаев В.А., Жұнұсбекова Ж.Ж., Нұрмагамбетов А.М.</i> Берік және қатып қалған топырақты өңдеу үшін РФ-600 фрезерлі қопсытқыштың қолданылуын негіздеу | 69 | <i>Қунаев В.А., Жұнұсбекова Ж.Ж., Нұрмагамбетов А.М.</i> Обоснование применения фрезерного рыхлителя РФ-600 для разработки мерзлых и прочных грунтов | 69 |
| <i>Нүкешев С.О., Есхожип К.Д., Тоқушев М.Х., Романюк Н.Н.</i> Орталық мөлшерлеуіш таратқышының горизонталь құбырындағы минералды тыңайтқыш бөлшектерінің қозғалыс үрдісін зерттеу | 74 | <i>Нүкешев С.О., Есхожип К.Д., Тоқушев М.Х., Романюк Н.Н.</i> Исследование процесса движения частиц минеральных удобрений в горизонтальном трубопроводе распределителя с центральным дозированием | 74 |
| <i>Ракишева З.Б., Махамедқали А., Досжан Н.С., Лязат Ж.Т., Толубаева К.К.</i> Электромагниттік атқарушы органның параметрлерін есептеу және басқару бағдарламасын жасау | 79 | <i>Ракишева З.Б., Махамедқали А., Досжан Н.С., Лязат Ж.Т., Толубаева К.К.</i> Расчет параметров электромагнитного исполнительного органа и разработка программы управления | 79 |
| <i>Садықова Г.К., Ерболатұлы Д., Очередько И.</i> Мобильді автономды үйді Шығыс Қазақстанның ауа райы-климаттық жағдайына байланысты жобалау ерекшеліктері | 84 | <i>Садықова Г.К., Ерболатұлы Д., Очередько И.</i> Особенности проектирования мобильного автономного дома в погодно-климатических условиях Восточного Казахстана | 84 |
| ЭКОЛОГИЯ | | ЭКОЛОГИЯ | |
| <i>Саликова Н.С., Ковалев С.И.</i> Ақмола облысының доломит кенорны аймағындағы топырақтың қазіргі жағдайы | 89 | <i>Саликова Н.С., Ковалев С.И.</i> О современном состоянии почв в районе разработки месторождения доломитов Акмолинской области | 89 |
| МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ, ИНФОРМАТИКА | | МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ, ИНФОРМАТИКА | |
| <i>Аринова Н.В., Қадыролдина А.Т., Аринова А.Б.</i> Сусымалы материалдың жиілікті-ылғалдылық қасиеттерін математикалық және компьютерлік модельдеу | 94 | <i>Аринова Н.В., Қадыролдина А.Т., Аринова А.Б.</i> Математическое и компьютерное моделирование частотно-влажностных характеристик сыпучих материалов | 94 |
| <i>Бутурлакина Е.Г.</i> Инвестициялық шешімдерді қолдау жүйесіндегі жобалар портфелін қалыптастыру алгоритмі | 103 | <i>Бутурлакина Е.Г.</i> Алгоритм формирования портфеля проектов в системе поддержки инвестиционных решений | 103 |
| <i>Маликова Г.А., Попова Г.В.</i> Қолданыстағы шешім қабылдауды қолдауға арналған ақпараттық жүйелер туралы шолу | 107 | <i>Маликова Г.А., Попова Г.В.</i> Обзор существующих информационных систем поддержки принятия решений | 107 |
| <i>Нәбиева Н.Б., Жомартқызы Г.</i> Көлік компаниясының қызмет сапасын бағалау мәселесіне | 113 | <i>Нәбиева Н.Б., Жомартқызы Г.</i> К вопросу оценки качества услуг в транспортной компании | 113 |

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| Нұрғазипова Г.Ш., Омарбекова А.С. Оқытудың және білімді тексерудің интеллектуалдық құралдарын құру туралы | 116 | Нургазипова Г.Ш., Омарбекова А.С. О создании интеллектуальных средств обучения и контроля знаний | 116 |
| Оразбаев Б.Б., Қалымов Ж.М., Құрманғазиева Л.Т., Утенова Б.Е. Бұлдыр математикалық бағдарламалау әдісі негізінде өндірісті оңтайландыру | 121 | Оразбаев Б.Б., Калымов Ж.М., Курмангазиева Л.Т., Утенова Б.Е. Оптимизация производства на основе методов нечеткого математического программирования | 121 |
| Сүлейменова Л.Р., Бессмертный И.А. ЖОО мониторингілеудің ақпараттық-талдау жүйесін реинжинирингілеу бағыты | 128 | Сулейменова Л.Р., Бессмертный И.А. Направление реинжиниринга информационно-аналитической системы мониторинга вуза | 128 |
| Шомапов А.С., Мансурова М.Е., Әмірғалиев Е.Н., Урмашев Б.А. Apache Spark қолдану арқылы айырымдық сұлба негізінде ресурс сыйымдылықты есептерді шығару | 133 | Шомапов А.С., Мансурова М.Е., Амиргалиев Е.Н., Урмашев Б.А. Решение ресурсоемких задач на основе разностных схем с применением Apache Spark | 133 |

ӘСКЕРИ ҒЫЛЫМДАР

| | |
|--|-----|
| Жүсіпов А.С. Занды емес қаруланған құрылымдардың әрекетінің шетелдік және отандық тәжірибесі | 137 |
| Терещенко В.И., Манцуров О.А. Машиналарды күту кезінде оқытындардың білімі мен дағдыларын жетілдіру | 142 |

ВОЕННЫЕ НАУКИ

| | |
|--|-----|
| Жусупов А.С. Зарубежный и отечественный опыт действий незаконных вооруженных формирований | 137 |
| Терещенко В.И., Манцуров О.А. Совершенствование знаний и навыков обучающихся при обслуживании машин | 142 |

**Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік
техникалық университетінің ХАБАРШЫСЫ**

Ғылыми журнал
1998 жылы шыға бастады.
Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркеліп,
1998 ж. 27 ақпанында № 145-ж куәлігі берілген.

**ВЕСТНИК Восточно-Казахстанского государственного
технического университета имени Д. Серикбаева**

Научный журнал
Издается с 1998 г.
Зарегистрирован Министерством информации и общественного согласия
Республики Казахстан. Свидетельство № 145-ж от 27 февраля 1998 г.

Редакторы - Редактор
С.Е. Волкова, Г.Т. Жантасова
Корректорлар - Корректор
С.Е. Волкова, Г.Т. Жантасова
Руководитель редакционно-издательского центра О.Н. Николаенко

Материалдарды компьютерде терген
және беттеген

Набор, верстка,
изготовление оригинал-макета
Е.И. Богатырева

Басуға 27.03.2017 қол қойылды.
Форматы 84×108/16. Офсет қағазы.
Көлемі: 15,00 есептік баспа табағы, 16,48 шартты баспа табағы
Таралымы 350 дана. № 470-2017 тапсырыс.
Бағасы келісім бойынша.

Подписано в печать 27.03.2017.
Формат 84×108/16. Бумага офсетная.
Объем: 15,00 уч.-изд. л., 16,48 усл. печ. л.
Тираж 350 экз. Заказ № 470-2017.
Цена договорная.

Шығыс Қазақстан мемлекеттік
техникалық университеті
070004, Өскемен қаласы, Протозанов көшесі, 69

Восточно-Казахстанский государственный
технический университет
070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова, 69