

Регистрационный № 145-ж

№ 3 (65), сентябрь, 2014

Основан в 1998 году

Выходит 4 раза в год

---

**Ғылыми журнал**

Д.Серікбаев атындағы  
Шығыс Қазақстан Мемлекеттік Техникалық  
университеті

**ХАБАРШЫСЫ**



**ВЕСТНИК**

Восточно-Казахстанского государственного  
технического университета  
им. Д. Серикбаева

**Научный журнал**



Бас редакторы - Главный редактор

**Н.М. Темирбеков**

ректор, профессор

**Редакция алқасы – Редакционная коллегия:**

Заместители главного редактора:

Ж.О. Кульсеитов, д-р техн. н., проф.,

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.,

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.,

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.,

В.Х. Кумыков, д-р техн. н., проф.,

Н.П. Малышев, канд. экон. н., проф.,

О.А. Манцуров, подполковник,

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.С. Рафаилович, д-р геол.-мин. н.,

М.К. Скаков, д-р физ.-мат. н., проф.,

Б.В. Сырнев, д-р техн. н., проф.,

Г.О. Тлеукенова, Dr. Ing.,

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.

ISSN 1561- 4212

© Восточно-Казахстанский  
государственный технический  
университет им. Д. Серикбаева,  
2014



УДК 551.4(474)

**Джаналеева К.М., Озгелдинова Ж.О., Кондратенко М.Г.**

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

**ГЕОМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ БАСЕЙНА РЕКИ САРЫСУ**

В последние годы в физической географии распространена идея геосистемно-бассейнового подхода. Концепция геосистемного подхода разработана в трудах В.Н. Солнцева [1], В.Б. Сочава [2], К.М. Джаналеевой [3] и др. Бассейновый подход в изучении геосистем отражает как современное состояние природной среды и ее динамику, так и процессы эволюции во времени. По К.М. Джаналеевой геосистема – природно-антропогенное образование, выявляемое с учетом взаимодействия доминирующих природных компонентов и факторов биогенного и техногенного преобразования окружающей среды.

Основополагающими факторами, определяющими обособление одной геосистемы от других, их структурную и функциональную специфику, принято считать геоматические компоненты, совокупность абиотических процессов в геосистеме (геоморфологических, геологических, тектонических, гидроклиматических и т.п.). Так, например, поведение местных воздушных масс, из которых складывается погода и в конечном счете климат, будет протекать строго согласно с изменениями свойств литогенной основы. То же самое относится и к водным массам как наземным: места их скопления на поверхности целиком определяются формами рельефа, так и подземным – наличием водоносных пластов. Следовательно, литологический состав горных пород, характер их залегания и глубина водупоров являются существенными факторами формирования стока, влияющими на его величину и распределение во времени. Геоматические процессы оказывают существенное влияние на форму долин и продольного профиля реки, на состав речного аллювия и на устойчивость русла. Таким образом, очевидно, что все геоматические компоненты взаимосвязаны и изменяются в пространственно-временном отношении.

При изучении бассейна реки Сарысу нами выделено три подгеосистемы: Верхне-Сарысуйская, Средне-Сарысуйская и Нижне-Сарысуйская, развитие которых приурочены к стоку реки внутри бассейна, где доминируют пространственно-временные связи руслообразующих процессов от истока к устью (рис. 1).

Современный рельеф бассейна реки Сарысу выработан в условиях аридного климата процессами выветривания и дефляции, плоскостного смыва и суффозии, эрозии и денудации складчатого цоколя. Недостаточное атмосферное увлажнение, высокая испаряемость, широкое распространение скалистых трещиноватых, а местами и закарстованных горных пород ведет соответственно к активной плоскостной денудации и интенсивному смыву рыхлых образований с формированием разнообразных малых эрозионных форм (рытвин, оврагов, саев и др.).

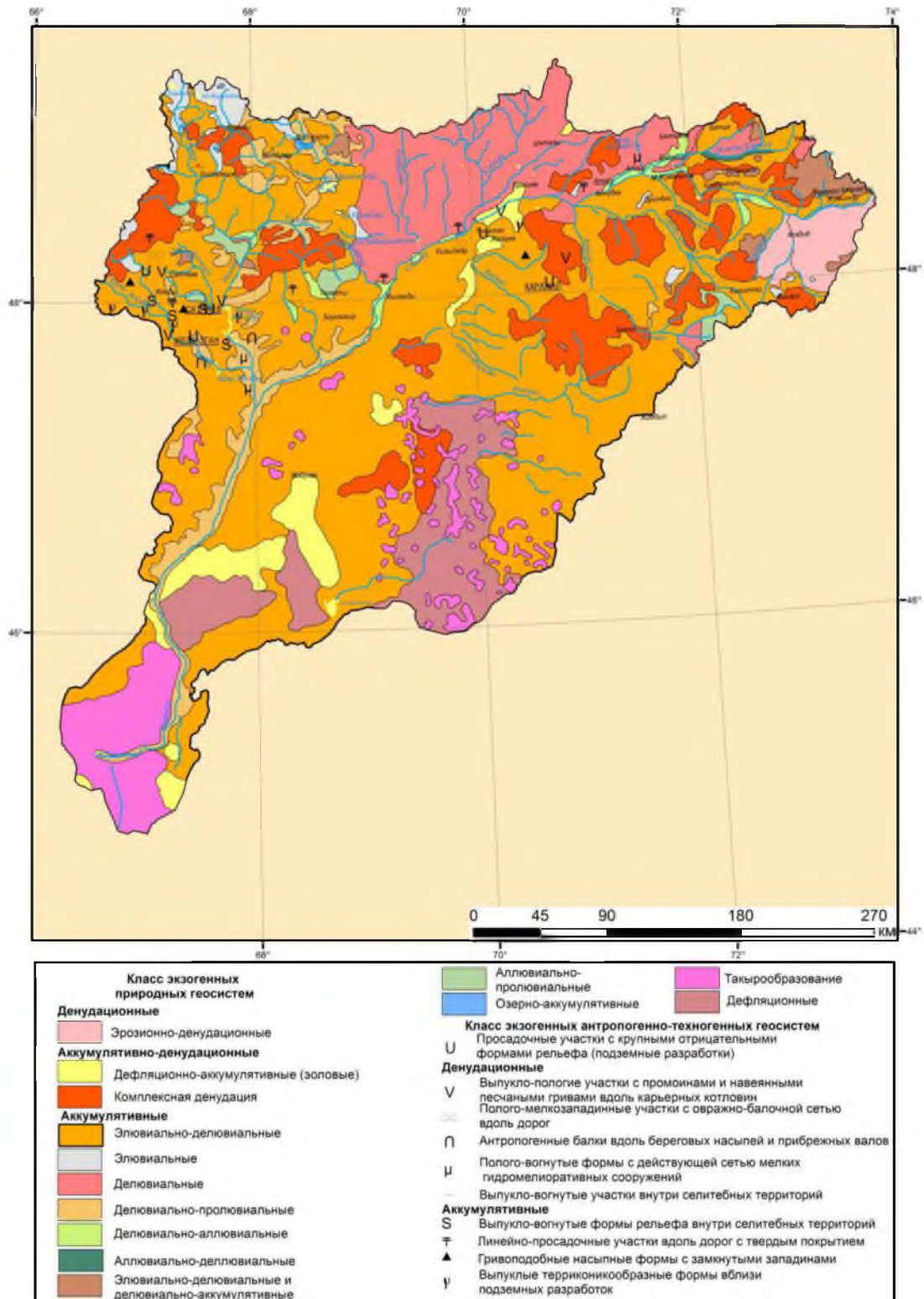


Рисунок 1 – Карта экзодинамических процессов геосистем бассейна Сарысу

На территории бассейна реки Сарысу, с учетом палеогеографических и геологических особенностей, можно выделить пять основных типов рельефа: низкогорья, мелкосопочник, денудационная равнина, пластовая или денудационно-аккумулятивная равнина, древние и современные речные долины. Среди названных типов преобладают холмистый, холмисто-увалистый, холмисто-грядовый рельеф, получивший название мелкосопочника, отражающий топонимическое название региона.

Истоки реки Сарысу на востоке находятся в горах Бугулы (высшая точка - г. Буркитти, 1 184 м), Космурын, Ортау (1 068 м) и др. Верховья бассейна реки Сарысу находятся в центральных приподнятых территориях Казахского мелкосопочника. Изучением геологического строения и рельефа Казахского мелкосопочника занимались: Касин К.Г. [4], Герасимов И.П. [5], Медоев Г.Ц. [6], Борсук Б.И. [7], Сваричевская З.А. [8], Беспалов В.Ф. [9] и др. В этих трудах охарактеризована не только стратиграфия и тектоника региона, но также выявлены морфоструктуры и проанализирована новейшая тектоника, в тесной связи с которой находятся основные черты современного рельефа.

Казахский мелкосопочник приурочен к Казахскому эпигерцинскому щиту и характеризуется равнинно-горносопочным рельефом. Поверхность мелкосопочника характеризуется ярусным строением, причем ярусы - различного геологического возраста. Повышенные формы рельефа сложены преимущественно кристаллическими породами допалеозойского и палеозойского возраста. Изученная нами территория является остатком большой горной страны, разрушенной временем и процессами денудации и эрозии, частично погребенной под рыхлыми отложениями. Внешний облик мелкосопочного рельефа тесно связан с его структурными и литологическими особенностями. Увалисто-холмистые и холмистые формы с выходами скалистых пород на вершинах и склонах характерны для сопок, сложенных эффузивными породами (порфиритами, туфами, диабазами). Холмисто-грядовый мелкосопочник преобладает в областях дислоцированных пород палеозоя (песчаников, сланцев, известняков). В районах гранитных интрузий вершины сопок сложены округлыми матрацевидными формами мезорельефа.

Этап неотектонических движений в пределах Казахского щита связывается всеми исследователями с формированием современного рельефа. Большинство из них началом неотектонического этапа считают конец верхнего олигоцена – начало миоцена, то есть время завершения каолинитового корообразования на древнем пенепплене. З.А. Сваричевская (1965) прямо связывает неотектонические движения с разнородными типами мелкосопочника. Ею были выделены молодой и древний эрозионные рельефы, возникшие за счет расчленения первичной пенеппленизированной поверхности – мелкосопочник склонов и водораздельный мелкосопочник, а также молодой (среднеплиоцен-четвертичного возраста) рельеф низкогорий новейшего денудационно-неотектонического происхождения.

Под влиянием вышеназванных геоматических условий формируются геосистемы Верхне-Сарысульской подгеосистемы с выходами материнских пород, руслами временных водотоков, сложенные эффузивно-осадочными породами, с кальцефитно-разнотравно-полынно-тырсовой, кустарниково-петрофитно-разнотравной растительностью и лугами на светло-каштановых солонцеватых и бурых пустынных почвах, используемых под зерно-паро-травопольные севообороты и пастбищные угодья. Верхне-Сарысульская подгеосистема, функционирующая в зоне формирования стока бассейна, подвержена изменению водно-солевого баланса геосистем в результате негативного влияния антропогенных факторов, представленных крупными массивами орошения.

На территории среднего течения бассейна, кроме равнинно-мелкосопочного рельефа, преобладают островные низкогорья. Орографически здесь обособляется низкогорье Улытау, которое имеет меридиальное направление, с общей длиной около 200 км. Конфигу-

рацию низкогорья определяет Улытауский антиклинорий – крупная каледонская структура. Наивысшую отметку имеет главная вершина собственно Улытауских гор – Акмечеть – 1133 м. В районе Улытауских гор широко распространены сланцы, гнейсы, кварциты, мраморы, конгломераты, песчаники, известняки. Для Улытауских гор характерен рельеф «котырмас» (щербатые скалы, названные так из-за множества различных форм выветривания). За счет процессов выветривания и дефляции образовались карнизы, скалы причудливой формы, ячеи выветривания, ниши выдувания. С восточных склонов Улытауских гор стекают, в частности, составляющие и притоки самой полноводной реки системы Сарысу – р. Каракенгир.

Сильно трещиноватые и закарстованные известняки встречаются в верхней и средней частях бассейна. Крупные массивы гранитов со значительной трещиноватостью имеются в верховьях рек Жаман-Сарысу, Жаксы-Сарысу и Атасу. Карстовые формы распространены также в бассейне Каракенгира (Кенгира).

Одновременно с воздыманием мелкосопочных и низкогорных массивов в неоген-четвертичное время были заложены древние и современные речные долины и озерные котловины исследуемого бассейна. Древние долины приурочены к грабням и синклиналям. Они частично заполнены неогеновыми озерными глинами аральской свиты и озерно-аллювиальными отложениями павлодарской свиты, на которые ложатся плиоценовые суглинки, галечники, гравий. Выше залегает аккумулятивный покров, сложенный песками средне-поздноплейстоценового возраста [10].

В толщах пролювиальных песчано-галечниковых отложений в склонах гор по линии географического стока стекают мощные потоки подземных вод, которые питаются атмосферными осадками. В верхних частях предгорий они пресные, гидрокарбонатно-кальциевого состава с плотным остатком менее 1 г/л. По мере удаления от гор, с уменьшением мощности пролювиальных отложений создается подпор грунтовых вод, которые поднимаются к поверхности и образуют зону выклинивания стока. В этом процессе принимают участие и поверхностные, и подземные воды. Мелкие ручьи, родники типа «карасу» имеют грунтовое питание. В нижней части предгорий образуется сазовая полоса, где воды расходуются на испарение и транспирацию растительности. Этот процесс поднятия грунтовых вод в результате подпора и, вместе с тем, их выклинивания и испарения сопровождается повышением их минерализации [11].

В центральной части бассейна реки Сарысу расположена широкая древнеаллювиальная равнина, местами достигающая ширины до 100 км. Рельеф Сарысуйской долины чрезвычайно своеобразен по морфологии, и различные ее части резко отличаются друг от друга. Например, для верховья долины характерен более возвышенный грядово-волнистый рельеф, который, ступенчато опускаясь, в среднем течении переходит в грядово-котловинный рельеф. В низовьях, где река протекает по ущелью, склоны массивов отличаются причудливыми формами скал (котлы выдувания, грибы, навесы и т.д.), образующимися под влиянием пустынного выветривания.

По левобережью реки, приуроченные чаще всего к террасам долины, располагаются Присарысуйские песчаные массивы. Большую часть пустыни занимают бугристо-грядовые пески, достигающие 20-40 м высотой, длиной простирающиеся иногда на 5-7 км. Гряды и бугры обычно закреплены растительностью, однако в последние годы их площадь неимоверно сокращается.

Бассейн реки Сарысу, отличаясь засушливостью климата, слабой продуктивностью почвенно-растительного покрова, ограниченностью водных ресурсов, обладает, одновременно, уникальными по составу и запасам месторождениями полезных ископаемых. Общие интрузии и эффузии определяют богатство исследуемой территории, с каледонскими

интрузиями связаны месторождения золота, меди, свинца и др., особой мощностью отличались герцинские интрузии различного химического состава – от ультраосновных до наиболее кислых, что способствовало образованию различных полезных ископаемых, особенно меди, молибдена, железа, золота, вольфрама и др. (Жезказган, Жайрем, Ушкатын, Жомарт и др.). С палеозойским этапом развития связано формирование угольных месторождений (Шубаркольское, Жалынское).

Таким образом, под влиянием вышеизложенных геоматических условий формируются геосистемы зоны транзита стока – Средне-Сарысуйская подгеосистема. Геосистемы Средне-Сарысуйской подгеосистемы с золовой обработкой, руслами временных водотоков, замкнутыми котловинами, сложенные сланцами, гнейсами, туфами, туфопорфиридами, известняками, песчаниками с однолетнесолянковой, полынной, ковыльно-тырсовой и тасбиюргуновой растительностью и лугами на светло-каштановых неполноразвитых (ксероморфных) щебнистых и бурых солонцеватых почвах, используются под зернопаро-травопольные севообороты и пастбищные угодья.

Дойдя до пустыни, Сарысу резко «ныряет» на юг и течет вдоль западной окраины плато Бетпак-Дала. Бетпак-Дала – это северная голодная степь, обширная пустынная равнина с длинными и пологими увалами, сложенная верхнемеловыми глинами, глинистыми песками, песчаниками с прослоями известняков и мергелей. В Бетпак-Дале кора выветривания на участках между впадинами представлена грубым щебнем, особенно на склонах и вершинах сопок, так как все мелкие частицы выдуваются ветром или смываются в депрессии. С процессами выветривания связано наличие матрацевидных отдельностей гранитов. В результате селективного выветривания на поверхностях гранитов образуются углубления – каверны и ниши. Высота стенок таких микроформ 10÷15 см, ширина дна – 13÷15 см. Плато обрывается к долине р. Сарысу крутым уступом, высотой до 40-60 м.

На юге, в районе пересечения реки Сарысу и административной границы Карагандинской области, узким треугольником в регион вклинивается Мойынкум. Это наиболее возвышенная часть пустыни (30-40 м над бугристой равниной). «Водосборная» площадь здесь недействующая. Пустыня глинистая, но на ее западной окраине распространены пески, часто подвижные, перемещаемые ветром («кумы»).

В четвертичное время реки Сарысу и Чу с разных сторон несли свои воды к могучей Сырдарье. В результате тектонических процессов в позднем плейстоцене при усилении поднятия хребта Каратау долина Чу сдвинулась на север, в результате чего низовья рек Чу и Сарысу отчленились от Сырдарьи и нашли свое окончание на равнине, в мелких дельтовых озерах [12, 13]. Сарысу лишь в отдельные годы доносит свои паводковые воды до озера Телеколь, обычно же они теряются в собственных рыхлых отложениях реки.

Под влиянием вышеназванных геоматических условий формируются геосистемы Нижне-Сарысуйской подгеосистемы с обионовой, однолетнесолянково-сарсазановой, кокпековой и полынной растительностью на серо-бурых малоразвитых и лугово-болотных почвах, используемых под пастбищные угодья. Нижне-Сарысуйская подгеосистема формируется в зоне рассеивания (распластывания) стока и в зоне интенсивных процессов соленакопления и образования солончаков в условиях жесткого сухого гидротермического режима.

Важнейшим фактором формирования западного рельефа является сдвиг сильными ветрами снега с открытых поверхностей в понижения, создание больших залежей снега, таяние которых ведет к образованию многочисленных озерков. Вода последних, эродировав ложе, способствует формированию рыхлой «подстилки», которая по высыхании озер сдувается ветром, и в результате происходит дальнейшее углубление западно-котловинного рельефа. Дефицит влажности ограничивает возможность существования

постоянного поверхностного стока и развития густой гидрографической сети. Более благоприятные условия возникают в пределах Улытауского поднятия, у подножия которого разгрузка трещинных вод ведет к возникновению многочисленных ключей и родников, малых ручьев и рек. Озера, в большинстве своем соленые и неглубокие, летом сильно сокращают свою акваторию, а то и вовсе пересыхают, превращаясь в поля, благоприятные для ветровых процессов и формирования суффозионных и сорово-дефляционных западин. Аридность климата и ее усиление обусловили нарастающее развитие эоловых процессов в пределах равнинных частей Жезказган-Сарысуйской впадины [14].

Современная экзогенная геодинамика бассейна реки Сарысу связана с особым характером проявления и степенью рельефообразующего воздействия процессов выветривания, денудации и аккумуляции, засоления и эрозионных процессов. Горные породы, слагающие аридный рельеф, находятся в состоянии постоянного изменения, вызванного колебаниями температуры на поверхности, атмосферными осадками, а также биогенными факторами [15].

На современном этапе геодинамические процессы, вызванные антропогенным воздействием, являются наиболее мощным фактором самоорганизации и динамики геосистем. Антропогенное воздействие на состояние речной долины заключается, прежде всего, в сбросе промышленных и бытовых стоков. На Сарысу создан крупнейший индустриальный комплекс цветной металлургии, сырьевая база черной металлургии Республики Казахстан. Металлургия региона представлена горно-обоготительным комбинатом, медеплавильным заводом, обогатительными фабриками, литейно-механическим заводом, добычей и переработкой железной руды, шахтами с разработкой открытого типа. Таковыми предприятиями региона являются: ПО «Жезказганцветмет», ТОО «Корпорация Казахстан» и РПП «Жезказганредмет», АО «Жайремский ГОК» и ОАО «Атасуруда», сточные воды которых поступают непосредственно в Сарысу и являются основными источниками загрязнения. Накопление речных наносов происходит за счет осаждения взвешенных веществ. Увеличение объема наносов, покрывающих донный субстрат, приводит к заиливанию, заболачиванию, а впоследствии – пересыханию реки. На скорость роста наносов влияют и взвешенные частицы, смываемые с поверхности накопителей твердых производственных и бытовых отходов, расположенных в долине бассейна. В районах разработок угольных месторождений развиваются такие процессы, как заболачивание и затопление, ветровая и овражная эрозия (рис. 1).

Добыча твердых полезных ископаемых приводит к изменению всех геоматических компонентов в районах разработки и на прилегающих территориях, к развитию целого ряда негативных явлений и процессов: линейной и плоскостной эрозии, оползней, обвалов, дефляции, деформации покровных толщ и формированию мульд оседания, прогибанию слоев под действием собственного веса, сдвигу пород по плоскостям напластования, обрушению кровли над вырабатываемыми пластами, образованию зоны трещин и интенсивного дробления пород, приводящих к изменению поверхностного стока, затоплению и заболачиванию просевших участков над подземными выработками. Извлеченные горные породы являются зоной интенсивного развития химического и физического выветривания, развития эрозионных и дефляционных процессов, а также источниками загрязнения почвогрунтов, подземных и поверхностных вод, атмосферы и биоты, которые, в конечном случае, сказываются на характере и состоянии эколого-геоморфологических систем исследуемой территории (рис. 1).

Интенсивные и дифференцированные по площади техногенные воздействия на морфолитооснову рассматриваемого региона привели к созданию новых, не характерных для исходного рельефа форм (карьеров, канав, отстойников, провалов, терриконов, насыпей,



дамб, свалов, отвалов и др.), размещение которых отличается концентрированностью вблизи крупных населенных пунктов.

Таким образом, геоматические особенности, нарастающая аридность климата и антропогенная нагрузка в пределах рассматриваемого региона способствуют усилению процессов аридной денудации, приводит к резкой активизации водно-ветровой эрозии и расширению земель, подверженных плоскостному смыву, такыро- и сорообразованию, дефляции и другим процессам.

#### Список литературы

1. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов: проблемы методологии и теории. – М.: Мысль, 1981. – 224 с.
2. Сочава В.В. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука СО, 1978. – 319 с.
3. Джаналеева К.М. Теоретические и методологические проблемы географии. – Астана, 2008. – 226 с.
4. Кассин К.Г. О древних долинах в Центральном Казахстане // Проблемы советской геологии. – 1936. – № 1. – Т. 6. – М.; Л., 1936. – С. 77-82.
5. Герасимов И.П. Развитие рельефа Казахского мелкосопочника (Центральный Казахстан) // Изв. АН СССР. Сер. Геогр. и геофиз. – 1937. – № 4. – С. 565-579.
6. Медоев Г.Ц. Геологическое строение южной части Карагандинского бассейна. – Алма-Ата: Казгосиздат, 1937. – 36 с.
7. Ворсук В.И. Геологическое строение палеозойского фундамента восточной части Бетпакдалы. – М.: Госгеолтехиздат, 1955. – 304 с.
8. Сваричевская З.А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1965. – 269 с.
9. Веспалов В.Ф. Геологическое строение Казахской ССР. – Алма-Ата: Наука, 1971. – 363 с.
10. Калменова У.А. Физическая география Центрального Казахстана. – Жезказган, 2000. – 79 с.
11. Джаналеева К.М. Физическая география Республики Казахстан. – Астана, 2010. – 590 с.
12. Филонец П.П. Озера Центрального и Южного Казахстана / П.П. Филонец, Т.Р. Омаров. – Алма-Ата: Наука, 1973. – 198 с.
13. Пальтов Н.Н. Реки Казахстана. – Алма-Ата: Ан Каз ССР, 1959. – 99 с.
14. Бексеитова Р.Т. Роль морфоорографического фактора в экоморфолитогенезе территории Центрального Казахстана // Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее, будущее: Материалы XXX Пленума Геоморфологической комиссии РАН. – Санкт-Петербург, 2008. – С. 189-191.
15. Акпамбетова К.М. Геоморфология аридных территорий. – Караганда: Изд-во КарГУ, 2002. – 52 с.

Получено 2.08.2014

---

УДК 551.4 (255)

**Ж.Т. Мукаев, К.М. Джаналеева**

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

#### АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ НИКЕЛЯ В ПОЧВАХ БАСЕЙНА ОЗЕРА АЛАКОЛЬ

В силу своего положения, особенностей состава и строения почва играет особую роль глобального геохимического регулятора циклических массопотоков химических элементов. Знание уровня фонового содержания химических элементов, в том числе никеля в почвах, имеет большое практическое значение для разработки стратегии рационального природопользования и совершенствования организации почвенно-геохимического мониторинга, так как от этого зависит правильность оценки степени загрязнения почвы.

Никель - широко распространенный в природе элемент, необходимый для живых организмов. Он участвует в структурной организации дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), рибонуклеиновой кислоты (РНК) и белков, при его избытке подавляются процессы фотосинтеза и транспирации, появляются признаки хлороза [1].

Почвенный покров бассейна оз. Алаколь весьма разнообразен, но элементно-химический состав изучен слабо и требует эколого-геохимического исследования. Поскольку территория имеет хозяйственно-ценное и рекреационное значение. Почвы исследуемого региона преимущественно используются как земли для пастбищ и сенокосов.

Цель данного исследования – изучение пространственного и внутрипрофильного распределения никеля и его подвижной (обменной) формы в почвах бассейна оз. Алаколь.

*Объекты и методы исследований.* Исследуемая территория бассейна оз. Алаколь занимает площадь 68 700 км<sup>2</sup>, основная часть которой (48 600 км<sup>2</sup>) находится в пределах Казахстана, остальная (30 %) – в приграничных районах Китая. Большая часть котловины (56 %) представлена пустынной равниной, низинная часть которой занята группой озер: Алаколь (2650 км<sup>2</sup>), Сасыкколь (736 км<sup>2</sup>), Уялы (120 км<sup>2</sup>), Жаланшколь (38 км<sup>2</sup>), образующих обширную систему водно-болотных угодий с тростниковыми зарослями (1100 км<sup>2</sup>), среди которых находится более 100 мелких озер площадью от 0,5 до 600 га [2]. Объекты исследований: бурые, лугово-бурые и серо-бурые почвы, сероземы, солончаки луговые, также были исследованы пески грядово-бугристые полужакрепленные, плавнево-болотные (пойменные болотные) почвы, залегающие на низменных берегах оз. Алаколь. Образцы почв отбирались в северо-восточной части оз. Алаколь. Полнопрофильные разрезы закладывали на типичных в природном отношении участках в системе сопряженных ландшафтов, образцы почв отбирали по генетическим горизонтам. Физико-химические свойства почв определяли общепринятыми в почвоведении методами. Содержание валового и концентрацию подвижной формы никеля в почвах определяли атомно-абсорбционным методом с использованием спектрометра «ААС КВАНТ-2А» в лаборатории биогеохимии почв Института почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук. Статистическая обработка полученных в ходе исследования данных проводилась по Н.А. Плохинскому [3] с использованием программы Microsoft Excel.

При обработке данных использовали следующие статистические показатели:  $n$  - число проб;  $\bar{x} \pm S\bar{x}$  - средняя арифметическая и её ошибка; (мг/кг);  $C_v$  – коэффициент вариации (%);  $\lim$  – пределы колебаний (мг/кг);  $\sigma$  – стандартное отклонение (мг/кг);  $r$  – коэффициент корреляции.

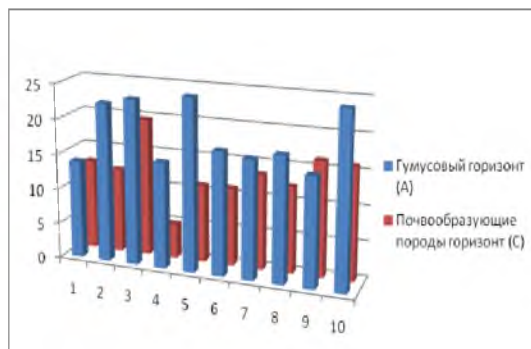
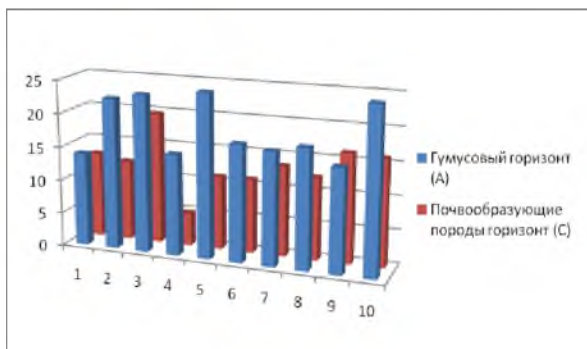
Аллювиальная равнина, занимающая нижнюю часть бассейнов рек Ай, Караколь, Урджар, Катынсу и Емель, сложена глинами, суглинками, песками, местами щебенисто-галечниковым материалом и имеет плоский, реже полого-холмистый характер с отдельными солончаковыми или такыровидными понижениями. Озерно-аллювиальная равнина занимает наиболее пониженную впадину, прилегающую к оз. Сасыкколь, Кошкарколь и северо-западному побережью оз. Алаколь. Эта часть равнины сложена в основном современными озерными и частично речными отложениями (пылеватыми и глинистыми песками, изредка с прослойками гальки, пылеватыми супесями и суглинками пестроокрашенными глинами и полуторфянистыми грунтами) [4].

Валовое содержание никеля в почвообразующих породах региона изменяется от 4,90 до 19,68 мг/кг при средней величине коэффициента вариации – 30,44 %. Среднее содержание никеля во всей совокупности почвообразующих пород составляет  $12,95 \pm 1,25$  мг/кг, что ниже его кларка в земной коре. Кларк никеля в литосфере, по оценкам разных исследователей, колеблется в пределах 58-95 мг/кг [5]. Самые низкие уровни содержания никеля

обнаружены в супесчаных почвообразующих породах 4,90 мг/кг. Наибольшее содержание никеля свойственны суглинистым и среднесуглинистым отложениям. В суглинистых отложениях содержание никеля равно 19,68 мг/кг

Большинство авторов высказывает единое мнение о том, что валовое фоновое содержание химических элементов зависит от физико-химических свойств почвы (физическая глина, гумус, сумма поглощенных оснований и др.) и от ближнего и дальнего переноса веществ [6].

Как показали результаты исследования, среднее содержание гумуса в горизонте А составляет 1,52 %, колеблясь в пределах 0,10- 3,41 %. Содержание  $CO_2$  в гумусовых горизонтах колеблется в пределах 0,53-18,55 %. Реакция почвенного раствора в верхних горизонтах сильнощелочная (рН водный в пределах 8-9,8). Среднее содержание илистой фракции по всему профилю почв составляет 12,82 % и колеблется в пределах 0,16-30,86 %. В профиле большинства почв бассейна оз. Алаколь валовой никель распределяется достаточно равномерно, наблюдается тенденция биогенного накопления (рис. 1, 2).



1 – лугово-бурые легкосуглинистые почвы; 2 - бурые среднесуглинистые почвы; 3 - бурые суглинистые почвы; 4 – сероземы легкосуглинистые; 5 - лугово-бурые супесчаные почвы; 6 – серо-бурые сильноскелетные суглинистые почвы; 7 - плавнево-болотные почвы; 8 - пески грядово-бугристые полужакопленные; 9 - пески пустынно-степные закопленные; 10 - солончаки луговые тяжелоуглинистые

Рисунок 1 - Содержание валового никеля в гумусовом горизонте (А) и почвообразующих породах горизонта (С) в почвах бассейна оз. Алаколь

Рисунок 2 - Содержание подвижного никеля в гумусовом горизонте (А) и почвообразующих породах горизонта (С) в почвах бассейна оз. Алаколь

Валовое содержание никеля в почвах в гумусово-аккумулятивном горизонте колеблется от 13,98–24,69 мг/кг, в среднем составляя 19,19 мг/кг. Коэффициент вариации валового никеля в почвах бассейна оз. Алаколь составляет 21,71 %. Найденное среднее содержание никеля ниже его кларка в литосфере (58 мг/кг) [5] и близко по содержанию к ориентировочно допустимой концентрации (ОДК) песчаных и супесчаных почв. Содержание никеля в почвах России регламентируется следующими нормативами: ОДК в разновидностях песчаных и супесчаных – 20 мг/кг, в суглинистых и глинистых (кислых) – 40, в суглинистых и глинистых (нейтральных) – 80. В Германии относительно безопасным валовым содержанием никеля в пахотных почвах считается 80-200 мг/кг [7].

Среднее валовое содержание и пределы колебаний никеля в почвенном покрове исследуемой территории представлены в таблице.

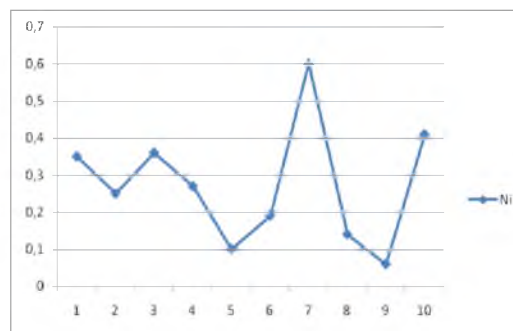
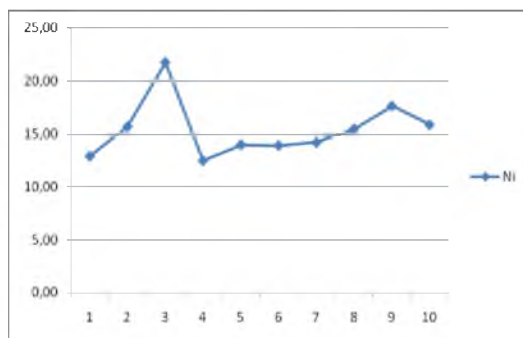
Содержание валового никеля в почвенном покрове бассейна оз. Алаколь

| №  | Почвы  | n | lim         | $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | $\sigma$ | C <sub>v</sub> , % |
|----|--|---|-------------|------------------------|----------|--------------------|
|    |  |   | мг/кг       |                        |          |                    |
| 1  | Лугово-бурые легкосуглинистые почвы          | 5 | 10,99-15,24 | 12,92±0,78             | 1,74     | 13,49              |
| 2  | Бурые среднесуглинистые почвы                | 5 | 1,5-23,49   | 15,71±4,08             | 9,14     | 58,20              |
| 3  | Бурые суглинистые почвы                      | 5 | 19,22-24,81 | 21,77±1,07             | 2,40     | 11,02              |
| 4  | Сероземы легкосуглинистые                    | 3 | 4,90-17,49  | 12,49±3,86             | 6,68     | 53,53              |
| 5  | Лугово-бурые супесчаные почвы                | 5 | 10,99-24,48 | 13,99±2,62             | 5,87     | 41,97              |
| 6  | Серо-бурые сильноскелетные суглинистые почвы | 3 | 11,04-17,49 | 13,92±1,90             | 3,28     | 23,56              |
| 7  | Плавнево-болотные почвы                      | 3 | 12,28-17,84 | 14,20±0,84             | 2,07     | 14,55              |
| 8  | Пески грядово-бугристые полужакрепленные     | 4 | 14,18-16,29 | 15,50±0,31             | 0,62     | 4,00               |
| 9  | Пески пустынно-степные закрепленные          | 5 | 13,49-17,50 | 15,88±0,70             | 1,56     | 9,84               |
| 10 | Солончаки луговые тяжелосуглинистые          | 4 | 12,99-24,69 | 17,66±2,49             | 4,98     | 28,20              |

Как видно из таблицы, максимальное среднее содержание валового никеля характерно для бурых суглинистых почв и солончаков луговых, минимальное – для лугово-бурых легкосуглинистых почв.

Бурые почвы на исследуемой территории занимают большую площадь, формируются на пролювиальных отложениях суглинистого и супесчаного механического состава, под покровом полынной и боялычово-полынной растительности. В бурых суглинистых почвах содержание валового никеля колеблется от 19,22 до 24,81 мг/кг, среднее содержание - 21,77, коэффициент вариации – 11,02 %.

Серо-бурые сильно скелетные почвы приурочены к слабоволнистой наклонной равнине предгорий хребта Барлык. Содержание валового никеля в данных почвах варьируется от 11,04 до 17,49 мг/кг, коэффициент вариации – 23,56 %, среднее содержание - 13,92 мг/кг (рис. 3, 4).



1 – лугово-бурые легкосуглинистые почвы; 2 - бурые среднесуглинистые почвы; 3 - бурые суглинистые почвы; 4 – сероземы легкосуглинистые; 5 - лугово-бурые супесчаные почвы; 6 – серо-бурые сильноскелетные суглинистые почвы; 7 - плавнево-болотные почвы; 8 - пески грядово-бугристые полужакрепленные; 9 - пески пустынно-степные закрепленные; 10 - солончаки луговые тяжелосуглинистые

Рисунок 3 - Среднее содержание валового никеля в почвах бассейна оз. Алаколь

Рисунок 4 - Среднее содержание подвижной формы никеля в почвах бассейна оз. Алаколь

Лугово-бурые почвы пустынной зоны формируются среди бурых пустынных почв в понижениях рельефа. Среднее содержание никеля в них равно 13,99 мг/кг, коэффициент вариации для лугово-бурых супесчаных почв составляет 41,97 %.

Сероземы формируются под эфемерно-попынной растительностью на покатых склонах останцев и более возвышенных частях Алакольской впадины на высотах 350-750 метров, где занимают значительные площади. Содержание валового никеля в данных почвах варьируется от 4,90 до 17,49 мг/кг, среднее содержание - 12,49 мг/кг.

Солончаки формируются под влиянием сильно минерализованных грунтовых вод, залегающих на глубине до 1,5 метра, под покровом солеустойчивой растительности, на средне- и тяжелосуглинистых почвообразующих породах. Средняя концентрация никеля в солончаках луговых равна 17,66 мг/кг.

Пески грядово-бугристые закрепленные приурочены к территориям с полубугристым или бугристым рельефом, покрытым разнотравно-попынной травянистой или травяно-кустарниковой растительностью. Морфологический профиль песков характеризуется слабо обособленными генетическими горизонтами, бесструктурностью, рыхлым сложением. В песках наблюдается равномерное содержание элемента по профилю. Содержание валового никеля в песках варьируется от 14,19 до 16,29 мг/кг, среднее содержание - 15,50 мг/кг, коэффициент вариации - 4,00 мг/кг.

Плавнево-болотные (пойменные болотные) почвы залегают на низменных берегах озер Алаколь, Сасыкколь, где формируются в пределах тростниковых рогозовых плавней, большую часть года находящихся под водой. Почвенный профиль - слоистый, с поверхности выделяется торфянистый или полуторфянистый горизонт, под которым располагаются в различной степени гумусированные и оглеенные горизонты и слои. В плавнево-болотных почвах содержание никеля варьируется от 12,28 до 17,84 мг/кг, коэффициент вариации - 14,55 %, среднее содержание - 14,20 мг/кг.

Основным фактором в накоплении и распределении валового никеля в профиле изученных почв является гумус. Связь между гумусом и содержанием валового никеля положительная. Обратный характер связи между гумусом и валовым количеством никеля характерен для песков грядово-бугристых ( $r=-0,71$ ), для остальных изученных почв - связь слабой и сильной силы ( $r$  - от 0,18 до 0,98). Влияние карбонатов на содержание общего никеля отчетливо проявляется в серо-бурых сильноскелетных ( $r=0,91$ ) и бурых суглинистых почвах ( $r=0,69$ ). В остальных типах почв связь имеет обратный характер. Корреляционная связь между содержанием никеля и илистой фракцией имеет обратный характер для всех исследованных почв. Для большинства почв связь между валовым никелем и pH имеет обратный характер, кроме лугово-бурых легкосуглинистых ( $r=0,50$ ), бурых среднесуглинистых ( $r=0,68$ ) и песков грядово-бугристых ( $r=0,38$ ), для которых установлена положительная связь.

Изучение экологического состояния почв сводится к выявлению не столько увеличения в них общего содержания металлов, сколько к приобретению сведений об их подвижности, т.е. способности переходить из состава твердой фазы почвы в жидкую [8]. Подвижные формы, извлекаемые ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8, представляют наибольшую экологическую опасность, так как обладают высокой миграционной способностью и доступны растениям [9].

Концентрация подвижной формы никеля в почвах (экстрагент - ААБ, pH = 4,8) колеблется в пределах 0,02-0,72 мг/кг. Среднее содержание данной формы во всей совокупности почв - 0,30 мг/кг, что составляет 1,56 % от валового запаса металла.

По выявленному содержанию подвижной формы никеля почвы бассейна оз. Алаколь можно отнести к незагрязненным почвам с низким содержанием этого металла, меньше 4 мг/кг для всех исследованных почв [7].

В профиле большинства почв бассейна оз. Алаколь подвижный никель сосредоточен в гумусово-аккумулятивном горизонте (рис. 2). Распределяется подвижный никель по профилям почв неоднозначно. Наименьшие значения среднего содержания обменной формы никеля обнаружены в песках пустынно-степных закрепленных - 0,06 мг/кг, и лугово-бурых супесчаных почвах - 0,10 мг/кг. Наибольшие содержания обменного никеля свойственны солончакам луговым тяжелосуглинистым - 1,12 мг/кг, и плавнево-болотным почвам - 1,39 мг/кг (рис. 4).

Корреляционная зависимость между обменной формой никеля и его валовым количеством ( $r$  – от -0,58 до -0,95) - обратная средней и сильной силы, за исключением песков грядово-бугристых ( $r=0,85$ ), бурых среднесуглинистых ( $r=0,75$ ) и серо-бурых сильно скелетных ( $r=0,67$ ) почв. Связь между подвижным никелем и гумусом в большинстве исследованных почв ( $r$  – от -0,58 до -0,95) – обратная средней и сильной силы, достоверную прямую связь средней значимости имеют пески пустынно-степные и солончаки луговые тяжелосуглинистые. Содержание подвижного никеля имеет обратную связь слабой и средней значимости с илистой фракцией в большинстве исследованных почв, за исключением сероземов легкосуглинистых ( $r=0,91$ ), бурых суглинистых ( $r=0,76$ ), лугово-бурых легкосуглинистых ( $r=0,71$ ) почв. Корреляционная связь между подвижным никелем и рН среды почв положительная слабой и сильной силы ( $r$  – от 0,36 до 0,90), для песков грядово-бугристых, плавнево-болотных, лугово-бурых почв и сероземов. Между карбонатами и подвижным никелем также наблюдается положительная связь слабой и сильной силы ( $r$  – от 0,15 до 0,86), за исключением песков пустынно-степных ( $r=-0,30$ ), бурых суглинистых почв ( $r=-0,83$ ) и песков грядово-бугристых ( $r=-0,99$ ), здесь связь обратная слабой и сильной силы.

По степени содержания валового и подвижного никеля почвы исследуемой территории можно охарактеризовать как незагрязненные и отнести к территории, обладающей нормальным экологическим состоянием.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Впервые проведены исследования содержания валового никеля и его обменной формы в почвообразующих породах и почвах бассейна оз. Алаколь, дана их эколого-геохимическая оценка.

2. Среднее валовое содержание никеля в почвах исследуемого региона составляет 19,19 мг/кг, что не превышает общепринятую ориентировочно допустимую концентрацию и ниже его кларка в литосфере.

3. Содержание и распределение валового никеля в почвах и корреляционная зависимость от илистой фракции, карбонатов, рН среды в большинстве случаев имеет обратный характер или имеет связь слабой силы.

4. Подвижная форма никеля, извлекаемая ацетатно-амонийным буферным раствором с рН= 4,8 (подвижный для растений), меньше 4 мг/кг для всех исследованных почв.

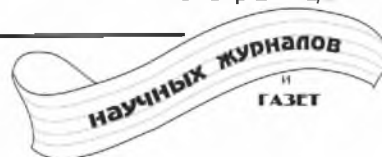
#### Список литературы

1. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. – М.: Наука, 1974. – 324 с.
2. Березовиков Н. Алакольский государственный природный заповедник / Под общ. ред. Р.В. Яценко // Заповедники Средней Азии и Казахстана. – Алматы, 2006. – Вып. I. – 352 с.
3. Плохинский Н.А. Биометрия. – М.: МГУ, 1970. – 367 с.
4. Физическая география Республики Казахстан / Под. ред. Г.М. Джаналеева. – Астана: ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2010. – 535 с.
5. Архипов И.А. Никель в почвах и растениях межгорных котловин Алтая / И.А. Архипов, А.В. Пузанов, М.А. Мальгин // Докл. III Междунар. науч.-практ. конф. «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде». – Семипалатинск (Казахстан), 2004. – Т. I. – С. 150-154.

6. Панин М.С. Формы соединений тяжелых металлов в почвах средней полосы Восточного Казахстана (фоновый уровень). – Семипалатинск, 1999. – 309 с.
7. Ильин В.Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В.Б. Ильин, А.И. Сысо. – Новосибирск: СО РАН, 2001. – 229 с.
8. Минкина Т.М. Формы соединений тяжелых металлов в почвах степной зоны / Т.М. Минкина, Г.В. Мотузова, О.Г. Назаренко и др. // Почвоведение. – 2008. – № 7. – С. 810-818.
9. Никифорова Е.М. Пространственно-временные тренды загрязнения городских почв и растений соединениями никеля (на примере восточного округа Москвы) / Е.М. Никифорова, Н.С. Касимов, Н.Е. Кошелева и др. // Вестник Московского университета. Сер. 5: География. – 2010. – № 1. – С. 11-19.

Получено 13.08.2014

по страницам



## НАНОТЕХНОЛОГИИ ДРЕВНЕГО РИМА

В Британском музее (Лондон) хранится изготовленный в IV веке стеклянный древнеримский кубок, названный кубком Ликурга, потому что на нем изображен легендарный законодатель Спарты Ликург, которого душит виноградная лоза: он оскорбил бога вина Диониса. Кубок обладает интересным свойством. При наружном освещении он имеет оливково-зеленый цвет, но если вставить источник света внутрь, на просвет стекло окazujeется красным.

Анализы показали, что в стекло подмешаны наночастицы сплава золота и серебра поперечником порядка 50-100 нанометров. Древний мастер растворил их в расплавленном стекле. В результате частицы металла дают эффект изменения цвета примерно такой же, какой известен у некоторых жуков, цвет которых зависит от угла зрения. В наше время подобное стекло применяют, например, в шлемах космонавтов, чтобы защитить глаза от резкого солнечного света, не смягченного атмосферой. Когда космонавт смотрит прямо на Солнце, такое стекло окazujeется затемненным, но стоит повернуть голову в сторону – оно превращается в прозрачное.

«Наука и жизнь» № 7, 2014



УДК 539.3/.6:62-762.444:519. 863:001.26

**Б.М. Абдеев, Т.Ф. Брим, Г. Муслиманова**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**РАВНОПРОЧНОЕ РАДИАЛЬНОЕ ЭЛАСТОМЕРНОЕ УПЛОТНИТЕЛЬНОЕ КОЛЬЦО С ПОСТОЯННЫМ  
ЭКВИВАЛЕНТНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ И РЕГУЛИРУЕМЫМ НАТЯГОМ**

Одним из актуальных научно-технических направлений современного машиноведения [1] является проблема создания оптимальных конструкций [1, 2], и в частности равнопрочных кольцевых уплотнений [3] минимальной материалоемкости. При этом качественные эксплуатационные характеристики уплотнительного кольца закладываются в процессе его проектирования и монтажа с необходимым начальным натягом, обеспечивающим надежную герметизацию системы «цилиндр – уплотнитель – поршень» [3, 4].

Авторами данной статьи моделируется осесимметричное напряженно-деформированное состояние резинового уплотнителя криволинейно-трапецеидального профиля с плавно изменяющейся шириной  $b = b(r)$ , ( $b_H \leq b \leq b_B$ ,  $R_B \leq r \leq R_H$ ) и толщиной  $h_0 = const$  (рис. 1) при условии неизменности разности радиального  $\sigma_r$  и кольцевого  $\sigma_\psi$  нормальных напряжений

$$\sigma_r - \sigma_\psi = S \equiv \sigma_{III} = const \quad (1)$$

после установки кольца в поршневую канавку глубиной  $h_k$  с наибольшим горизонтальным размером  $l_k > b_B$  (рис. 2) без надавливания на её кромки. Такое конструктивное решение, подтвержденное практикой [3], является более эффективным и удобным по сравнению с монтажом герметизирующего элемента в круговую проточку на внутренней поверхности цилиндра. Кроме того, в процессе работы эластомерного кольца значительно уменьшается вероятность выскакивания его из гнезда (вследствие самозаклинивания) и среза резины в подвижных соединениях (УПС) [3]. Естественно, что способность кольца к самозаклиниванию реализуется только в случае геометрического подобия профиля посадочной канавки и деформированного сечения уплотнителя, заполняющего поршневую проточку (см. рис. 2).

В этой связи следует также отметить, что стандартные герметизирующие резинотехнические изделия прямоугольного, круглого и эллиптического (овального) профилей [4, 5] не являются равнопрочными и не способны к самозаклиниванию, в отличие от расчетной схемы более надежного и экономичного уплотнителя (рис. 1).

Равенство (1) представляет собой известную в сопротивлении материалов классическую гипотезу прочности (критерий Кулона-Сен-Венана) с приведённым напряжением  $\sigma_{III} \equiv S = const$ , обеспечивающим максимальное снижение расхода материала конструируемой детали.



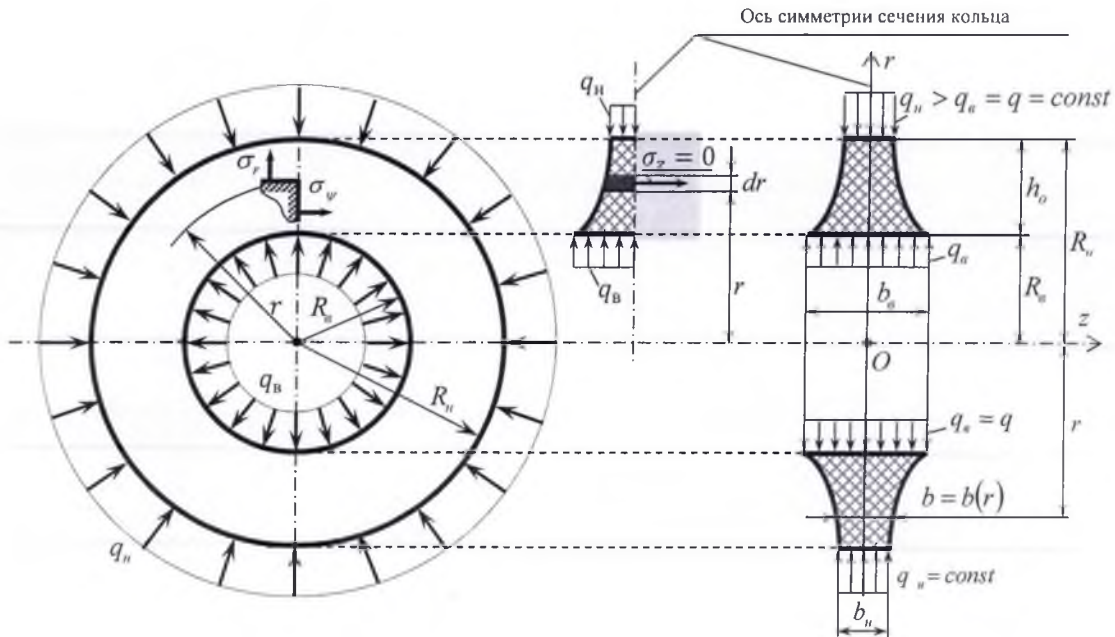


Рисунок 1 – Расчетная схема кольцевого уплотнительного элемента для условий предварительного натяга

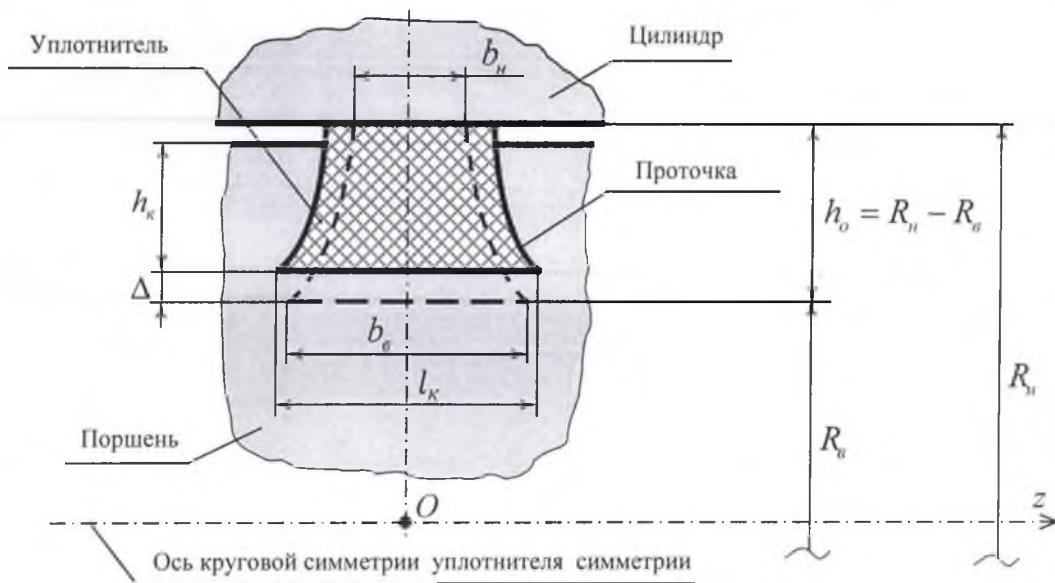


Рисунок 2 – Сечение деформированного герметизирующего элемента

В основу рассматриваемой модели уплотнителя, учитывающей полярно-симметричное распределение напряжений  $\sigma_r(r)$ ,  $\sigma_\psi(r)$  и относительных линейных деформаций

$\varepsilon_r(r)$ ,  $\varepsilon_\psi(r)$ ,  $\varepsilon_z(r)$  в цилиндрической системе координат  $zOr$  для тел вращения (рис. 1) [6], вводим следующие предпосылки, дополняющие общепринятые базовые гипотезы механики деформируемого однородно-сплошного изотропного твердого тела [3,5,6]:

а) материал конструкции – эластомер (синтетическая резина) подчиняется закону Гука при наибольшей по абсолютной величине деформации  $\varepsilon_{max} \leq 0,25$ ;

б) не учитывается собственный вес кольца и трение на площадках контакта в предположении наличия смазки и высококачественной обработки сопряженных поверхностей;

в) монтаж уплотнителя осуществляется при нормальной температуре  $20^\circ\text{C}$  [4], а исследуемый процесс – изотермический и стационарный;

г) в пределах

$$1,5 \text{ МПа} \left( \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \right) \leq q \leq 3 \text{ МПа} \left( \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \right) \quad (2)$$

варьируется нормативное контактное давление  $q$  на сопряженных поверхностях, что гарантирует сохранение герметичности уплотнительного соединения в конце срока его эксплуатации [3];

д) предусматривается, рекомендуемое [3, 5], предварительное (монтажное) растяжение  $\bar{\varepsilon}$  кольца по внутреннему радиусу  $R_B$ , которое описывается функцией относительной деформации  $\varepsilon_\psi = \varepsilon_\psi(r)$ , когда  $r = R_B$ :

$$\varepsilon_\psi(R_B) = \bar{\varepsilon} = 0,01 \div 0,05; \quad (3)$$

е) соблюдается неравенство реактивных контактных нагрузок

$$q_H > q_B = q \quad (4)$$

при соответствующей разности размеров  $b_H < b_B$  профиля кольцевого элемента, обеспечивающее равноценную герметизацию [3, 5], контактирующих с уплотнителем поверхностей цилиндра и поршня;

ж) контртела, в сравнении с кольцом, предполагаются абсолютно жесткими (недеформируемыми), так как модуль упругости  $E$  резины на несколько порядков меньше, чем у взаимодействующей пары «цилиндр – поршень», конструируемой из металла [3,4,7];

з) по аналогии с теорией расчета вращающихся дисков переменной толщины  $b(r)$  [6-9] считаем, что эластомерное кольцо относительно тонкое и соотношение между геометрическими параметрами кольца  $b(R_B) = b_B = \max$ ,  $R_H = \max$  не выходит за пределы

$$b_B \cdot R_H^{-1} \leq 0,25, \quad (5)$$

то есть осевое нормальное напряжение  $\sigma_z = 0$ , а составляющие  $\sigma_r$  и  $\sigma_\psi$  равномерно распределены по любому цилиндрическому сечению  $r$ , являясь функцией только переменной  $r$  ( $R_B \leq r \leq R_H$ , рис. 1).

Для математического описания процесса нагружения упругого элемента используем фундаментальные формулы классической теории упругости [6-9]:

– условие равновесия для кольца переменной ширины  $b(r)$  сечения

$$\frac{1}{b} \cdot \frac{db}{dr} \cdot \sigma_r + \frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{\sigma_r - \sigma_\psi}{r} = 0; \quad (6)$$

– уравнение совместности линейных деформаций  $\varepsilon_r$  и  $\varepsilon_\psi$ , выраженное через напряжения  $\sigma_r$ ,  $\sigma_\psi$

$$\frac{d\sigma_\psi}{dr} - \mu \cdot \frac{d\sigma_r}{dr} - (1 + \mu) \cdot \frac{\sigma_r - \sigma_\psi}{r} = 0, \quad (7)$$

где  $\mu = 0,48 \div 0,496$  – коэффициент Пуассона резины [3,5] при температуре  $20^\circ\text{C}$  (см. вышеуказанное допущение в)), который в инженерных расчетах резинотехнических деталей обычно принимают равным  $0,5$  [10];

объединённые физико-геометрические соотношения Коши и обобщенного закона Гука:

$$\varepsilon_{\psi} = \frac{u}{r} = \frac{1}{\kappa_{\phi} \cdot E} (\sigma_{\psi} - \mu \cdot \sigma_r), \quad \varepsilon_r = \frac{1}{\kappa_{\phi} \cdot E} (\sigma_r - \mu \cdot \sigma_{\psi}), \quad (8)$$

$$\varepsilon_z = \frac{\partial \omega}{\partial z} = -\frac{\mu}{\kappa_{\phi} \cdot E} (\sigma_r + \sigma_{\psi}), \quad (9)$$

где  $\kappa_{\phi} = 1,2 \div 1,3$  – безразмерный параметр формы или коэффициент ужесточения [5,7];  $u = u(r)$ ,  $\omega = \omega(z, r) = f(r)z$  – функции перемещений произвольной точки сечения кольца в направлении координатных осей  $r$  и  $z$  (рис. 1);

– граничные условия

$$\sigma_r(R_B) = -q_B = -q, \quad u(R_H) = 0, \quad b(R_H) = b_H \quad (10)$$

для функциональных зависимостей  $\sigma_r(r)$ ,  $u(r)$ ,  $b(r)$  в предположении, что геометрические характеристики  $R_B, R_H, b_H$ , а также регулируемое, согласно (2), нормативное контактное давление  $q_B = q$  заданы конструктивно.

Интегрируя систему дифференциальных уравнений (1), (6), (7) с учётом граничных равенств (10), получаем:

$$C = 0, \quad S = -q(1 - \mu) \cdot \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right)^{-1}; \quad (11)$$

$$\sigma_r = -q \cdot \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right) \cdot \left(1 + \ln \frac{r}{R_H}\right)^{-1}, \quad \sigma_{\psi} = -q \cdot \left(\mu + \ln \frac{R_B}{R_H}\right) \cdot \left(1 + \ln \frac{r}{R_H}\right)^{-1}; \quad (12)$$

$$b = b(r) = b_H \left(1 + \ln \frac{r}{R_H}\right)^{-(2-\mu)}, \quad R_B \leq r \leq R_H, \quad |\sigma_r| > |\sigma_{\psi}|, \quad (13)$$

где из физико-математического смысла моделируемого процесса контактирования следует, что решение (12)-(13) распространяется только на область  $R_B \leq r \leq R_H$ ,  $e^{-1} < R_B \cdot R_H^{-1} \leq 1$ , лежащую за пределами замкнутого интервала  $0 \leq R_B \cdot R_H^{-1} \leq e^{-1}$  с допущением (5), ограничивающим наибольшую ширину  $b_B$  профиля уплотнительного элемента. В случае  $R_B \cdot R_H^{-1} = e^{-1} = (2,718 \dots)^{-1} = 0,3678 \dots$  и  $r = e^{-1} \cdot R_H$  имеют место равенства  $\sigma_r = \sigma_{\psi} = \infty$ ,  $b = \infty$ , а при  $R_B \cdot R_H^{-1} \leq e^{-1}$  действительных значений для размера  $b(r)$  не существует и оба напряжения будут растягивающими ( $\sigma_r > 0$ ,  $\sigma_{\psi} > 0$ ), что противоречит принятой концепции о радиальном сжатии уплотнителя (рис. 1).

С помощью найденной функции  $\sigma_r(r)$  подтверждается соблюдение прогнозируемого соотношения (4) между контактными нагрузками  $q_B$  и  $q_H$ , так как, согласно (12),

$$|\sigma_r(R_H)| = q \cdot \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right)^{-1} = q_H > q_B = q, \quad \ln \frac{R_B}{R_H} < 0. \quad (14)$$

Имея функциональные выражения напряжений (12) и зависимости (8)-(9), определяем характерные линейные деформации  $\varepsilon_{\psi}(R_B)$ ,  $\varepsilon_{max}$ ,  $\varepsilon_z(R_B)$ , позволяющие: 1) оценивать монтажное растяжение (3); 2) осуществлять проверку условия  $\varepsilon_{max} \leq 0,25$  линейно-упругой работы материала кольца (см. допущения а); 3) вычислять наибольший номинальный размер  $l_K$  посадочной канавки и требуемый предварительный натяг  $\Delta$  (рис. 2):

$$\varepsilon_{\psi}(R_B) = q \cdot \left(\ln \frac{R_H}{R_B}\right) \cdot \left[\kappa_{\phi} \cdot E \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right)\right]^{-1}; \quad (15)$$

$$\varepsilon_{max} = |\varepsilon_r(R_H)| = q(1 - \mu^2) \cdot \left[\kappa_{\phi} \cdot E \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right)\right]^{-1}; \quad (16)$$

$$\varepsilon_z(R_B) = q \cdot \mu(1 + \mu + 2 \ln \frac{R_H}{R_B}) \cdot \left[\kappa_{\phi} \cdot E \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right)\right]^{-1}; \quad (17)$$

$$l_K = b_B[1 + \varepsilon_z(R_B)]; \quad \Delta = u(R_B) = \varepsilon_{\psi}(R_B) \cdot R_B. \quad (18)$$

Анализ зависимости (13) позволяет констатировать, что кривая  $b(r)$  имеет явно выраженный гиперболический характер во всём диапазоне  $e^{-1} \leq r \cdot R_H^{-1} \leq 1$ , однако, основываясь на предпосылке (5), вышеуказанный для функций (12)-(13) промежуток  $e^{-1} < R_B \cdot R_H^{-1} \leq 1$  должен быть уменьшен, ориентировочно, до длины замкнутого ин-

тервала  $0,75 \leq r \cdot R_H^{-1} \leq 1$ , охватывающего относительно тонкие резиновые кольца. Имея в виду проектно-конструктивные соображения, легко проверить, что геометрическому ограничению (5) удовлетворяют все трапецидально-криволинейные кольцевые профили, вписывающиеся в квадрат при следующих соотношениях габаритных размеров (рис. 3):

$$\frac{b_B}{R_H} = 1 - \frac{R_B}{R_H} \leq 0,25; \quad 0,75 \leq \frac{R_B}{R_H} \leq 1; \quad \frac{b_B}{b_H} = \left(1 + \ln \frac{R_B}{R_H}\right)^{-(2-\mu)}. \quad (19)$$

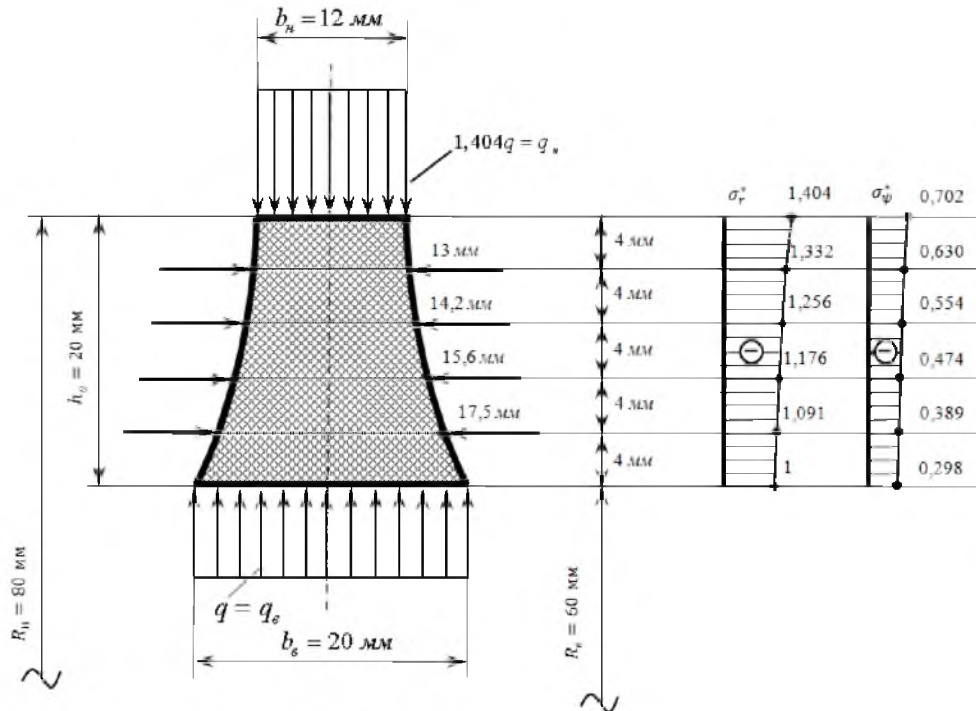


Рисунок 3 – Численный пример, иллюстрирующий решение задачи и выведенные расчетные формулы (12), (13)

Полученные аналитические выражения (12), (13), наглядно проиллюстрированы безразмерными эпюрами напряжений  $\sigma_r^* = \sigma_r \cdot q^{-1}$ ,  $\sigma_\psi^* = \sigma_\psi \cdot q^{-1}$  и схематическим изображением адекватного им профиля уплотнительного кольца с коэффициентом Пуассона материала  $\mu = 0,5$  [10], имеющего  $R_B = 60$  мм,  $R_H = 80$  мм,  $b_H = 12$  мм (рис. 3).

В заключение этой статьи приводим результаты расчёта по формулам (12), (15), (17), (18) параметров  $q_H$ ,  $\varepsilon_z(R_B)$ ,  $l_K$ ,  $\varepsilon_\psi(R_B)$  и натяга  $\Delta$  (рис. 2) при тех же численных значениях  $R_B$ ,  $R_H$ ,  $b_H$ ,  $\mu = 0,5$  (см. абзац выше) для эластомерного уплотнителя с рекомендуемой источником [5] твёрдостью  $H = 80$  (IRHD), соответствующей модулю упругости  $E = 10$  МПа  $\left(\frac{H}{\text{мм}^2}\right)$ , при средней величине коэффициента  $k_\phi = 1,25$  [5] и начальном контактом давления  $q_B = q = 1,5$  МПа  $\left(\frac{H}{\text{мм}^2}\right)$ :  $q_H = |\sigma_r(R_H)| = 2,106$  МПа  $\left(\frac{H}{\text{мм}^2}\right)$ ;  $\varepsilon_z(R_B) = 0,078$ ;  $l_K = 21,56$  мм;  $\varepsilon_\psi(R_B) = 0,048 < \bar{\varepsilon}_{max} = 0,05$  – см. (3);  $\Delta = R_B \cdot \varepsilon_\psi(R_B) = 2,88$  мм; проверяем ограничения  $\varepsilon_{max} \leq [\varepsilon] = 0,25$  и  $b_B \cdot R_H^{-1} \leq 0,25$ , воспользовавшись соотношением (16):  $\varepsilon_{max} = 0,126 < [\varepsilon] = 0,25$ ;  $b_B \cdot R_H^{-1} = 20 \cdot (80)^{-1} = 0,25$ .

Представленную теорию и методику можно непосредственно использовать при оптимальном проектировании, прогрессивных по форме (рис. 1), радиально нагруженных резиновых герметизирующих колец для пневматических, гидравлических и вакуумных систем машин и механизмов.

Список литературы

1. Фролов К.В. Методы совершенствования машин и современные проблемы машиноведения. – М.: Машиностроение, 1984. – 224 с.
2. Рейклейтис Г. Оптимизация в технике: В 2-х кн. / Г. Рейклейтис, А.А. Рейвиндран, К. Ретсдел / Пер. с англ. В.Я. Алтаева, В.И. Моторина. – М.: Мир, 1986. – Кн. 1. – 315 с.
3. Кондаков Л.А. Уплотнения и уплотнительная техника: Справ. /Под ред. А.И. Голубева, Л.А. Кондакова. – М.: Машиностроение, 1994. – 448 с.
4. Аврущенко Б.Х. Резиновые уплотнители. – Л.: Химия, 1978. – 136 с.
5. Кондаков Л.А. Уплотнения гидравлических систем. – М.: Машиностроение, 1972. – 240 с.
6. Тимошенко С.П. Теория упругости / С.П. Тимошенко, Дж. Гудьер /Пер. с англ. М.И. Рейтмана; Под ред. Г.С. Шапиро. – М.: Наука, 1975. – 576 с.
7. Пономарев С.Д. Расчеты на прочность в машиностроении. – М.: Машгиз, 1958. – Т.2. – С. 487-544.
8. Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций / Под ред. Э.И. Григорука. – М.: Наука, 1975. – 704 с.
9. Биргер И.А. Расчет на прочность деталей машин: Справ. / И.А. Биргер, В.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1979. – 702 с.
10. Лавендел Э.Э. Расчёт резинотехнических изделий. – М.: Машиностроение, 1976. – 232 с.

Получено 24.07.2014

---

УДК 621.74.745

**В.Н. Волков**

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

**М.С. Зудова, Н.Т. Жексембинова**

АО «Востокмашзавод», Усть-Каменогорск

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ, РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ  
ПРОГРЕССИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРОНИ КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ  
ИЗ СТАЛИ 110Г13Л В ПОЛУКОКИЛЬ**

В настоящее время брони конусных дробилок во многих литейных цехах изготавливаются по технологии, представленной на рис. 1.

На поддон (1), имеющий направляющие каналы для литниковой системы, в центре устанавливают четырёхходовую звёздочку С-16 (2). Затем набирают четыре литниковых хода (3) из кирпича С-33. Длину литниковых ходов подбирают набором разной длины кирпичей в зависимости от диаметра брони конусной дробилки. По торцам литниковых систем устанавливают концевые кирпичи С-40. Огнеупорные кирпичи набирают на растворе мертеля или белой глины. Все пустоты засыпают сухим песком или просеянной горелой землёй. На поддон устанавливают металлическую модель (4). Далее набирают футеровку стояка (5) из трубок центровых С-5. Затем в гнезде поддона устанавливают литые «облегчения» (6) с целью экономии формовочной смеси. Из жидкостекольной формовочной смеси (ЖСС) изготавливают внутренний стержень («болван») (7). Потом на поддон устанавливают наружную опоку (8), и пространство между моделью и опоклой набивают формовочной смесью. Внутреннюю и наружную части металлической модели

красят пастой из керосина с серебристым графитом для лучшего снятия её и наружной опоки с формовочной смесью при разборе формы. Далее на наружную опоку, модель, «болван» устанавливают верхнюю опоку (9) с моделями прибылей (10), набивается формовочная смесь и устанавливается заливочная воронка (11).

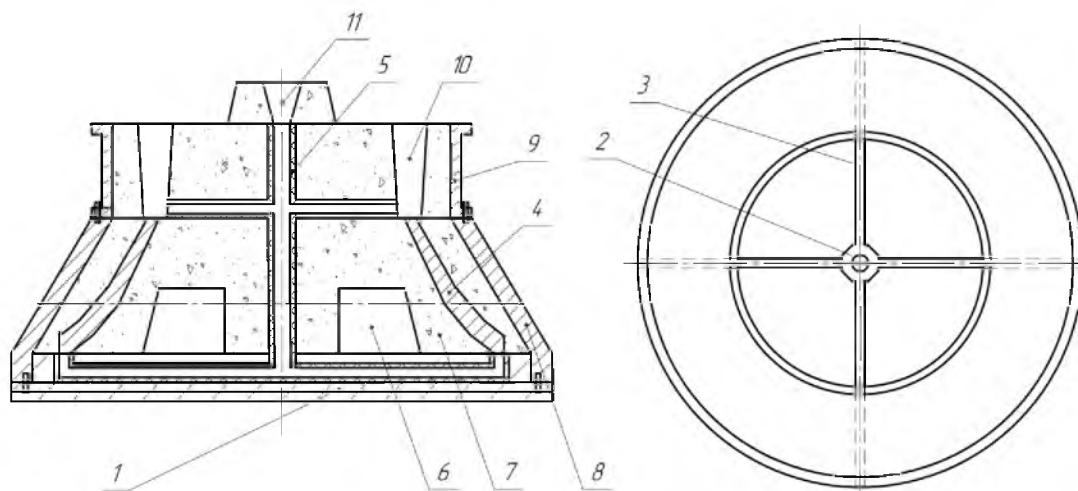


Рисунок 1 - Существующая технология

После затвердевания смеси форму разбирают на верхнюю (9) и наружную (8) опоки. Снимают модель (4). Формовочную смесь опок и «болван» (7) отделяют, красят противпригарной огнеупорной краской и форму вновь собирают под заливку.

Недостатки данной технологии:

- значительный расход песка и формовочной глины;
- повышенное выделение вредных газов в атмосферу цеха;
- противоестественная заливка формы жидким расплавленным металлом, т.к. в прибылях заливается «холодная» сталь и плохо подпитывает отливку;
- отливка брони конусной дробилки в земляной форме охлаждается относительно медленно. В результате увеличивается размер зерна и карбидный балл, образуются усадочные раковины и рыхлоты по высоте отливки, снижаются все механические свойства и эксплуатационные характеристики в процессе дробления руды. Бронь конусной дробилки быстро изнашивается;

- оснастка (опоки, поддон, модель), площади ручного плаца задействуются в технологическом процессе значительное время из-за медленного охлаждения отливки в земле, что снижает производительность труда и съём продукции с одного квадратного метра.

Для лучшей кристаллизации металла и повышения качества отливки предложена и опробована технология заливки брони № 1280.07.309 с изменённым подводом металла на уровне 250-350 мм от низа модели (рис. 2).

Жидкий металл подводится в форму с помощью четырёхручьевой литниковой системы на высоте 250-350 мм от низа формы (отливки) тангенциально под углом  $30\div 45^\circ$ .

Сначала металл течёт сверху вниз, заполняя нижнюю часть литейной формы, где уже начинает кристаллизоваться в процессе заливки. Далее жидкий металл заполняет верхнюю часть формы, подпитывая уже кристаллизирующийся металл нижней части брони конусной дробилки.

Металл становится плотнее, уменьшается усадочная рыхлота. Об уменьшении усадочных рыхлот и повышении плотности металла свидетельствует вес отливки брони конусной дробилки.

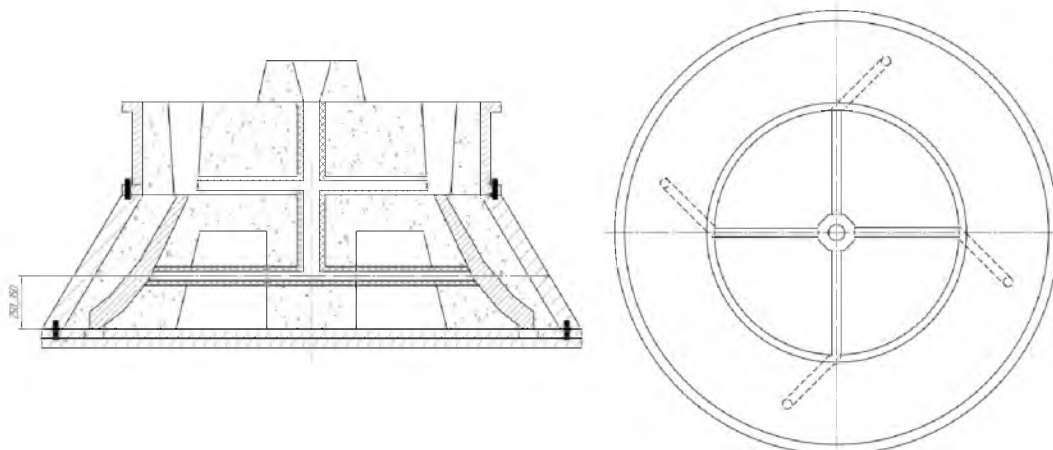


Рисунок 2 – Предложенная и опробованная технология заливки

Залито две опытных отливки броней. Их веса составили 1912 кг и 1910 кг. Вес стандартных отливок брони № 1280.07.309 – 1 844 кг. Разница в весе - 66÷68 кг. Удельный вес жидкого металла при температуре заливки ~1470 °С - 7,0 кг/дм<sup>3</sup>, т.е. дополнительно в литейную форму заливается ~ 9,5 дм<sup>3</sup> жидкого металла, что составляет около 3,55 % объёма отливки. Видно, что объём усадочных рыхлот уменьшен на 3,55 %. Брони отправлены заказчику для испытаний в промышленных условиях.

Для дальнейшего устранения перечисленных недостатков и с целью экономии материалов, повышения качества продукции, производительности труда, улучшения экологии в литейном цехе АО «ВКМЗ» совместно с работниками кафедры МиТКМ ВКГТУ разработана и предложена к внедрению прогрессивная технология изготовления брони конусных дробилок в полукокиль. Она заключается в следующем (рис. 3).

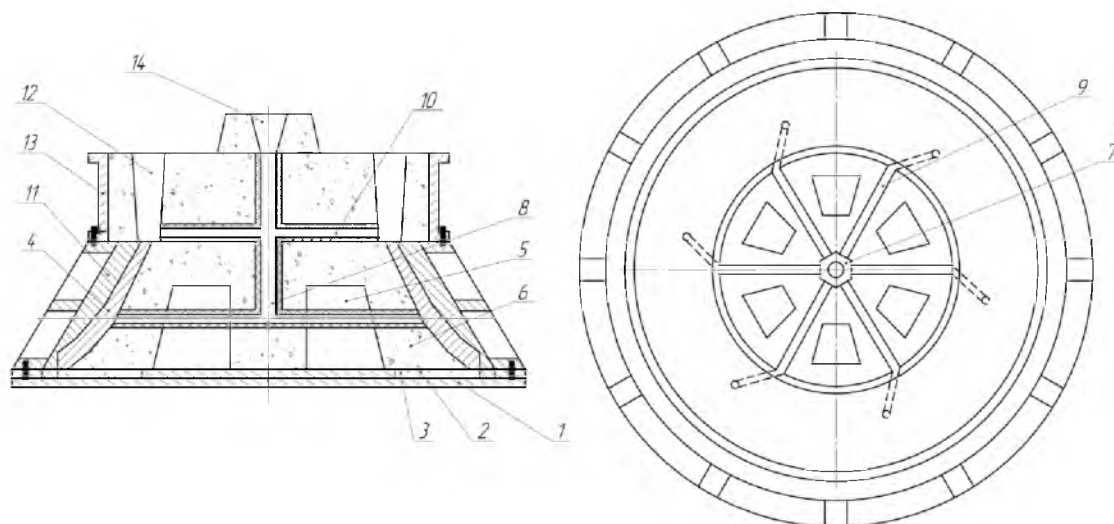


Рисунок 3 – Прогрессивная технология заливки

На стальной поддон (1) устанавливается металлическое кольцо (2) и набивается кольцевая подушка (3) из ЖСС толщиной 50 мм и шириной 300 мм. Затем по направляющим штырям устанавливается модель брони (4), внутренняя часть которой покрашена серебристым графитом для свободного её снятия при разборке формы. В это же время устанавливается шесть облегов (5) для экономии формовочной смеси. Далее набивается 250-350 мм «болвана» (6), устанавливается шестиходовая звёздочка С-26 (7) с центральной трубкой С-8 (8) и набивается 6 ручьёв из пролётного кирпича С-33 (9) на растворе мертеля или белой глины. Затем продолжается набивка «болвана» (6) из ЖСС на высоту 250-350 мм и выкладывается верхняя 6-ходовая литниковая система (10) для подвода «горячего» металла в прибыли. Длину литниковых ходов подбирают набором разной длины кирпичей в зависимости от диаметра брони конусной дробилки. Набивка «болвана» (6) заканчивается выравниванием формовочной смеси по высоте брони. Затем по направляющим штырям на поддон устанавливается кокиль (11), изготовленный из стали 15. Кокиль предварительно механически обрабатывается по торцевым плоскостям спаривания и внутренней поверхности по профилю модели с заданной шероховатостью Ra50. В двенадцати местах длительного подвода жидкой стали 110Г13Л кокиль напыляется корундом ( $Al_2O_3$ ) с помощью плазменной горелки для исключения приваривания к отливке. Потом вся внутренняя поверхность кокиля красится быстросохнущей огнеупорной краской на основе хромагнетита или корунда.

На кокиль, модель и «болван» устанавливается верхняя опока по спаривающим штырям кокиля, шесть моделей прибылей (12) в местах подвода металла верхней литниковой системы и трубка центровая С-4. ЖСС уплотняется в верхней опоке (13) и выравнивается. Затем в круглой опоке устанавливается заливочная воронка С-4 (14), засыпается и уплотняется ЖСС. Между поддоном, «болваном», кокилем, верхней и круглой опоками наносится тонкий слой серебристого графита, чтобы смеси не слиплись между собой. После затвердевания формовочной смеси литейную форму разбирают для отделки верхней опоки, кокиля, «болвана» и извлечения модели брони. Рабочие поверхности верхней опоки, кокиля, «болвана», кольцевой подушки, соприкасающиеся с жидким металлом, после снятия модели красят быстросохнущей огнеупорной краской, провяливают и форму вновь собирают и подогревают горящим газом, который подводится через разливочную воронку в стояк, литниковую систему к кокилю и «болвану», которые нагреваются перед заливкой до 150-200 °С.

Предложенная технология отличается от существующей тем, что в ней предусмотрены прогрессивные технологические решения:

1. Нижний ряд литниковой системы выполнен шестиходовым вместо четырёхходового и поднят на 250-300 мм от низа отливки, что позволит в первую очередь заполнить нижнюю часть формы, которая в процессе заливки будет кристаллизоваться. Вес отливки, плотность металла увеличатся.

2. Второй ярус шестиходовой литниковой системы предусмотрен для ускорения заливки формы и подачи «горячего» металла в шесть прибылей, которые, несомненно, будут хорошо подпитывать тело отливки, что позволит устранить усадочные раковины, рыхлоты и повысить качество отливки.

3. Стальной кокиль для оформления наружной поверхности брони конуса предложен с целью экономии формовочной смеси ЖСС, ускоренной кристаллизации с измельчением зерна, уменьшения карбидного балла, устранения усадочных рыхлот, повышения качества продукции и производительности труда, уменьшения вредных выбросов в атмосферу цеха.

4. Внутренняя часть кокиля в двенадцати местах длительного подвода жидкого металла напыляется с помощью плазменной горелки корундом или двуокисью циркония, что-



бы отливки не приварились к кокилю. Затем кокиль красится огнеупорной быстросохнущей краской.

5. Литейная форма до заливки расплавленного металла подогревается до температуры 150-120 °С, что позволит увеличить срок службы кокиля, снизить температуру заливаемой стали 110Г13Л до 1420-1430 °С. В результате чего зерно металла ещё больше измельчится, снизится карбидный балл, исчезнут усадочные рыхлоты, повысится качество отливки и производительность труда.

В связи с тем, что внедрение прогрессивного технологического процесса связано с эксплуатацией новой оснастки, рекомендуется:

1. После заливки пяти броней проводить проверку внутреннего контура кокиля специальным шаблоном для выявления коробления.

2. Все залитые брони до термической обработки отделу технического контроля и центральной заводской лаборатории проверять на наличие трещин снаружи и внутри литой заготовки.

3. Тщательно проверять напыления и покраску кокиля перед заливкой.

4. Согласно ГОСТ 977-88 приёмку марганцовистого литья, в том числе броней конусных и щёковых дробилок, производят с учётом анализов балла зерна, карбидного балла, механических свойств и химического состава стали 110Г13Л. ОТК завода необходимо тяжеловесные отливки принимать с учётом температуры заливки и времени подпитки и заливать отдельной плавкой, чтобы не было мелкого литья.

#### Список литературы

1. Волков В.Н. Производство высокомарганцовистой стали Г13Л. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2001.
2. Технология формовки брони / АО «ВКМЗ»

Получено 20.08.2014

---

УДК 625.76

**М.В. Дудкин, А.В. Вавилов, А.И. Ким, С.Н. Фадеев**

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

#### РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Одной из актуальных проблем в зимний период в умеренном климатическом поясе является борьба с обледенением на автодорогах и тротуарах. В настоящее время существует несколько методов борьбы с наледью: распределение химических реагентов, механическое скалывание льда и уплотненного снега. Для скалывания снежно-ледяного образования на поверхности тротуаров и дорог сейчас применяются машины с рабочим органом в виде отвала и ручные ударные инструменты. При этом машины с отвалом легко могут повредить дорожное покрытие и, являясь крупногабаритными, не могут обеспечить необходимую качественную уборку от снежно-ледяного образования на тротуарах и в труднодоступных местах. Ручные ударные инструменты требуют непосредственной физической силы человека и поэтому являются неэффективными из-за низкой производительности. Таким образом, актуальность разрабатываемой в данной работе темы не вызывает сомнений.

Разработанный в Восточно-Казахстанском государственном техническом университете им. Д. Серикбаева ударный рабочий орган предназначен для малогабаритной самоходной установки (рис. 1), которая будет использоваться для уборки тротуаров, дорог и других труднодоступных территорий от снежно-ледяного образования [1, 2].



Рисунок 1 – Малогабаритная самоходная установка

Рабочий орган не имеет аналогов среди малогабаритной техники и позволяет разбивать лед, сохраняя целостность дорожного или иного покрытия. Обслуживать и управлять малогабаритной самоходной установкой с ударным рабочим органом может один человек. При относительно большой производительности и небольшом потреблении топлива, малогабаритная самоходная установка с ударным рабочим органом является хорошим вариантом для использования как в частном, так и в коммунальном хозяйстве.

Рабочий орган (рис. 2) работает следующим образом. Вращаясь и двигаясь вместе с базовой машиной со скоростью  $v = 1$  км/ч вдоль очищаемой поверхности, ударный ротор, представляющий собой конструкцию из дисков, между которыми на расстоянии 15 мм расположены молотки с габаритными размерами: длина - 65 мм, ширина - 30 мм, толщина - 10 мм, и массой - 0,292 кг, разрушает снежно-ледяной покров, оставляя нетронутым асфальтобетонное или иное покрытие.



Рисунок 2 – Рабочий орган ударного действия

При вращении ударного ротора с угловой скоростью молотки (установленные на оси на посадке с зазором) совершают ударное воздействие с силой удара  $F=28$  Н на поверхность ледяного или уплотненно-снежного образования, что приводит к разрушению этого образования за счёт превышения прочности льда на сжатие силой инерции молотка, причем силу инерции молотка, необходимую для разрушения, получаем за счет вращения массы молотка и угловой скорости движения ударного ротора. Количество молотков в ряду - 12, количество рядов по оси вращения - 4. Расположение молотков один возле другого обеспечивает разрушение слоя снежно-ледяного образования по всей ширине тротуара или дороги в несколько проходов. При изменении скорости вращения ударного ротора и скорости перемещения его вдоль очищаемой поверхности регулируется качество и степень очистки.

Также молоток может иметь различные формы (рис. 3) в зависимости от эффективности их работы при разных условиях снежно-ледяного образования, для которого будет применен рабочий орган ударного действия (плотность, толщина образования и т.д.).

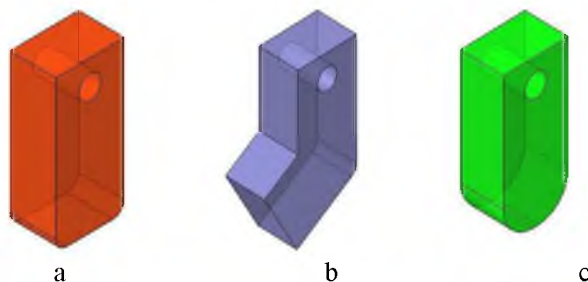


Рисунок 3 – Виды молотков для разрушения: а) льда; б) льда с большей толщиной покрытия; в) уплотненного снега

Прочность льда при сжатии составляет  $\sigma_{сж}=0,18...0,19$  МПа, чтобы вычислить геометрические размеры кулачка, воспользуемся обратным расчетом, то есть, чтобы достигнуть необходимого разрушающего усилия, должно выполняться условие: давление ( $P$ , Па) кулачка на разрушаемый лед (рис. 4) должно быть больше или равно прочности льда при сжатии  $P \geq \sigma_{сж}$ . Известно, что прочность асфальта на сжатие составляет 4 МПа, прочность льда на сжатие - 0,2 МПа.



Рисунок 4 – Процесс разрушения снежно-ледяных образований

Важнейшим параметром, характеризующим процесс удаления льда с поверхности автомобильных дорог, является величина затрат энергии на осуществление данного процесса. В связи с тем, что крутящий момент и усилие подачи за один оборот рабочего органа изменяются с постоянной амплитудой и периодом колебаний от минимальных до максимальных значений каждый, а расчёт мощности ведётся исходя из максимальных усилий, действующих на рабочий орган, и которые практически не зависят в данном случае от угла поворота рабочего органа, то выражение для определения данного параметра примет вид:

$$N_c = v_n P_m + \omega M_r, \quad (1)$$

где  $v_n$  - скорость подачи;  $\omega$  - угловая скорость;  $M_r$  - крутящий момент;  $P_m$  - сила подачи.

Таким образом, мощность, затрачиваемая на разрушение удаляемой среды, может быть определена как произведение крутящего момента на скорость вращения рабочего органа ударного действия, а мощность, затрачиваемая на создание тягового усилия, - как произведение скорости движения машины на величину этой силы. Так как максимальные значения величин подачи  $P_m$  и крутящего момента возникают для  $M_r$  в момент удара, а для  $M_r$  при срезании удаляемой среды с очищаемой поверхности, то выражение (1) можно представить в виде:

$$N_c = v_n [n_n P_i \cos \varphi] + \omega [n_n (P_{cut} + P_f) (S' - y_k + L_S)], \quad (2)$$

где  $P_i$  - ударная сила;  $n_n$  - число бойков в одной плоскости, перпендикулярной оси вращения;  $\varphi$  - угол взаимодействия бойка с ледяной поверхностью;  $P_{cut}$  - сила резания;  $P_f$  - сила трения;  $S'$  - расстояние от места крепления к приводному цилиндру до точки крепления бойка;  $y_k$  - предварительная деформация бойка;  $L_S$  - расстояние от ударной кромки до центра тяжести бойка;

Приближённый расчёт мощности разработки показывает (рис. 5, 6), что во время уборки территорий от льда специальным рабочим органом ударного действия 6 % мощности машины тратится на перемещение и 94 % - на разрушение льда, т.е. мощность, затрачиваемая на перемещение машины с рабочим органом, также зависит от параметров разработки льда.

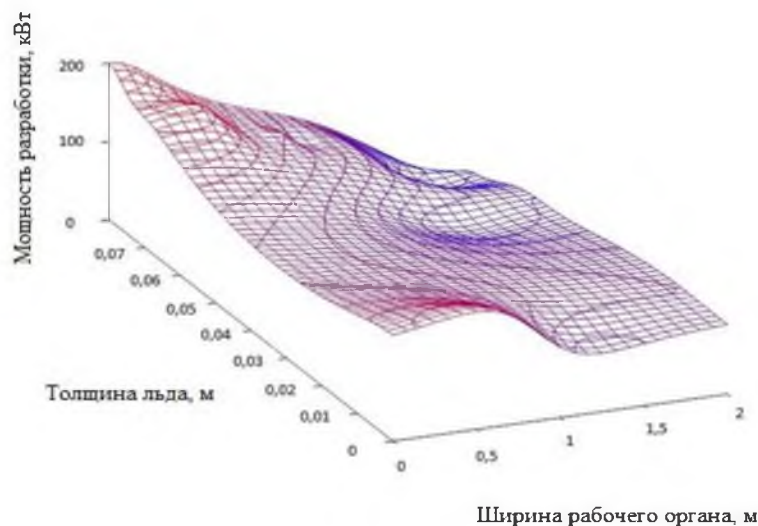


Рисунок 5 - Зависимость изменения мощности разработки льда от его толщины и ширины рабочего органа

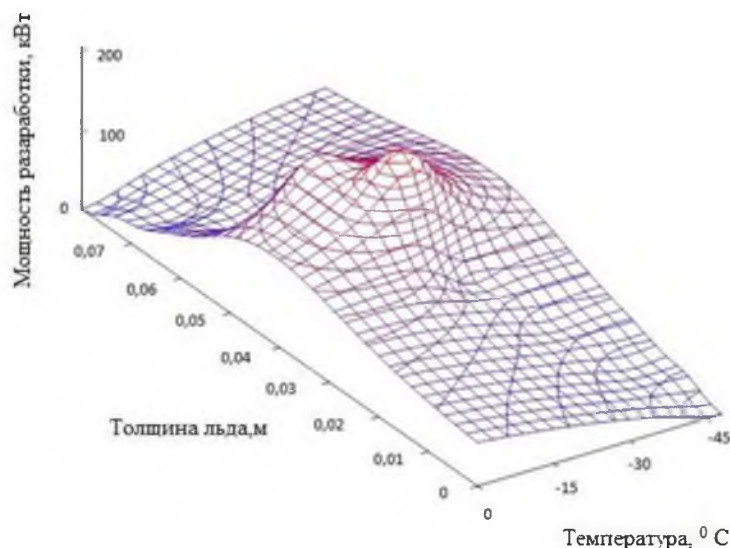


Рисунок 6 - Зависимость изменения мощности разработки льда от его толщины и температуры окружающего воздуха

Кафедра ТМиО продолжает теоретические исследования по теме проекта: исследуются вопросы модернизации рабочего органа с целью повышения эффективности разрушения уплотненного снега и льда и качества очистки дорожных покрытий, исключая повреждение дорожного покрытия в процессе очистки (рис. 7).

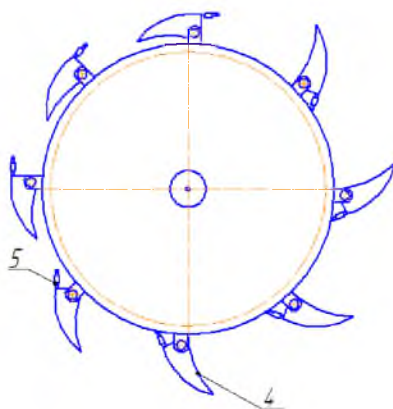


Рисунок 7 - Схема модернизированного рабочего органа

Технический результат от использования модернизированного рабочего органа заключается в совмещении разных видов воздействия на разрушаемый снежно-ледяной слой, снижении энергоемкости процесса разрушения, повышении степени очистки дорожного покрытия от льда. В настоящее время предложен новый, уже запатентованный рабочий орган для разрушения льда на автодорогах, содержащий смонтированный на оси барабан с кулачками, которые шарнирно прикреплены к барабану и снабжены устройствами, позволяющими устанавливать их под необходимым углом к разрушаемой поверхности. Предлагаемая конструкция рабочего органа машины для разрушения льда на



автодорогах совмещает разные виды воздействия на разрушаемый снежно-ледяной слой, при этом повышается эффективность разрушения уплотненного снега и льда, качество очистки дорожных покрытий, также исключается возможность повреждения дорожного покрытия в процессе очистки и снижается энергоемкость процесса разрушения.

С конструктивно-технологической точки зрения рассматриваемая механическая система представляет собой стальной вращающийся цилиндрический барабан (рис. 8), на наружной поверхности которого равномерно расположены шарнирно-подвижные, одной стороной упирающиеся в барабан рабочие элементы (кулачки), имеющие скалывающую часть в форме клиновидного резца. В момент касания заостренным лезвием кулачка поверхности льда начинается его локальная деформация  $h$  и разрушение.

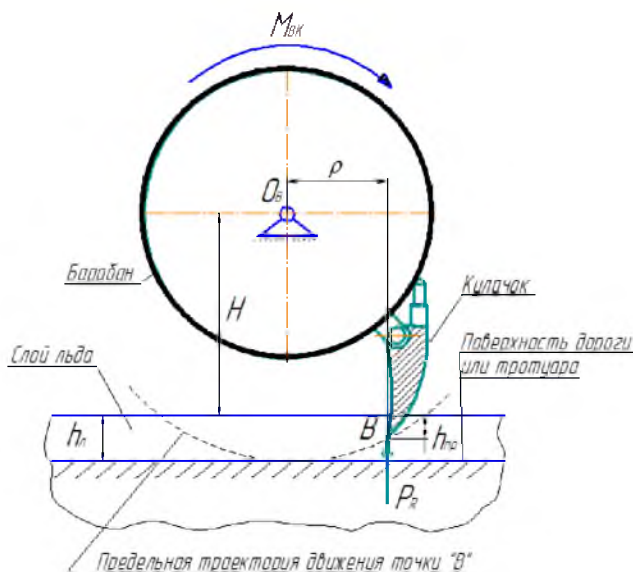


Рисунок 8

В данной научно-практической работе предложена расчетно-теоретическая модель математического описания исследуемого изотермического процесса. Ее основой являются: 1) фундаментальное решение известной двумерной статической задачи теории пластичности (плоская деформация) о вертикальном внедрении без учета трения твердого клина с углом раствора  $2\gamma$  и толщиной  $b = const$  в жестко-пластическую однородную изотропную среду, ограниченную плоскостью [3] (рис. 9);

2) перечисленные ниже классические допущения, предпосылки и аналитические зависимости:

- барабан вращается со скоростью  $n = const$  (об/мин) и передает на несущий вал внешний крутящий момент  $M_{BK}$  (Н·м) [2] (рис. 8)

$$M_{BK} = \frac{9550 \cdot W_M}{n} = P_R \cdot \rho, \quad (3)$$

где  $W_M$  - мощность силового привода (кВт), необходимая для вдавливания в лед одного кулачка;  $P_R$ ,  $\rho$  - соответственно реактивная сосредоточенная нагрузка, уравновешивающая  $M_{BK}$ , и кратчайшее расстояние до линии ее действия от точки  $O_B$ ;

- между осью симметрии клина и поверхностью полупространства - угол  $90^\circ$ , который не изменяется при пластическом деформировании среды до максимально допустимой

(предельной) глубины  $h_{np}$  вдавливания кулачка, регламентированной толщиной слоя льда  $h_l$  и геометрическим условием (рис. 8)

$$\sqrt{(H + h_{np})^2 + \rho^2} - H = h_l, \quad (4)$$

ограничивающим траекторию перемещения режущей кромки клина по круговой кривой радиусом  $H + h_l = const$  и обеспечивающим сохранность поверхности материала автомобильной дороги или тротуара;

- все комплектующие детали машины – абсолютно твердые и неразрушимые;
- опора  $O_B$  вала барабана считается неподвижной при погружении кулачка в лед, что возможно осуществить, если собственный вес машины  $G_M \geq P_R \cdot n_K$  (где  $n_K$  - количество кулачков, одновременно скальвающих лед) либо в случае, когда вся конструкция надежно крепится к транспортному средству с массой, превышающей  $P_R \cdot n_K$ ;
- жестко-пластическая среда (лед) выдавливается по обе стороны клина (рис. 9), а ее граничная линия  $AC$  с достаточной точностью аппроксимируется прямой [1]

$$AC = AB = \ell = h[\cos \gamma - \sin(\gamma - \varphi)]^{-1}, \quad 0 \leq h \leq h_{np}, \quad (5)$$

где  $\varphi$  - угловой параметр, характеризующий размер секториальной части области  $ABC$  пластического состояния льда и определяемый методом подбора из трансцендентного уравнения

$$\varphi + \arccos \operatorname{tg}(0,25\pi - 0,5\varphi) = 2\gamma \quad (6)$$

или по графику функции  $\gamma = \gamma(\varphi)$ ;

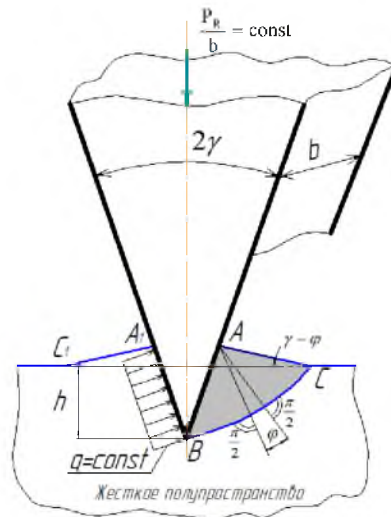


Рисунок 9

- контактное давление  $q$ , равное наибольшему по модулю главному сжимающему напряжению  $\sigma_3 < 0$  в слое льда, постоянно вдоль линий  $AB$ ,  $A_1B$  расчетной схемы (рис. 9) и связано с равномерно распределенным по толщине клина  $b$  эксплуатационным усилием  $P_R \cdot b^{-1} = const$  соотношениями [3]:

$$P_R \cdot b^{-1} = 2 \cdot q \cdot l \cdot \sin \gamma, \quad q = |\sigma_3| = 2 \cdot \sigma_T (1 + \varphi) \cdot 3^{-0,5}, \quad (7)$$

где  $\sigma_T$  - предел текучести льда, составляющий, согласно источнику [5], 55 % ÷ 65 % от временного сопротивления  $\sigma_{вс}$ , то есть

$$\sigma_T = (0,55 \div 0,65)\sigma_{вс}. \quad (8)$$

Разработанная физико-математическая модель позволяет оптимизировать конструкцию ледоскалывающей машины с целью повышения эффективности ее работы на этапе проектирования путем регулирования и подбора рациональных механико-геометрических характеристик  $W_M, n, P_R, \rho, H, b, \gamma, q$  по заданным значениям глубины внедрения кулачка  $h = h_{пр} < h_d$ , прочности льда  $\sigma_{вс}$  и его толщины  $h_t$ .

Анализ известных устройств и рабочих органов для скалывания льда и уплотненного снега показал, что наилучшим универсальным средством, скалывающим лед и не разрушающим очищаемое покрытие, будет рабочий орган, разбивающий лед инерционными билами, кинетической энергии которых не хватит, чтобы разбивать асфальт.

В результате экспериментальных исследований определены наиболее рациональные параметры конструкции рабочего органа для скалывания льда. Рассчитаны основные параметры рабочего органа для скалывания льда, результаты которых показали, что требуемая мощность прямо зависит от крутящего момента, который, в свою очередь, зависит от расстояния центра тяжести кулачка до оси. Чем меньше это расстояние, тем меньше необходимая нагрузка на кулачок. Сравнение теоретических и экспериментальных данных показало отличную сходимость результатов и не превысило 10 %.

#### Список литературы

1. Инновационный пат. РК № 23190 // А.с. РК №66026. МПК E01H 5/12. Заявитель и патентообладатель - ВКГТУ им. Д. Серикбаева. Рабочий орган для разрушения льда на автодорогах / М.В. Дудкин, Г.А. Гурьянов, А.В. Смурыгин. - № 009/1307.1; Опубл. 15.11.2010, Бюл. № 113.
2. Инновационный пат. РК 23189 // А.с. РК № 66022. МПК E01H 5/12. Рабочий орган для разрушения льда на автодорогах / М.В. Дудкин, Г.А. Гурьянов, Р.С. Емельянов, М. Рахимбердинова. - Опубл. 15.11.2010, Бюл. № 11.
3. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. - М.: Наука, 1969. - 420 с.
4. Веляев Н.М. Сопротивление материалов. - М.: Наука, 1965. - 856 с.
5. Лобанов В.А. Моделирование льда в задачах с конечноэлементной постановкой // Электронный журнал «Дифференциальные уравнения и процессы управления» (ISSN1817-2172). - 2008. - № 1. - Россия, Нижний Новгород. - С. 32-46.

Получено 5.08.2014

---

УДК 623.437.4

**В.М. Зуев**

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

#### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В МИРЕ И В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

В 1905 году уроженец Бельгии Генри Пайпер изобрел и запатентовал гибридную схему для авто, использующую вместе с бензиновым мотором электромотор. Реально созданное и передвигающееся гибридное устройство (Lohner Electric Chaise) было создано немцем Фердинандом Порше, оно приводилось в движение несколькими электрическими



моторами и двигателем внутреннего сгорания, объединенным с генератором, производившим электричество.

Позднее более дешевые классические авто и конвейерная система Генри Форда вытеснили нововведения конструкторов, а гибридные авто стали только экспонатами музеев. Но постоянный рост цен на нефть и газ в 70-е годы двадцатого века, а также усиление требований к экологическим характеристикам автомобилей вынудили разработчиков снова заняться разработками экологичного и экономичного средства передвижения. Тут-то и понадобились давно забытые идеи конструкторов гибридных авто. В это время в западной Германии появились европейские гибридные автомобили производства «Volkswagen». В 90-е годы концерн «Toyota» также серьезно занялся разработкой максимально экономичных автомобилей с низкими показателями загрязнения окружающей среды. В 1997 году на японском рынке появилась первая гибридная машина Toyota Prius. По версии журнала «Forbes» Toyota Prius входит в десятку автомобилей, изменивших мир и самых продаваемых гибридных автомобилей в мире. Только за год компания продала более 20 тысяч таких автомобилей, а по итогам 2013 года - было реализовано 374 тысячи.

В моде на гибриды даже есть своя доля патриотизма, скрытая под капотом универсальной покупки, позволяющей экономить. Однако в каждой стране к машинам с электротопливными тяговыми установками относятся по-разному. Возьмем, к примеру, американцев. У них имеется своя точка зрения на экологию их государства и мира в целом. Сейчас в стране действуют серьезные экологические нормы, которые стимулируют разработчиков автомобилей делать безопасные машины и распространять их не только в масштабах государства, но и мира в целом. Еще не так давно новое, неизведанное пугало американцев. Несколько лет назад, когда на рынке страны появились первые Toyota Prius, большинство жителей США относились к ним с опаской. Кто-то остерегался непредвиденных поломок и затрат, кого-то смущала еще ничем не оправданная дороговизна. Тем не менее, сегодня в Соединенных Штатах продается больше гибридных авто, чем где-либо в мире, по улицам колесят гибридные купе, внедорожники и даже автобусы не только от японских разработчиков, но и родных «General Motors», «Ford». Популярностью пользуются мощные и большие машины, такие, как Mercury Mariner.

Европейский рынок вступил в век гибридизации немного иначе. Дело в том, что на дорогах стран Старого Света очень распространены автомобили с дизельными двигателями. Вместо огромных и прожорливых американских «вездеходов» здесь колесят экономные малолитражки, которым преимущества гибридизации, казалось бы, и не нужны вовсе. Зачем европейцу переплачивать за дорогой бензиново-электрический агрегат и ломать голову в поисках сети сервисных центров? Но так думает лишь определенное число владельцев авто. По данным компании «Toyota», в последнее время все большее количество состоятельных людей готовы стать владельцами машин с бензиново-электрическим приводом. Нельзя не отметить грамотный ход маркетологов японской компании, которые помимо семейных и слегка простоватых Prius пустили на дороги Европы красивые и статусные гибридные авто Lexus. Так что, можно ждать подобных ходов от автопроизводителей разных стран с целью еще более популяризировать гибриды.

Гибридные автомобили не однотипны. Полными гибридами (Full Hybrid) называют автомобили, в которых используется последовательно-параллельная схема в составе двигателя внутреннего сгорания (ДВС), генератора и электродвигателя. В зависимости от условий движения электродвигатель может работать без участия ДВС при наличии блока

аккумуляторных батарей, возможна совместная работа и бензинового, и электрического двигателя. ДВС также может функционировать и без участия электродвигателя, при этом подзаряжается блок аккумуляторных батарей. Упрощённо принцип движения автомобиля-гибрида можно представить так: двигатель внутреннего сгорания приводит в действие генератор, который питает блок аккумуляторных батарей; аккумуляторные батареи питают электродвигатель; электродвигатель приводит в движение колёса. Аккумуляторные батареи накапливают энергию для работы электродвигателя. Таким образом, автомобиль может некоторое время двигаться без участия двигателя внутреннего сгорания. Аккумуляторные батареи в гибридных автомобилях подзаряжаются также с помощью системы рекуперативного торможения.

Существует и такой тип, как умеренные гибриды (Mild Hybrid). Их принцип действия основан на параллельной схеме работы электродвигателя и ДВС, при которой оба двигателя могут функционировать как самостоятельно, так и совместно, также разрабатываются серийные легковые автомобили с последовательной гибридной схемой, они называются Plug-in Hybrid (подключаемый гибрид).

Будущее гибридных легковых автомобилей в Казахстане определяется факторами как сходными с общемировыми, так и специфическими. Преимущества гибридов, которые определяют положительную динамику рынка, следующие:

- экономичность в городском режиме движения: экономия составляет от 15 до 40 % топлива в условиях частых стартов и торможений. Экономичность определяется использованием менее мощного ДВС, чем в обычном автомобиле;
- возможность двигаться только с помощью электродвигателя;
- рекуперативное торможение;
- объём вредных выбросов при эксплуатации гибридных автомобилей на 30 % меньше, в сравнении с автомобилями с ДВС.

Электромобили заведомо проходят любые тесты по экологическим нормативам для автотранспорта, включая всё более и более ужесточённые в будущем.

В ряде стран, в которых транспортный налог взимается с учётом объёма вредных выбросов, владельцы гибридных автомобилей имеют налоговые преимущества и льготы. В то же время, для гибридных автомобилей характерен ряд серьёзных недостатков как с точки зрения производителя и продавца, так и потребителя:

- гибридные автомобили технологически сложнее обычных, что сказывается на цене ремонта и запчастей;
- существенная поломка может привести к отказу от пользования гибридным автомобилем в принципе;
- слаборазвитая сеть специализированных станций для подзарядки, дозаправки и сервиса;
- сложности использования аккумуляторных батарей - вес, транспортировка, подзарядка и др.;
- вероятность поражения электротоком водителя и пассажиров в случае ДТП.

В обозримом будущем возможен дефицит редких материалов, используемых в производстве высокотехнологичных электрогенераторных узлов. В настоящее время гибридный автомобиль обходится покупателю существенно дороже, чем обычный с ДВС, причём ценовая разница между ними выше, чем за рубежом. Поэтому определённая популярность гибридных автомобилей на авторынке характерна пока лишь для премиального сегмента.

В то же время дефицит углеводородного топлива не тревожит наших автомобилистов настолько сильно, как, например, западноевропейцев. Как следствие, в Казахстане есть некоторое количество покупателей гибридных автомобилей - очень небольшое по сравнению с покупателями традиционных автомобилей, но достаточное для того, чтобы зарубежные автопроизводители ввозили в страну на продажу новые модели гибридных автомобилей.

С середины 1990-х годов в ряде развитых зарубежных стран на общегосударственном или городском уровне была осуществлена так называемая «Зелёная налоговая реформа», в результате которой владельцы гибридных автомобилей получили заметные налоговые льготы. Так, в Лондоне они освобождены от уплаты годовой пошлины в £2 тыс. В Ирландии для легковых гибридов наполовину снижена ставка ежегодного регистрационного сбора, это около €2,5 тыс.

В Казахстане покупать гибридное авто или электромобили пока невыгодно, так как государство никоим образом не поощряет использование подобных автомобилей. И это действительно странно! Когда человек покупает гибрид, он изначально платит больше. Так как машина сложнее, то он будет вынужден сталкиваться с более сложным ремонтом. Но в отличие от стран запада, где субсидии на гибриды и на электромобили составляют до пяти тысяч евро на каждое авто, у нас в стране такого нет. В Германии, к примеру, если вы покупаете гибрид, то на него снижается до минимума транспортный налог. В целом же Европа и Америка поддерживают гибриды и электромобили.

Основным преимуществом автомобилей на альтернативном топливе, в частности гибридов и электромобилей, является экономия на топливе и отсутствие вредных выхлопов. Эксперты отмечают, что в других странах чаще всего гибриды и электромобили закупают корпорации для своих сотрудников в целях экономии. Но в Казахстане, принимая во внимание отсутствие поддержки, а также «рваный городской ритм езды», экономия на бензине настолько мизерна, что покрыть расходы на такой автомобиль невозможно. Помимо этого, в Казахстане владельцы гибридов и электромобилей могут столкнуться с неудобством в их эксплуатации, и чтобы такое авто было эффективным и позволяло экономить, нужна хорошая сеть электрозаправок. Хорошо, если ваш электромобиль вы можете заправить в частном доме, но от обычных розеток (220 вольт) он заправляется очень долго, а специальных трехфазных розеток практически нет нигде. В налоговом департаменте Алматы уточнили, что на сегодняшний день вопрос о том, чтобы уменьшить сумму транспортного налога для автомобилей, которые работают на альтернативном топливе или мало потребляют ГСМ и, следовательно, меньше загрязняют воздух, не рассматривался. В перспективе, если количество гибридов и электромобилей возрастет, то, возможно, будет создан новый регламент и механизм расчета налога на транспорт будет пересмотрен.

Между тем, в департаменте бюджетной и налогово-таможенной политики Министерства экономического развития и торговли Казахстана уточнили, что на сегодняшний день налог на транспорт рассчитывается в месячных расчетных показателях, исходя из объема двигателя и загрязнения - неосновная причина расчета транспортного налога. Факторы потребления ГСМ и загрязнения атмосферы тоже сюда входят, но в основном считается, что чем больше объем двигателя, тем более дорогое у вас авто. Это, так называемый, «налог на роскошь». Однако в министерстве также отметили, что к ним уже обращались владельцы гибридов с вопросом: «Мое авто меньше загрязняет атмосферу, так почему я должен платить как все?», но пока изменений в налоговой политике не предвидится.

По мнению главы департамента энергетики и окружающей среды Республики Казахстан Станислава Кима владельцам более «экологически дружелюбных» транспортных средств необходимо давать преференции. Это могут быть низкие налоговые ставки, сниженные таможенные пошлины, а также льготные условия страхования и преференции при техосмотре. Эксперт считает, что необходимо создать все предпосылки для того, чтобы люди были заинтересованы в приобретении экологически чистых видов авто. «В других странах люди покупают гибриды не только по причине своей любви к экологии, но и из-за экономии. У нас стоимость бензина, условно, относительно тех рынков, с которыми мы себя сравниваем, достаточно низкая. Поэтому такой добровольный стимул - переход на гибридные авто - у наших людей еще не сформировался. Но если государство сделает такие вот льготы на гибридные авто, это в некотором смысле продвинет нас к общемировым трендам», - рассказал Ким.

С ним солидарен казахстанский независимый автомобильный эксперт Игорь Павленко. По его словам, сейчас в Казахстане нет смысла покупать гибридные авто. «На них нет никаких преференций, а стоят они, как машины премиум-класса. Поэтому в наших реалиях это просто дорогая игрушка», - отметил эксперт. В качестве примера, чтобы повысить интерес казахстанцев к экологически чистым видам транспорта, Павленко предложил ввести нулевую ставку таможенной пошлины на гибридные авто.

Более скептически к этому относится президент общественного объединения «Общая Дорога» Арсен Шакуов. По его мнению, введение льгот на гибридные авто в Казахстане – «идея хорошая», но лишь в долгосрочной перспективе. «Пока у наших автомобилистов голова забита другими заботами: качественный бензин, дороги и так далее», - сказал Шакуов. Льготы на гибридные авто - одна из самых обсуждаемых тем в Казахстане. Между тем, стоит отметить, что в утвержденном правительством плане мероприятий по реализации «Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» на 2013 - 2020 годы» об электромобилях и гибридных авто говорится не раз, поэтому стартовое производство электромобилей в Казахстане можно ожидать уже в 2016 году, т.е. эта задача, поставленная Главой государства, очень своевременная, поскольку на сегодняшний день электромобили в мире получают большое распространение. В этом направлении работают все самые крупные автомобильные компании, и, несмотря на эксперименты в области других источников энергии для ДВС, водородного транспорта, тренд гибридных автомобилей в мире очевиден. «С точки зрения создания инфраструктуры это, безусловно, процесс, требующий определенного времени. Но здесь есть достаточно серьезные перспективы - помимо экологических аспектов, это и аспекты экономии топлива и сервисного обслуживания, - убежден бизнесмен. - Задача по подготовке к ЭКСПО-2017 всей инфраструктуры и по началу производства гибридных и электромобилей вполне реализуемая».

Глава одного из крупнейших на сегодняшний день заводов (АО «АгромашХолдинг») А. Лаврентьев рассказал, что они начинают этот вопрос прорабатывать. В ближайшее время будет проведен ряд встреч, в том числе с иностранными партнерами, по вопросам как производства, так и строительства инфраструктуры для обслуживания и эксплуатации электрических автомобилей. Весь переговорный процесс, по его мнению, может занять около года, и еще год необходим для выбора модели автомобиля и установки линии производства. «Думаю, вполне реально за 2-2,5 года создать всю инфраструктуру для электромобилей. То есть в 2016 году увидеть казахстанский электромобиль – задача ам-

биниозная, но возможная», - поведал А. Лаврентьев. Акцент в плане инфраструктуры в ближайшее время, по словам бизнесмена, особо будет сделан на крупных центральных городах, обозначенных Главой государства, а именно Алматы, Астане, Шымкенте, Актобе. Стоимость электромобиля казахстанского производства, как пояснил глава «Allur Auto», будет зависеть от бренда и производящей компании. Для этого, по его словам, предстоит изучить рыночный спрос и интерес населения к этим автомобилям. В своем Послании, озвученном 17 января 2014 года, Глава государства обратил внимание на необходимость создания условий для перевода общественного транспорта на экологически чистые виды топлива, внедрение электромобилей и создание для них соответствующей инфраструктуры.

#### Список литературы

1. За рулем: Автомоб. журн. - 2014, № 5.
2. В мире науки: Науч.-информ. журн. - 2007, № 2.
3. В мире науки: Науч.-информ. журн. - 2006, № 8.
4. Иванов А.М. Основы конструкции автомобилей / А.М. Иванов, А.Н. Солнцев. - М.: «Книжное издательство «За рулем», 2005. - 336 с.
5. Ваджинов О.В. Гибридные автомобили. Иллюстрированное руководство / О.В. Ваджинов, О.П. Смирнов. - Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2008. - 325 с.

Получено 10.07.2014

---

УДК 625.8

**С.Н. Қиялбай, Д.Ә. Мухаметчанова, Н.А. Бекмұратов**

Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол академиясы, Алматы қ.

#### ҚАЗАҚСТАН АВТОЖОЛ САЛАСЫН БАСҚАРУДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІ МЕН ОНЫҢ ДАМУ КЕЗЕҢДЕРІ: САРАПТАМАЛАР МЕН ШІКІРЛЕР

Қазақстанның автожол саласын дамыған елдер қатарына жеткізу мәселесі елімізді дамытудың 2050 жылға дейінгі стратегиялық жоспарындағы маңызды бағыттардың бірі ретінде белгіленді. Бүгінде аталған стратегияға сәйкес қойылған міндеттерді жүзеге асыру жолында Қазақстанның автомобиль жолдарын мемлекеттік басқару жүйесін, ондағы құқықтық ұйымдастыру, кадрлық мәселе, жол құрылысы мен күтіп-баптау жұмыстары мен онда қолданылатын технологиялық материалдардың сапасын қадағалайтын арнайы мамандандырылған жүйе мәселесін қайта қарап, жетілдіру мәселесі тұр.

Бүгінде, әлемдік деңгейде қарайтын болсақ, автожол саласын құруда оның басқару жүйесі ең шешуші рөл атқаратындығы белгілі. Өйткені оның алыс және жақын шетелдермен интеграциялық байланысты нығайтуда экономикалық және жүк тасымалдаушылық, яғни нарықтық қатынастық маңыздылығы бірінші жоспарда тұрады. Сол себептен де еліміздегі автомобиль жолдары торабының бүгінгі және болашақтағы жағдайы жоғарыда аталған талаптарға сайып келуі көзделеді. Бұл арада қай елдің болмасын макроэкономикалық көрсеткіштері атқарушы орын алады, айталық, елдегі бюджеттік жоспар, ішкі өнімдердің көлемі, табиғи және өндірістік өнімдер көлемі, халықтың еңбекпен қамтамасыздығы және басқалар. Мысалы, Ресей Федерациясында Көлік министрлігінің Федералды жол агенттігі Ресей жол шаруашылығының әрбір кәсіптік орындарды кем дегенде 20 жұмыс орнымен қамтамасыз етуге мүмкіндік тудырады [1, 2].

Сол сияқты АҚШ федералдық экономикалық комиссиясы Американың барлық экономикалық өнеркәсіптеріндегі еңбек өнімділігін арттыруға жалпы бюджеттен ең кемі 25 % мүмкіндіктер қарастырады екен. Әлемдік даму банкінің көрсеткіштеріне сүйенетін болсақ, онда автомобиль жолдары күтілімінің жоспарлы қаржыландыруы толық орындалмауынан немесе оның басқа мақсаттарға жұмылдыруына байланысты салада туындаған шығындар күрт өсіп, елдің ағымдық экономикалық үнемділігіне өз тарапынан 2-3 еседей тежеулер туындататындығы анықталған. Төменде басқару жүйесінің шетелдік және отандық тәжірибелерін сұрыптау нәтижесінде анықталған негізгі бағыттар (индикаторлар) келтірілген:

1. Дамыған елдердің практикасы бойынша өндірістік-экономикалық жағдайлардың өсуіне бюджеттік жоспарлау істерінің көлемі мен оның мақсатқа сай қолданылуы автожол саласының (басқа да салаларда) мемлекеттік бағдарламасының бас механизмі болып табылады. Сондықтан *бюджеттік жоспарлау істері* автожол саласын басқарудың басты индикаторы болып табылады.

2. Жол басшылығының негізі ретінде жол шаруашылығының қоғам маңыздылығын анықтауда және оның тиімді пайдалануында үш тиекті бағыттар анықталады (1-сурет):



1-сурет – Автожол саласын басқарудағы қаржыландыру механизмінің орындалу бағыттары

– *экономикалық бағыттың мақсаты* – өнімдер өндіру мен оларды тарату жолына көліктік құрамға қатысты шығындарды мүмкіндігінше азайту; жүк тасымалдаушылар мен жүк қабылдаушылар арасындағы бәсекелестікті нығайту; жүк пен көлік құралдарының сақталуын жетілдіру; біртұтас экономикалық кеңістік құру арқылы елдің экономикалық қауіпсіздігін жетілдіру.

– *әлеуметтік бағыттың мақсаты* – автомобиль жолдарындағы қозғалыс және экологиялық қауіпсіздіктерді сақтау; автомобиль жолдары аумағында тұратын халықтың тұрмыстық және салауаттылық өмірін нығайту.

– *саяси бағыттың мақсаты* – жағдайлы халықаралық беделдікті (имиджді) тұрақты ұстап тұру; халықаралық көліктік дәліздерді жетілдіру; әлемдік экономикамен сабақтасқан интеграциялық әрекеттерді дамыту.

3. Автожол саласын басқарудың тағы бір негізгі индикаторларының бірі – ол Қазақстанда тәуелсіз мемлекеттер достастығы (ТМД) елдерімен көліктік қатынас бағытында *интеграциялық қарым-қатынас құру*. Мұнда жүк және жолаушылар тасымалына экономикалық, әлеуметтік, саяси және өндірістік тұрғыда реттеулер жүргізіліп, автожол ауқымында инфрақұрылымдық объектілер дамытылу үстінде. Бұл арада басты мәселе автожол шаруашылығындағы өндірістік инфрақұрылымның дамуы болып табылады. Өйткені Қазақстанның Еуразия континентінде алып жатқан орны осы мәселенің кіндік тамыры болып саналады. Батыстан (Еуропа елдерінен) Шығысқа (Қытай, Монғолия, Батыс Ресей т.т.) дейін салынып жатқан «Батыс Еуропа–Батыс Қытай» автожолының Қазақстан территориясынан өтуі осы интеграциялық байланысты одан ары дамытуда орны ерекше. Сонымен қатар «Солтүстік–Оңтүстік», «Шығыс–Батыс» халықаралық көліктік дәліздер жоғарыда аталған елдер мен Қазақстан

арасындағы жүкқайналым көлемін өсірін, республикамыздың нарықтағы орнын одан ары маңыздата түсуде. Осы орайға сәйкес «Батыс Қытай – Батыс Еуропа» автожолы арқылы Батыс Еуропа елдері мен Ресей, Беларусь, Қазақстан, Қытай елдерінің экономикалық байланыстылығының нығая түсетіндігін атап өткен жөн.

4. *Сапа және кадр мәселесі.* Бүгінде Қазақстан Республикасындағы автожол торабының жалпы ұзындығы 128 мың шақырымды құрайды, солардың ішінде жалпы пайдаланымдағы жолдар 85,5 мың шақырымды, ал ведомстволық жолдар 42,4 мың шақырымды құрайды. Жалпы пайдаланымдық жолдар құрамындағы республикалық маңыздылықтағы жолдардың көлемі 23 мың шақырымға жетіп отыр, ал солардың 11,3 мың шақырымы халықаралық көліктік дәліздердің еншісінде, ал жергілікті жолдардың үлестік деңгейі 62,2 мың шақырым [1].

Сонымен қатар халықаралық көліктік дәліздерді салып, оның техникалық және пайдаланымдық сапасының әлем нормативтеріне сәйкес келуінде атқарылар істер Қазақстанда соңғы 7 жылда (2006 жылдан бастап) ерекше орын ала бастады. Бұл арада үш мәселені ерекше атаған жөн:

1) Қазақстан автожол саласында «Облжолзертханасы» мемлекеттік мекемелердің құрылуы және оның зертханалық және нормативтік базасының қайта жабдықталуы (2-сурет);



а



ә



б



в

2-сурет – Ғылыми-өндірістік зертханалар: а – «ҚазжолҒЗИ» АҚ Қарағанды жолдарындағы эксперименттері; ә – «Қызылордажол зертханасы» мемлекеттік мекемесінің зертханасы; б – «ҚазжолҒЗИ» АҚ зертханасы; в – «Ақмолажолзертханасы» ММ мен «ҚазжолҒЗИ» АҚ зерттеушілерінің бірлесе сынақ өткізу сәттері



2) жол құрылысы мен құрылыс материалдарын қабылдаудағы нормативтік базаның кең ауқымды жолға қойылуы. Мұнда Қазақстан стандарттары (автожол құрылысы мен күтіліміне қатысты) жаңа техникалар мен озық технологияларға сәйкес келетін халықаралық стандарттармен үйлестірілуі;

3) жол-құрылыс компанияларының кәсіби деңгейі мен техникалық базасына талаптардың күшеюі (3-сурет).



а



ә

3-сурет – Қызылорда қаласындағы «УАД» ЖШС өндірістік базасы:  
а – асфальт-бетон зауыты, ә – битум сақтау қоймасы

Бұл арада Қазақстанның автожол саласындағы мамандану саясатын айтпай кетпей болмас. Қазақстан автожол саласында 2005 жылға дейін барлығы 18 мың жол еңбеккерлері қызмет атқарды, оның 30 %-ы инженерлік-техникалық еңбеккерлер [1], ал 3470-тей жол еңбеккерлері «Қазақавтожол» республикалық мемлекеттік мекемесінің (РММ) еншісіне тиесілі, ал сол жылдарда Қазақ көлік және коммуникация министрлігінің Көліктік инфрақұрылымды дамыту (бүгінгі автомобиль жолдары) комитетінде кадрлар мен қызметкерлердің саны шамамен 80-ге жетті. Бұл арада Автожол комитетінің облыстық департаменттері есепке алынбаған.

5. *Басқару жүйесі.* Қазақстанның автожол саласын басқару құрылымы бірнеше рет өзгерістерге ұшырады. Өткен ғасырдың 90-шы жылдарының басында саланы орталықтан басқаруды тапсырыс беруші мердігердің қызметін біріктірген Автомобиль жолдары министрлігі жүзеге асырған болатын. Автомобиль жолдары министрлігіне автожолдарды күтіп-баптау, жөндеу, дамыту, жол құрылысы материалдарын өндіру және өңдеу, техникаларды жөндеу, жобалау және ғылыми-зерттеу жұмыстары жөніндегі барлық инфрақұрылым қараған болатын [2].

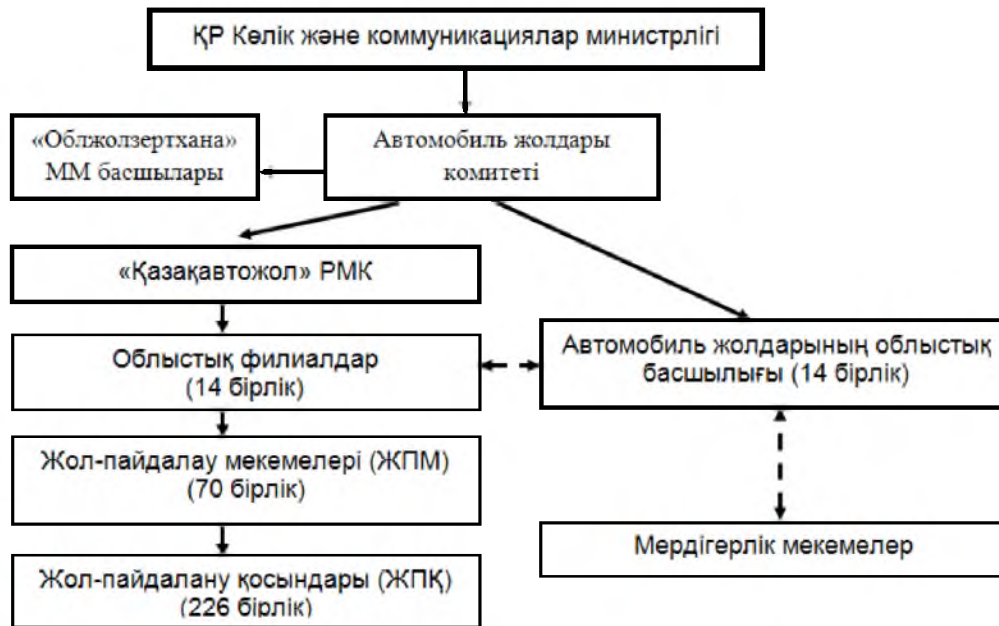
1993 жылы жекешелендіру процесінің басталуына байланысты «Қазақстан Жолдары» мемлекеттік акционерлік компаниясы құрылды. Оған автомобиль жолдарын мемлекеттік басқару қызметі, соның ішінде тапсырыс беруші және жол қорына қаражат жинау қызметі тапсырылды.

Тапсырыс беруші мен мердігер қызметін бөліп беру, мемлекеттік қаражатты тиімді пайдалану, бәсекелестікті дамыту және құрылыс жұмыстарының сапасын арттыру үшін жергілікті өкілетті және атқарушы органдармен өзара әрекеттесу арқылы автожол шаруашылығын мемлекеттік реттеуді жүзеге асыратын орталық атқарушы орган болып 1995 жылы Көлік және коммуникациялар министрлігі белгіленді, оның құрамында бір жыл бұрын Автомобиль жолдарының департаменті құрылған болатын.



Келесі кезеңде «Жол саласының кейбір мәселелері туралы» Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2000 жылғы 14 қазандағы №1527 қаулысымен мемлекеттік басқару қызметі Автомобиль жолдары және инфрақұрылымдық кешен құрылысы комитетіне (АЖЖИҚК) жүктелді. Осы қаулы бойынша «Қазақавтожол» республикалық мемлекеттік кәсіпорны (РМК) бір көзден қаржыландыру арқылы жалпы пайдаланымдағы республикалық маңызды автомобиль жолдарын күтіп-баптау, көғалдандыру және ағымдағы жөндеу бағытындағы жұмыстарды атқаруға негізгі мердігер деп белгіленді.

4-суретте Қазақстан Республикасы автожол саласының 2006-2012 жылдардағы құрылымдық үлгісі келтірілген [4].



4-сурет – Автожол саласын басқару құрылымы

«Жол саласын реформалау мәселелері» туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2000 жылғы 12 ақпандағы № 227 қаулысымен АЖЖИҚК (бүгінде автомобиль жолдары комитеті, қысқаша АЖК) 14 облыстық аумақтық органдары (басқармалары) ұйымдас-тырылды. АЖК облыстық басқармалары жол жұмыстарын жоспарлайды, тендерлер өткізеді, жұмыстарды қабылдауды ұйымдастырады. АЖК бас басқармасының ұйымдас-тыру құрылымы сызықтық-қызметтік болып табылады, оның 2001-2006 жылдағы құры-лымдық үлгісі 5-суретте келтірілген.

Сол 2006 жылдан бастап АЖК құрылымына елеулі өзгерістер мен ықшамдаулар енгізіліп, құрылымындағы мемлекеттік сатып алу, экономикалық жоспарлау, қаржылан-дыру, бухгалтерлік есеп және есеп беру басқармалары тікелей министрліктің басшылы-ғына өтті. Аумақтық басқармалар комитет құрылымында сақталып, дивизиялық түрдегі ұйымның белгілерін құрады (6-сурет) [1].



5-сурет – «Қазақстан жолдары» АҚ құрамы

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2013 жылғы 1 ақпанда бекітілген № 79 қаулысы бойынша Қазақстан автожол саласында «ҚазАвтоЖол» мемлекеттік жүйедегі акционерлік қоғамы құрылды. Оның капиталына «Астана–Щучинск» автодаңғылындағы төлемдік жүйе енгізілді. Бүгінде Қазақстанның республикалық маңызды барлық жолдарындағы жөндеу-күту, қайта салу жұмыстары мен жол бойындағы инфрақұрылымдардың өрістеуі FIDIC механизмінің аналогына сәйкес аталмыш қоғамның бақылауына өткізілуде. Ал жоспарлау, қаржыландыру, автожол саласындағы техникалық саясат, нормативтік қамтамасыздандыру және бақылау істері толығымен Автомобиль жолдары комитетінің басшылығында қалады. Бұл құрылымдық жүйе 5-суретте келтірілген басқару механизмінен әлдеқайда өзгеше және атқарылар істер барынша терең бекітілген үлгі.



6-сурет – Автомобиль жолдарының облыстық департаменттерінің құрылымдық үлгісі

Автожол саласын басқарудың соңғы үлгісі Қазақстан Республикасы Президентінің биылғы жылғы жолдауында ерекше орын алды. Онда АЖК құрамындағы бұрынғы 14

облыстық басқармалар жаңадан құрылған «ҚазАвтоЖол» АҚ құрамына территориялық департаменттер болып қайта жасақталды. «ҚазАвтоЖол» АҚ Ұлттық басқару органы ретінде ағымдағы жылы «Автожол саласын реформалау» Заңы күшіне енгеннен кейін толыққанды өз әрекетіне көшеді.

Қазақстан Республикасының автожол саласы бүгінде өз дамуының алғашқы кезеңдерін басынан өткізіп, онда еліміздің халықаралық көліктік дәліздері анықталды және оларда халықаралық стандарттарға сәйкес үйлестірілген озық технологиялар мен жаңа шетелдік материалдар кеңінен пайдаланылуда. Басқару жүйесі мен жол-шаруашылық мекемелерінде кадр саясаты өте қарқынды жолға қойылған. Нормативтік базалар мен жол-құрылыстық технологиялар мен материалдардың сапасын қадағалау жолында «Облжолзертхана» мемлекеттік мекемелері құрылып, Қазақстанның 4 аймағында оқу орталықтары ашылған. Сонымен қатар, «Қазақстан Республикасының көліктік стратегиясының 2015 жылға дейінгі дамуы» бағдарламасына сәйкес автожол саласында ақылы жолдарды енгізу мен жол инфрақұрылымын дамыту тәжірибелері де қолданысқа енді.

Дегенмен, автожол саласында фундаменталды ғылым мен инновациялық жобаларды жетілдіру бағыттары біраз кенжелеп тұр. Қазақстанның жол ғылымының жетістіктері бүгінге дейін әлемдік ареналарға әлі шыққан емес. Сонымен қатар жол-пайдалану жұмыстарын басқару жүйесі де өз орнын тиянақты таба алмай отыр. Автомобиль жолдары бойындағы инфрақұрылымдардан мемлекеттік бюджетке түсетін түсімдерді біржүйелеу әдістемесі өз қажеттігін дәлелдегені қашан. Осының бәрін біржүйелеу жаңа құрылған «ҚазАвтоЖол» АҚ болашақ тапсырмаларының қатарына енуін қажет етеді.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Қазақстан Республикасы автожол саласының 2006-2012 жылдардағы дамуы туралы бағдарлама. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2006 ж. 9 желтоқсандағы № 1227 қаулысы.
2. Макконнелл К.Р. Экономика: принципы, проблемы и политика. – Пер. с англ. /К.Р. Макконнелл, С.Л. Брю. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 916 с.
3. Махашев Н.М. Казахстан эпохи Н. Назарбаева. – Алматы: Өлке, 2008. – 352 с.
4. Ермаков В.А. Казахстан в современном мире. – Алматы: Қаржы-қаражат, 2006. – 120 с.
5. Курс экономики: Учеб. / Под ред. Б.А. Райзберга. – М.: ИНФОРМ-М, 1997. – 720 с.
6. Научно-исследовательскому институту транспорта и коммуникаций 50 лет // Труды междунар. конф. – Алматы: ТОО «Принт-Э», 2006. – 312 с.

Получено 11.08.2014



УДК 691.2

**Е. Бейбітұлы, А.Н. Родин**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕНОВЫХ КАМНЕЙ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕЛКИХ (БАРХАННЫХ) ПЕСКОВ**

Одна из основных задач строительства в настоящее время – это увеличение объема производства строительных материалов. Положительную динамику развития Казахской экономики весьма наглядно демонстрирует пример строительной отрасли. Большое внимание уделяется жилищному строительству. Правительством принято решение о начале реализации программы жилищного строительства в Казахстане с 2005 года.

Строительный бум рождает огромный спрос на строительные материалы как основного использования (цемент, кирпич и так далее), так и отделочные и кровельные. Современные требования к качеству строительства жилых домов предопределяют применение новых и эффективных строительных материалов, соответствующих мировым стандартам. Казахстан располагает богатыми сырьевыми ресурсами, значительными производственными мощностями, рабочими и инженерными кадрами для обеспечения потребностей экономики в новейших строительных материалах, изделиях и конструкциях.

Силикатный кирпич – стеновой строительный материал, получаемый из прессованных известково-песчаных смесей обработкой их в автоклаве паром под давлением не менее 8 Атм.

Твердение смеси с получением прочности 10-25 МПа обуславливается химической реакцией между известью (оксид кальция  $\text{CaO}$ ) и песком (оксид кремния  $\text{SiO}_2$ ) с образованием гидросиликатов различного состава:  $\text{SiO}_2 \cdot \text{CaO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{CaO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2 \cdot 1,5\text{CaO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Высокоосновные гидросиликаты ( $\text{C:S} < 1$ ) придают изделиям стойкость при замораживании и оттаивании, а низкоосновные ( $\text{C:S} > 1$ ) – высокую начальную прочность и стойкость в агрессивных средах.

Наибольшее практическое значение в производстве силикатного кирпича имеют известково-кремнеземистые вяжущие. В качестве кремнеземистого компонента этих вяжущих обычно служат пески и суглинки, которые применяют как основное сырьё для изготовления силикатного кирпича. Высокая прочность силикатного кирпича, а также его стойкость во времени, получается при использовании для его изготовления составов, в которых соотношение  $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 0,6-0,7$ . Этот состав обеспечивает необходимое содержание в цементирующей связке высоко- и низкоосновных гидросиликатов кальция.

Целью настоящей работы является разработка рекомендаций по производству силикатного кирпича из местных материалов с использованием безграничных запасов барханых песков Зайсанского района Восточно-Казахстанской области.

Технологический процесс получения известково-кремнеземистого вяжущего состоит из следующих операций:

– дробление извести в молотковых или роторных дробилках до получения кусков размером 5-10 мм;

- объемное дозирование компонентов (песок, известь-кипелка) с точностью  $\pm 2\%$ ;
- помол в трубных мельницах.

Известково-кремнеземистое вяжущее должно удовлетворять следующим требованиям:

- содержание активных  $\text{CaO} + \text{MgO}$  -  $35 \pm 2\%$ ;
- остаток на сите 0,2 - не более  $1\%$ ;
- остаток на сите 0,08 - не более  $15\%$ ;
- удельная поверхность - не менее  $3\,000\text{--}4\,000\text{ см}^2/\text{г}$ ;
- влажность на выходе силоса - не более  $3,5\%$ .

В производстве силикатного кирпича вяжущее вещество получают совместным помолом извести и песка. При этом измельченный кремнезем при автоклавной обработке ускоряет процесс образования гидросиликатов кальция, повышается однородность вяжущего, увеличивается площадь контакта реагирующих веществ.

Известково-кремнеземистое вяжущее характеризуется активностью, то есть суммарным соотношением активных  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$ . Активность вяжущего определяется качеством извести и количеством песка. Оптимальное соотношение «известь : песок» должно находиться в пределах от 1:1 до 1:2. Для приготовления вяжущего используются пески карьерной влажности (не более  $7\%$ ). При наличии песков с большей влажностью перед мельницей необходимо устанавливать лопастную мешалку, где дробленая известь-кипелка перемешивается с влажным песком, за счет частичной гидратации извести происходит подушка песка и извести. Дозирование песка и извести для подачи на помол должно осуществляться весовыми дозаторами.

Для работы помольного агрегата с высокой производительностью необходимо вести равномерную подачу сырья и сохранять подобранный ассортимент мелющих тел.

Отдозированное вяжущее и песок подаются в заданном соотношении в смеситель сучого перемешивания непрерывного действия, затем смесь поступает во второй смеситель для дополнительного перемешивания, увлажнения и паропрогрева.

Ускорение гашения извести происходит при увеличении начального подогрева компонентов, для быстрогающейся извести достаточно подогреть воду до температуры  $45\text{ }^\circ\text{C}$ , среднегающейся -  $70\text{ }^\circ\text{C}$ , медленногающейся -  $55\text{ }^\circ\text{C}$ . Повышение температуры и скорости гашения можно достичь подачей пара в гасильный барабан. Наибольшая дисперсность извести обеспечивается при ее гидратации избытком воды в смеси с песком при температуре  $75\text{--}85\text{ }^\circ\text{C}$  в силосах периодического действия, где вяжущее вылеживается от 1 до 4 ч в зависимости от скорости гашения извести.

Сырьевую смесь для силикатного кирпича готовят по гидратной технологии, предусматривающей полное гашение извести до формования изделий.

Рекомендуется следующий состав сырьевой смеси, мас. %:

- вяжущее -  $14 \div 23$ ;
- песок -  $77 \div 86$ ;
- содержание активной  $\text{CaO}$  -  $5 \div 8$ ;
- суммарный расход воды -  $9 \div 12$ ;
- формовочная влажность -  $5 \div 8$ .

Расход извести на 1000 штук кирпича зависит от активности извести и заданной активности массы и может быть рассчитана по формуле

$$I = P_{см} \cdot A_{см} / A_{изв}$$

где  $P_{см}$  – расход смеси на 1000 штук кирпича, кг;  $A_{см}$  – заданная активность смеси, %;  $A_{изв}$  – заданная активность извести.

Ориентировочные расходы извести на 1 000 штук кирпича даны в табл. 1.

Таблица 1

Расчетный расход извести на 1 000 штук кирпича, кг

| Активность извести, % | Активность сырьевой смеси |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                       | 4                         | 4,5 | 5   | 5,5 | 6   | 6,5 | 7   | 7,5 | 8   | 8,5 | 9   |
| 60                    | 252                       | 283 | 315 | 346 | 378 | 409 | 440 | 472 | 504 | 535 | 566 |
| 65                    | 233                       | 262 | 291 | 320 | 349 | 378 | 407 | 437 | 466 | 495 | 524 |
| 70                    | 216                       | 243 | 270 | 297 | 324 | 351 | 378 | 405 | 432 | 459 | 486 |
| 75                    | 202                       | 227 | 252 | 278 | 303 | 328 | 353 | 378 | 403 | 428 | 454 |
| 80                    | 189                       | 212 | 236 | 259 | 283 | 306 | 330 | 353 | 378 | 400 | 424 |
| 85                    | 178                       | 200 | 222 | 244 | 267 | 289 | 311 | 333 | 356 | 378 | 400 |

Расход песка составляет: 3 400-3 500 кг (или 2,324 м<sup>3</sup>) на 1 000 штук кирпича.

При использовании известково-кварцевого вяжущего расход его в составе сырьевой смеси может быть рассчитан по формуле

$$P = (10P_c + 1,75) : 0,36,$$

где  $P$  – расход вяжущего в % от сухой смеси;  $P_c$  – требуемая прочность сырца, МПа.

Общий расход воды для получения сырьевой смеси влажностью 7 % составляет в среднем 13 % от массы смеси и распределяется таким образом: 2,5 % - на гашение извести, 3,5 % - на испарение при гашении, 7 % - на увлажнение смеси. Зависимость между отношением «вяжущее/вода» для кварцевых песков выражается формулой

$$P = 11,5(\text{вяжущее/вода} - 2) + 15 \text{ МПа.}$$

Это соотношение колеблется от 2 до 3,5. Ориентировочный расход воды на 1 000 штук кирпича дан в табл. 2.

Таблица 2

Расчетный расход воды для увлажнения сырьевой смеси на 1 000 штук кирпича

| Влажность песка, % | Расход воды при заданной влажности сырьевой смеси, % |     |     |     |     |
|--------------------|--|-----|-----|-----|-----|
|                    | 5,0  | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 |
| 3,0                | 74   | 92  | 111 | 130 | 148 |
| 3,5                | 55   | 74  | 92  | 111 | 130 |
| 4,0                | 37   | 55  | 74  | 92  | 111 |
| 4,5                | 18   | 37  | 55  | 74  | 92  |

В качестве кремнеземистого компонента и заполнителя использовался барханный песок месторождения «Таз құм», расположенного в Восточно-Казахстанской области в семи километрах к северу от села Қаратал Зайсанского района.

Песок испытан по СТ РК 1217-2003 «Песок для строительных работ. Методы испытаний». Оценка качества песка проводилась по ОСТ 21-1-80 «Песок для производства силикатного кирпича и изделий из автоклавных бетонов». Для получения кремнеземистого вяжущего использовалась строительная известь по ГОСТ 22688-77. Основные свойства извести определялись по ГОСТ 22688-77 «Известь строительная. Методы испытаний». Оценка качества извести проводилась согласно ГОСТ 9179-77 «Известь строительная. Технические условия».

Вяжущее было приготовлено совместным помолом извести и песка в различных соотношениях. Удельная поверхность вяжущего находилась в пределах 3 000-4 000 см<sup>2</sup>/г. Удельную поверхность кремнеземистого компонента в вяжущем определяли по методике СН 277-80 «Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона». Выбор опти-

мальности силикатной массы (вяжущее+песок) проведен посредством изготовления образцов-цилиндров ( $d=h=70$  мм). Критерием выбора состава являлась прочность при сжатии. Силикатная масса готовилась с активностью 7, 10, 12 %, гасилась в течение 2-3 ч, затем из нее методом прессования с усилием 15 МПа при формовочной влажности 7-10 % изготавливали образцы цилиндры, которые после двухчасовой выдержки загружались в автоклав. Режим автоклавной обработки 2+8+2 часа при давлении пара 0,8 МПа.

Песок месторождения «Газ құм» по зерновому и химическому составу соответствует требованиям ОСТ 21-1-80 на пески для производства силикатного кирпича, модуль крупности песка 1,0.

Химический состав песка (масс. %):  $\text{SiO}_2 - 76\div 80$ ;  $\text{CaO} - 1\div 2,0$ ;  $\text{MgO} - 0,8\div 1,5$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 2,5\div 3,3$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 6,0\div 8,5$ ;  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - 2,5\div 3,15$ ;  $\text{SO}_3 - 0,02\div 0,05$ ; п.п.п. –  $0,8\div 1$ ; содержание  $\text{SiO}_{2\text{своб}}$  –  $66\div 69$ .

Известь имеет следующие характеристики: содержание (масс. %)  $\text{CaO} - 75\div 78$ ,  $\text{MgO} - 1,32$ ; температура гашения –  $68\div 75$  °С; время гашения – 7-12 минут; содержание непогашившихся зерен –  $20\div 22$  %, известь 2 сорта, быстрогасящаяся, высокоэкзотермичная.

Вяжущее получали совместным помолом смеси (известь + песок) в различных соотношениях. Помол производился в шаровой мельнице. Удельная поверхность вяжущего –  $4\ 200\div 4\ 800$  см<sup>2</sup>/г, песка в вяжущем –  $800\div 2\ 400$  см<sup>2</sup>/г. Активность  $\text{CaO} + \text{MgO}$  (мас. %) –  $46\div 48$ .

Для назначения оптимального состава вяжущего и сырьевой смеси была проведена серия экспериментов, где активность вяжущего менялась от 30 до 50 %, а смеси – от 7 до 12 %. Влияние активности вяжущего на прочность образцов определялось при автоклавной обработке по режиму 2+8+2 ч при давлении пара 8 МПа. На основе проведенных исследований установлено, что оптимальным составом является вяжущее активностью  $35\pm 2$  %. Из этого вяжущего готовилась смесь активностью 10 %, содержание компонентов, массы %: вяжущего состава 1:1 (известь + песок) – 22, немолотый песок – 70, вода (контрольный состав).

На основании разработанных составов силикатной смеси получен силикатный кирпич М 100-150, плотностью –  $2\ 100$  кг/м<sup>3</sup>, морозостойкостью – не ниже F 25.

В данной работе были испытаны сырьевые материалы для изготовления силикатных камней, разработана сырьевая смесь для изготовления силикатных камней с использованием местного кремнеземистого компонента. Разработаны составы вяжущего, подобраны режимы для автоклавной обработки.

#### Список литературы

1. Вахнин Н.П. Производство силикатного кирпича / Н.П. Вахнин, А.А. Анищенко. – М.: Высшая школа, 1983. – 191 с.
2. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. – М.: Стройиздат, 1982. – 384 с.
3. Бутт Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимешев. – М.: Высшая школа, 1980. – 472 с.
4. Бутт Ю.М. Твердение вяжущих при повышенных температурах / Ю.М. Бутт, Л.Н. Рашкович. – М.: Госстройиздат, 1961. – 231 с.
5. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
6. Сапожников М.Л. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов / М.Л. Сапожников, Н.Е. Дроздов. – М.: Стройиздат, 1959. – 488 с.
7. Монастырев А.В. Производство извести. – М.: Высшая школа, 1975. – 223 с.
8. Воженев П.И. Технология автоклавных материалов: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 1978. – 368 с., ил.
9. ГОСТ 379-95 «Кирпич и камни силикатные».
10. ГОСТ 7076-99 «Материалы строительные. Методы определения теплопроводности».
11. ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые и облицовочные. Методы определения прочности при сжатии и изгибе».

12. ГОСТ 7025-91 «Материалы стеновые и облицовочные. Методы определения водопоглощения и морозостойкости».

Получено 14.08.2014

УДК 624.012

**А.Ф. Бернацкий**

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), г. Новосибирск

**Д.А. Тергенбаева**

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

#### РЕФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В СТРАНАХ СНГ

Разработка и введение Еврокодов связаны, в первую очередь, со стремлением Европейского сообщества минимизировать технические препятствия в торговле путем создания гармонизированных технических правил проектирования зданий и сооружений. Единые нормы подразумевают единый подход к критериям расчета и проектирования, установлению требований безопасности проектируемых объектов (по несущей способности, устойчивости, пожароопасности и т.д.). Национальные особенности, такие, как климатические условия, применяемые материалы и т.д., учитываются в национальных приложениях к Еврокодам.

Для учета климатических, геофизических, географических особенностей, уровней безопасности 27 стран ЕС разработали всего более 1 500 национальных приложений. В Белоруссии, например, при введении на альтернативной основе Еврокодов пришлось разработать более 600 национальных приложений и более 900 стандартов.

Например, для Еврокода ЕН 1992 «Железобетонные конструкции зданий. Проектирование, расчеты, параметры» установлено более 100 параметров, определяемых на национальном уровне. Это различные коэффициенты, величины усадки, ползучести бетона, толщина защитных слоев бетона для стальной арматуры в зависимости от среды эксплуатации и т.д. Кроме того, в Еврокодах применяются большие коэффициенты «при переходе от нормативных показателей к расчетным». Это ведет к удорожанию на стадии проектирования только по железобетонным конструкциям на 15-20 % за счет материалоемкости.

В Еврокодах даны самые общие требования к расчету фундаментов, в основном по типам сооружений. Отсутствуют требования к исходным данным и особенностям расчетов фундаментов на специфических и слабых грунтах. В европейских стандартах практически отсутствуют требования к технологиям выполнения инженерно-геологических изысканий, они изложены в национальных приложениях. В отличие от СНиП система Еврокодов не включает нормы проектирования зданий и сооружений разного функционального назначения (промышленные и гражданские, жилые, многофункциональные здания, гостиницы и т.п.), а также вопросы градостроительства, инженерных систем, тепловой защиты зданий, экономики, авторского надзора и др.

Принятие Еврокодов влечет за собой массу изменений в законодательных и подзаконных актах, относящихся не только к вопросам технического регулирования и стандартизации, но и к ценообразованию в строительстве, составлению сметной документации, созданию нового специализированного программного обеспечения, переработке и переиз-



данию всех учебных программ, пособий, технической литературы, переоснащению испытательных лабораторий, переподготовке специалистов и т.д.

В феврале 2010 года Правительством Республики Казахстан принята Государственная Программа форсированного индустриально-инновационного развития Казахстана на 2010-2014 годы. Однако быстрому развитию строительной отрасли препятствует устаревшая нормативно-техническая база, а это вызывает необходимость реформирования системы технического регулирования строительной отрасли. Кроме того, эта реформа определена необходимостью:

- интеграции строительной отрасли с европейской и мировой путем гармонизации нормативно-технической базы;
- совершенствования методов нормирования, стандартизации, оценки соответствия, надзора и контроля;
- устранения технических барьеров для реализации иностранных инвестиционных проектов;
- применения передовых зарубежных технологий и инноваций;
- повышения профессионального уровня отечественных специалистов и их конкурентоспособности.

На основании изучения и анализа опыта экономически развитых стран в Казахстане выбран поэтапный переход от предписывающего к параметрическому нормированию, которое четко определяет цели, функциональные требования и требования к рабочим характеристикам, акцентирует внимание на результатах, которые ожидается получить в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Реформа началась с разработки Технического регламента РК «Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий», утвержденного постановлением Правительства Республики Казахстан от 17 ноября 2010 года, № 1202. Аналогичные требования к безопасности зданий внесены в Закон «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан».

В 2010 году были разработаны СН РК EN, идентичные Еврокодам с Национальными приложениями и Инструкцией по их применению. Разработаны рекомендации по содержанию карты сейсмического зонирования территории Казахстана. Планируется разработать карты климатических параметров территории РК.

В 2011 году были разработаны 26 нормативно-технических пособий с примерами расчета с учетом национальных особенностей. Одновременно перерабатываются СНиПы по зданиям и сооружениям и инженерным системам в качестве СН и СП.

В 2012 году продолжается переработка 30 нормативно-технических пособий в развитие соответствующих СН РК EN. Поэтапно адаптируются ссылочные стандарты ISO и EN, необходимые для применения новых норм СН РК EN. Всего гармонизировано 92 ссылочных стандарта первого уровня. Предстоит гармонизировать ссылочные стандарты второго уровня.

Для практического применения норм СН РК EN в проектировании и строительстве планируется организовать с 2013 года теоретическое и практическое обучение преподавателей вузов, специалистов экспертных организаций, инженеров-проектировщиков и строителей. Министерство образования и науки Республики Казахстан решает вопрос по разработке программ для обучения в вузах страны студентов строительных специальностей.

В 2010 году идея внедрения Еврокодов в Российской Федерации, в качестве альтернативы российским сводам правил, воплотилась в конкретную Программу, которая была подготовлена с участием трех Национальных объединений и одобрена Коллегией Министерства регионального развития.

Данная Программа включила в себя не только работы по техническому переводу Еврокодов и разработке национальных приложений к ним, но также и создание учебных программ, проведение сопоставительных расчетов и внедрение множества поддерживающих Еврокоды европейских стандартов. С момента начала реализации Программы прошло уже более двух лет.

С 2010 года благодаря финансированию со стороны НОСТРОЯ были выполнены либо находятся на завершающей стадии переводы 44 частей Еврокодов, разработано 54 национальных приложения. Кроме того, проведено сопоставление требований Еврокодов с аналогичными требованиями российских нормативных технических документов. Организованы работы по сопоставительному проектированию различных конструкций. Работы по остальным 14-ти частям Еврокодов были выполнены Национальными объединениями проектировщиков и изыскателей. Для проведения указанных работ Национальные объединения привлекали ведущих ученых-экспертов, имеющих большой опыт в проектировании конкретных объектов. В работах принимали участие специалисты ЦНИИПСК им. Мельникова, МГСУ, НИЦ Строительство (ЦНИИСК, НИИЖБ, НИИОСП), а также другие научные и проектные организации.

В последние годы немало европейских проектировщиков участвовало в конкурсах на проектирование и строительство в России сложных и уникальных объектов. Как правило, в случаях, когда объекты были спроектированы по зарубежным нормам, всегда приглашались российские специалисты, которые корректировали эти проекты с учетом местных климатических и геологических условий. В ряде случаев слепое заимствование отдельных зарубежных, в т.ч. европейских нормативов приводило к обрушению некоторых конструкций и элементов зданий.

При применении Еврокодов без учета географических и климатических особенностей в России имели место серьезные аварии: в городе Кириши - обрушение верхнего покрытия резервуаров для хранения нефти, в Домодедово - полное обрушение металлоконструкций складского высотного комплекса, на Дмитровском шоссе в Москве - обрушение несущих стоек на крытой автостоянке гипермаркета «Метро».

Для того чтобы не допустить подобного развития событий, до начала использования Еврокодов необходимо провести ряд мероприятий, которые позволят сделать их эффективным инструментом в руках профессионалов.

Первое - это провести максимально широкое обсуждение уже переведенных Еврокодов и разработанных проектов национальных приложений. Это повысит информационную доступность профессиональных переводов и определит необходимость и достаточность национальных параметров, учитывающих специфику территории Российской Федерации. Для того чтобы реализовать эту задачу, необходимо использовать различные ресурсы.

Второе направление, предусмотренное Программой, - сопоставительное проектирование объектов по Еврокодам и СНиПам. Национальное объединение строителей проводит такую работу в 2012 году для 10 видов конструкций. НОСТРОЙ перевел новейшие методические пособия Европейского технического Комитета № 250 по расчету нагрузок на мостовые сооружения и сейсмостойкости на примере конкретных объектов.

Третьей важной проблемой, стоящей на пути внедрения Еврокодов, является перевод и внедрение Европейских стандартов на строительные материалы, методы испытаний и измерений. Уровень гармонизации российских национальных стандартов с европейскими уже достаточно высокий.

В то же время прямое введение Европейских стандартов на материалы и изделия требует обновления испытательной базы. Российские лаборатории должны иметь возмож-

ность проводить оценку соответствия современных материалов, изготовленных по европейским стандартам. Кроме того, некоторые материалы и изделия могут быть неприменимы для российских климатических условий. В этом случае варианты их замены должны быть определены в рамках испытаний.

Четвертая, не менее важная задача стоит и перед сферой образования. Российским строительным вузам предстоит обучать проектированию по Еврокодам не только студентов, но и работающих специалистов: проектировщиков, экспертов, работников органов строительного контроля и надзора.

Все эти, а также другие важнейшие вопросы должны быть решены в сроки, установленные Программой внедрения Еврокодов в качестве документов, альтернативных сводам правил, т.е. до 2015 года.

Основная функция Еврокодов заключается в совершенствовании единого европейского рынка строительных изделий и услуг, а также способствовании обеспечению установленного уровня качества продукции всеми странами сообщества. Введение Еврокодов повышает конкурентоспособность строительной отрасли стран ЕС по сравнению со странами, не входящими в Евросоюз.

Основные цели введения у нас Еврокодов – увеличить экспорт продукции и строительных услуг, повысить конкурентоспособность строительной отрасли и инвестиционную привлекательность республики, а также обеспечить более высокую степень надежности и долговечности конструкций, зданий и сооружений.

Еврокоды – это унифицированные стандарты, выполнение которых однозначно гарантирует надежность и долговечность продукции, а также функционирование единого европейского рынка. Однако нельзя говорить, что они лучше или хуже стандартов других регионов или даже стран.

В основу проектирования как в Еврокодах, так и в российских нормах заложен метод расчета конструкций по предельным состояниям, разработанный учеными СССР и применяющийся с 1955 года.

По российским нормам расчет ведется полuverоятностным методом в детерминированном виде. При этом учитывается изменчивость ряда используемых в нем параметров, в том числе: нагрузок – с помощью коэффициентов надежности по нагрузкам; прочности бетона и арматуры – в их расчетных и нормативных значениях; случайных эксцентриситетов – при помощи коэффициентов и т.д. При этом, выполнив все предписанные нормами расчеты, проектировщик не имеет представления о надежности, долговечности и запасах прочности созданной им конструкции.

В Еврокоде заложена оценка вероятности изменчивости учитываемых при расчетах параметров, то есть дается иная оценка частоты возникновения тех или иных воздействий, что является основной причиной несовпадения результатов расчетов по Еврокодам и по нашим нормам. При проектировании по Еврокодам сопротивление всем внешним воздействиям и иным влияниям должно обеспечиваться во время всего периода эксплуатации моста – 100 лет, а долговечность сооружения должна достигаться за приемлемую цену. Кроме того, не допускается последствий, несоизмеримых с величиной исходного воздействия.

На территории Беларуси с 01.01.2010 нормативы Евросоюза приняты в качестве стандартов. Европейские стандарты, регламентирующие правила расчета и проектирования зданий и сооружений, имеют статус технических кодексов установившейся практики (ТКП EN), кроме утвержденных в 2007 году основополагающих СТБ EN 1990 и СТБ EN 1991. Евростандарты, регламентирующие требования к продукции, методам испытаний, приняты в качестве государственных стандартов республики – СТБ EN.

В Беларуси в перспективе возможен полный переход на Еврокоды в строительстве. Еврокоды - это европейские стандарты в области проектирования, строительства, методика расчета конструкций. В Беларуси действует более 50 технических кодексов установившейся практики, аналогичных Еврокодам. Они регламентируют расчеты конструкций зданий и сооружений, включая геотехнические аспекты и вопросы огнестойкости, для всех видов строительных материалов. Это бетон и железобетон, стальные конструкции всех типов и другие виды материалов, применяемых в строительстве.

Система технического нормирования и стандартизации в области строительства на сегодняшний день в Беларуси претерпела серьезную реформу. Каждый третий документ, нормирующий работы в этой отрасли, гармонизирован с международными и европейскими стандартами. Изменился и сам порядок применения этих документов, а также возможность альтернативного решения любого проекта по зданиям и сооружениям. Для того чтобы эта работа шла еще более эффективно, белорусские проектировщики изучают международный опыт строительства по Еврокодам.

Получено 28.08.2014

---

УДК 624.011.2

**Е.П. Герасимов, А.Е. Раимханова**

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

**УТОЧНЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ НАГРУЗОК НА ПЕРЕКРЫТИЯ УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЙ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

Расчет любых строительных конструкций невозможен без знания действующих нагрузок. В соответствии со своей физической природой и влиянием на строительные конструкции все нагрузки делятся на постоянные и временные [1]. Наиболее хорошо изучены постоянные нагрузки. К таким нагрузкам относят вес строительных конструкций, засыпок и насыпей, стационарного оборудования. Высокий уровень изучения этих видов нагрузок объясняется, прежде всего, простотой их изучения: непосредственное взвешивание, определение через косвенные характеристики. Распределение постоянных нагрузок обычно хорошо описывается нормальным законом.

Временные нагрузки, в отличие от постоянных, изучены слабее в силу своих особенностей:

- большая изменчивость;
- зависимость от времени;
- большое разнообразие законов распределений, применяемых к ним.

В силу большого разнообразия временных нагрузок, их изучение было, остается и, видимо, всегда будет считаться актуальной задачей.

Среди временных нагрузок наиболее хорошо изучены снеговые, ветровые и крановые нагрузки. Временные нагрузки на перекрытия зданий (полезные нагрузки) являются наиболее распространенными и в то же время наиболее слабо изученными по причине их очень большого разнообразия. Имеется немного работ, посвященных изучению временных нагрузок на перекрытия [2-10]. Результаты данных исследований показывают на то, что в реальности значения временных нагрузок отличаются от значений, приведенных в

СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия». Это лишний раз доказывает необходимость изучения временных нагрузок на перекрытия.

Пожалуй, единственным верным способом получения достоверных данных о значениях временных нагрузок на перекрытия является натурное наблюдение. Для проведения наблюдения требуется определенное время. Одно из таких натуральных наблюдений было проведено в ВКГТУ им. Д. Серикбаева. Цель наблюдения состояла в уточнении значений полезных нагрузок на перекрытия некоторых учебных аудиторий. Для наблюдения были выбраны три аудитории: Г-2-415, Г-2-417 и Г-2-418. Наблюдение сводилось к фиксации положения мебели, количеству и расположению людей, а также к определению массы мебели и людей. Нагрузка от массы мебели и людей при их расположении на стульях передается на перекрытие в виде системы отдельных точечных ножек-опор, входящих в конструкцию мебели. Таким образом, фактическая нагрузка на перекрытие представляет собой систему сосредоточенных сил, расположенных по определенной схеме (в зависимости от расположения мебели и людей в помещении).

В ряде работ [2-7, 10] при определении значений временных нагрузок на перекрытия используется понятие «эквивалентная нагрузка». Под ней понимают равномерно распределенную нагрузку, усилия от действия которой совпадают с усилиями от действия фактически распределенной нагрузки. Именно нахождение значения эквивалентной нагрузки и является главной целью изучения полезных нагрузок. Использование данного понятия очень удобно, поэтому оно было использовано и в настоящем исследовании.

Для определения фактических усилий, а именно изгибающего момента, была предложена расчетная схема в виде двухшарнирной балки, загруженной действующими силами (рис. 1).

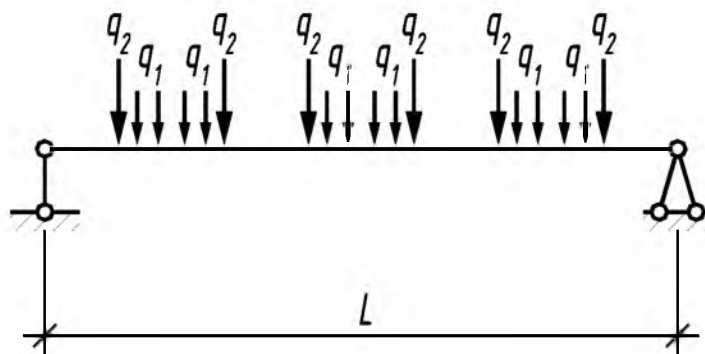


Рисунок 1 – Расчетная схема плиты:

$q_1$  – нагрузка от массы стульев и людей;  $q_2$  – нагрузка от парт

В качестве балки выступает плита перекрытия, а действующие силы – это фактическая нагрузка от мебели и людей. При определении усилия предполагалось, что по ширине плиты размещалась одна парта и один стул (рис. 2). Эквивалентная нагрузка определялась по формуле:

$$q_{\text{экр}} = \frac{8 \cdot M_{\text{ф}}}{\ell^2}, \quad (1)$$

где  $M_{\text{ф}}$  – фактическое значение изгибающего момента;  $q_{\text{экр}}$  – эквивалентная нагрузка;  $\ell$  – пролет плиты.

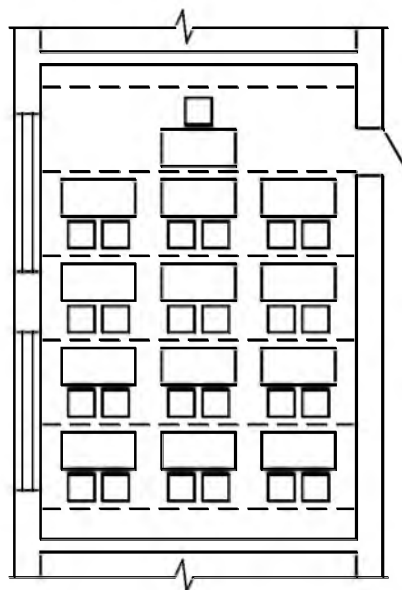


Рисунок 2 – К определению нагрузки на перекрытие.

Условные обозначения: - - - - контуры плиты; □ - парта; □ - стул

Для определения комбинаций значений и расположения действующих сил на плите перекрытия были проведены наблюдения в рассматриваемых аудиториях. Во время наблюдений фиксировались положения мебели и людей. Масса мебели была определена взвешиванием (см. табл.)

#### Результаты определения массы мебели

| Тип мебели | Среднее значение массы, кг | Среднее квадратическое отклонение, кг | Коэффициент вариации |
|------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Парта      | 12                         | 0,667                                 | 0,056                |
| Стул       | 4,8                        | 0,716                                 | 0,149                |

Среднее значение массы людей была принята на основе результатов исследования [11] и составляет 68 кг. Таким образом, зная значения массы мебели, людей и комбинации расположения нагрузки на плите перекрытия, были многократно вычислены изгибающие моменты согласно расчетной схеме, приведенной на рис. 1. А затем, по формуле (1), значения эквивалентной нагрузки. Расчет выполнялся для одной, наиболее часто загруженной плиты в каждой аудитории. В результате расчетов, были получены следующие средние значения эквивалентной нагрузки для аудиторий:

- аудитория Г-2-418 – 53,16 кг/м<sup>2</sup>;
- аудитория Г-2-417 – 70,07 кг/м<sup>2</sup>;
- аудитория Г-2-415 – 79,02 кг/м<sup>2</sup>.

Итого, среднее значение для всех рассмотренных аудиторий – 67,42 кг/м<sup>2</sup>.

Полученное значение оказалась значительно меньше нормативного значения, рекомендуемого документом [1] для данного типа помещений – 200 кг/м<sup>2</sup>.

Безусловно, результаты исследования не являются окончательными в силу различных причин: малое время проведения наблюдения (около трех месяцев), малое количество

охваченных исследованием аудиторий. Но оно показало, насколько важно продолжить работу в этом направлении. Ведь если фактические значения нагрузок окажутся меньше значений, указанных в нормах [1], то это позволит проектировать более экономичные конструкции со значительно меньшим расходом материала.

Список литературы

1. СНиП 2.01.07-85\*. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 36 с.
2. Довейка В.Ю. Некоторые результаты исследования полезных нагрузок на перекрытия жилых домов / В.Ю. Довейка, Б.И. Снарксис // Проблемы надежности в строительном проектировании. – Свердловск: 1972. – С. 45-49.
3. Булычев А.П. Временные нагрузки на несущие конструкции зданий торговли / А.П. Булычев, Е.И. Десятник, А.С. Семченко и др. // Строительная механика и расчет сооружений. – 1989. – № 3. – С. 57-59.
4. Складнев Н.Н. Методика назначения расчетных эквивалентных нагрузок на железобетонные сборные перекрытия складских помещений в зданиях торговли / Н.Н. Складнев, Е.И. Десятник // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1986. – № 5. – С. 1-6.
5. Довейка В.Ю. Статистические характеристики полезной нагрузки на перекрытия жилых домов / В.Ю. Довейка, Б.И. Снарксис // Вопросы надежности железобетонных конструкций. – Куйбышев, 1973. – С. 107-110.
6. Шпете Г. Надежность несущих строительных конструкций/ Пер. с нем. О.О. Андреева. – М.: Стройиздат, 1994. – 250-252 с.
7. Лычев А.С. Надежность строительных конструкций: Учеб. пособие. – М.: АСВ, 2008. – 184 с.
8. Теория надежности в строительном проектировании / В.Д. Райзер – М.: Изд-во АСВ, 1998. – 304 стр.
9. Ржаницы А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. – М.: Стройиздат, 1978. – 239 с.
10. Гордеев В.Н. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лященко, В.А. Пашинский и др. / Под общ. ред. А.В. Перельмутера. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2007. – 18 с.
11. Герасимов Е.П. К определению нагрузки от людей // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «20 лет развития Казахстана – путь к инновационной экономике: достижения и перспективы». – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 24-25 нояб. 2011 г. – Ч. III. – С. 100-102.

Получено 27.08.2014

по страницам



## ПЕНОДЕРЕВО

В Институте исследований древесины (Брауншвейг, Германия) создан новый материал – пенодерево. Подробности процесса изготовления не сообщают, но известно, что сначала древесину перемалывают в тончайшие опилки. Получается полужидкая слизистая масса, которую вспенивают продуванием газа. Затем в пену добавляют некие химикаты и смесь нагревают, отчего она затвердевает. Пенодерево может быть, как и распространенные синтетические пеноматериалы, твердым или мягким, оно годится для тепло- и звукоизоляции и как упаковочный материал.

«Наука и жизнь» № 7, 2014





УДК 628.511

**М.Ф. Богатырев**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**А.М. Богатырев**

ДГП «ВНИИцветмет», г. Усть-Каменогорск

## ИНФОРМАЦИЯ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИИ В КАЗАХСТАНЕ

Доступ общественности к экологической информации подтвержден рядом международных документов. Главный из них – Конвенция Европейской Экономической Комиссии ООН о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды – Орхусская конвенция, принятая в 1998 г. [1]. Орхусская конвенция предусматривает подотчетность правительств, прозрачность их деятельности и оперативность при принятии решений в области экологии. Главные положения конвенции:

- право каждого человека на получение экологической информации, имеющейся в распоряжении государственных органов;
- право на участие общественности в принятии экологически значимых решений, затрагивающих интересы населения;
- право на доступ к правосудию, то есть возможность общественности и неправительственных организаций требовать судебного пересмотра решений государственных органов, которые приняты без соблюдения двух указанных выше прав.

Государственные органы обязаны обеспечить беспрепятственное участие заинтересованной общественности и экологических неправительственных организаций в обсуждении проектов, планов и программ, затрагивающих окружающую среду. Замечания общественности должны приниматься во внимание при принятии решений и общественность должна быть проинформирована об окончательно принятом решении с пояснением побудительных причин принятия решения.

На основании рекомендации Орхусской конвенции о разработке национальных кадастров загрязнений разработан Европейский регистр выбросов и переноса загрязняющих веществ – E-PRTR. Эта система открытая и с ней можно ознакомиться на сайте [www.prtr.ec.europa.eu](http://www.prtr.ec.europa.eu). Система E-PRTR содержит данные о выбросах и сбросах 28 000 предприятий, осуществляющих 65 видов деятельности в Европе. Приведены данные по 61 загрязняющему веществу, включая тяжелые металлы, пестициды, стойкие органические загрязнения. Это дает возможность получать информацию о воздействии на окружающую среду в интересующем регионе и выполнить сопоставительный анализ экологических показателей схожих по производственным параметрам предприятий. Европейской комиссией совместно с Европейским агентством по охране окружающей среды с 2010 г. создается Система совместной экологической информации – SEIS [2].

Все желающие могут получить исчерпывающую информацию об окружающей среде

на сайте Европейского агентства по охране окружающей среды (ЕЕА) [www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu). Это один из самых посещаемых сайтов в ЕС. Здесь находятся полные тексты всех отчетов и докладов, сводок и статей для бесплатного скачивания. Любой гражданин ЕС может ознакомиться с деятельностью своего правительства, сравнить эффективность его работы с аналогичной работой в других странах и выразить свое отношение к этому на ближайших национальных выборах.

Наглядным примером использования экономического анализа, выполненного в связи с принятием решения по вопросам охраны окружающей среды в Европе, является принятие Директивы «О качестве атмосферного воздуха и более чистом воздухе для Европы». Чтобы убедить парламентариев и склонить общественное мнение к необходимости принятия новых, более жестких нормативов качества воздуха, проведена оценка издержек общества в результате загрязнения атмосферного воздуха за счет ухудшения здоровья и увеличения смертности граждан, экономических последствий уменьшения урожаев, закисления водоемов и почв, разрушения металлических конструкций, исторических памятников и т. д. В результате анализа установлено, что переход на более жесткие нормативы качества воздуха позволит предотвратить экономический ущерб только за счет улучшения здоровья населения ЕЭС в сумме 135 млрд евро в год [3].

Эффективно участвовать в решении экологических проблем общественность может только в условиях, когда она осведомлена в полном объеме о существующих угрозах окружающей среде и здоровью граждан. Поэтому необходимо обеспечить условия для получения информации из государственных органов, организаций и предприятий, деятельность которых оказывает негативное воздействие на экологическую ситуацию.

Международно-правовой документ Орхусской конвенции Казахстан ратифицировал в 2000 г. В настоящее время участниками этой конвенции являются 44 государства, включая все страны-члены ЕС (кроме Ирландии) и Евросоюз как субъект международного права. Из бывших республик СССР к конвенции не присоединились только Россия и Узбекистан.

В Казахстане участие общественности в природоохранной деятельности признается в качестве необходимого условия для достижения экологической безопасности и устойчивого развития современного общества. В Концепции экологической безопасности на 2004-2015 гг., одобренной Указом Президента РК от 3 декабря 2003 г., № 1241, доступ населения к экологической информации и его участие в решении экологических проблем определено как один из базовых принципов экологической безопасности. Этим стратегическим документом предусмотрено, что государственные органы должны обеспечить общественности соответствующий доступ к экологической информации, а также принять меры по повышению качества, оперативности и актуальности представляемых материалов.

Экологическим кодексом РК [4] закреплено право каждого человека на доступ к экологической информации, на участие общественности в решении вопросов экологии и обеспечение гласности принимаемых мер в области охраны окружающей среды. Общественности предоставлено право: участвовать в обсуждении проектов нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды на этапе их подготовки и представлять свои замечания разработчикам; участвовать в процессе подготовки планов и программ, связанных с окружающей средой; вносить предложения о проведении общественной экологической экспертизы и принимать в ней участие; требовать отмены в административном или судебном порядке решений о вводе в эксплуатацию и реконструкции экологи-

чески опасных объектов, а также об ограничении и прекращении хозяйственной и иной деятельности объектов, негативно воздействующих на окружающую среду и здоровье человека; предъявлять в суд иски о возмещении вреда, причиненного их здоровью и имуществу из-за нарушения экологического законодательства Республики Казахстан.

Особое значение в Орхусской Конвенции придается открытости информации о загрязнении окружающей среды – эти сведения не могут быть признаны коммерческой тайной, что служит дополнительным основанием для принятия решения о раскрытии конфиденциальной информации для общественности.

Экологическая информация не может быть отнесена к категории государственных секретов – это требование предусмотрено Законом РК от 15 марта 1999 года, № 349-1 «О государственных секретах». По казахстанскому законодательству за непредоставление, несвоевременное предоставление, а также предоставление общественности неполной или недостоверной экологической информации предусмотрена материальная, административная и уголовная ответственность. Однако на практике лишь небольшая часть экологической информации общедоступна путем ее опубликования в специализированных печатных изданиях и средствах массовой информации, размещения на веб-сайтах. Основной же массив экологической информации по-прежнему доступен только посредством ее запроса в государственных органах и других организациях.

По различным экологическим вопросам информация распределена между ведомствами. Так, информация по выбросу загрязняющих веществ в атмосферу и сбросу в гидросферу сосредоточена в Министерстве охраны окружающей среды РК и Агентстве РК по статистике, информация о состоянии атмосферного воздуха и поверхностных вод – в РГП «Казгидромет» и санитарно-эпидемиологической станции РК, о состоянии подземных вод – в Комитете геологии и недропользования Министерства энергетики и минеральных ресурсов, о состоянии земельных ресурсов и почвы – в «Научно-производственном центре земельного кадастра» Агентства РК по управлению земельными ресурсами, РГП «Казгидромет» и Республиканской санитарно-эпидемиологической станции.

Например, на сайте Агентства РК по статистике ([www.stat.kz](http://www.stat.kz)) можно получить обобщенную экологическую информацию. В качестве примера в табл. 1 и 2 приведены некоторые показатели в области охраны атмосферного воздуха. Подробную информацию по различным вопросам охраны окружающей среды можно получить по областям и городам Казахстана.

Практика показывает, что фактически получение экологической информации по всем отдельным предприятиям весьма проблематично. В основном такая информация имеется только по крупным предприятиям, но она не общедоступна. Однако именно такая информация может оказаться мощным стимулом к соблюдению природоохранных требований.

Наглядным примером этого служат периодически обновляемые и публикуемые в Польше и Украине списки крупнейших загрязнителей. В Польше «Список восьмидесяти» крупнейших загрязнителей окружающей среды, впервые опубликованный в прессе в 1990 г., привел к тому, что с момента первого опубликования общие выбросы в атмосферу этими предприятиями сокращены на 66 %, сбросы со сточными водами на - 33 %, объем отходов уменьшен на 71 % [5]. Публикация рейтинга предприятий по экологическим показателям (Китай, Индонезия, Филиппины) служит эффективным инструментом создания давления общественности на предприятия-загрязнители окружающей среды.

Таблица 1

Выброс в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников

| Регион                 | Масса поступающих в воздушный бассейн загрязняющих веществ по годам, тыс. т |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                        | 2004  | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   |
| Республика Казахстан   | 3016,5  | 2968,8 | 2921,2 | 2915,0 | 2643,1 | 2320,0 | 2226,6 | 2346,3 |
| в том числе область:   |   |        |        |        |        |        |        |        |
| Акмолинская            | 41,4  | 44,0   | 53,9   | 78,2   | 75,3   | 71,5   | 72,9   | 77,8   |
| Актюбинская            | 130,8   | 168,2  | 199,0  | 204,6  | 208,9  | 218,4  | 125,3  | 119,8  |
| Алматинская            | 69,8  | 68,4   | 71,8   | 62,4   | 68,3   | 71,3   | 74,7   | 73,4   |
| Атырауская             | 92,3  | 89,4   | 95,0   | 107,7  | 106,4  | 100,2  | 97,8   | 107,4  |
| Западно-Казахстанская  | 93,7  | 76,4   | 52,3   | 47,3   | 42,0   | 49,6   | 58,1   | 55,9   |
| Жамбылская             | 17,6  | 18,9   | 20,0   | 21,2   | 28,9   | 16,7   | 19,3   | 24,9   |
| Карагандинская         | 1465,2  | 1415,4 | 1303,2 | 1265,9 | 991,6  | 687,7  | 661,2  | 691,3  |
| Костанайская           | 133,8   | 100,4  | 118,1  | 115,6  | 106,3  | 111,0  | 114,5  | 109,4  |
| Кызылординская         | 22,4  | 40,0   | 35,9   | 36,3   | 34,7   | 33,9   | 29,0   | 31,9   |
| Мангистауская          | 57,6  | 63,5   | 66,7   | 64,9   | 61,7   | 64,3   | 68,6   | 75,8   |
| Южно-Казахстанская     | 31,0  | 36,8   | 38,9   | 39,9   | 40,4   | 39,9   | 40,7   | 47,1   |
| Павлодарская           | 556,1   | 556,8  | 582,9  | 575,4  | 596,6  | 560,8  | 572,5  | 632,2  |
| Северо-Казахстанская   | 63,3  | 65,5   | 66,2   | 69,3   | 73,0   | 77,7   | 77,8   | 77,0   |
| Восточно-Казахстанская | 184,2   | 165,7  | 157,8  | 166,5  | 151,4  | 149,2  | 147,0  | 147,2  |
| г. Астана              | 44,7  | 43,9   | 44,4   | 44,7   | 43,7   | 56,5   | 56,2   | 63,5   |
| г. Алматы              | 12,6  | 15,5   | 15,1   | 15,1   | 13,9   | 11,3   | 11,0   | 11,7   |

Таблица 2

Динамика экологических показателей по охране атмосферного воздуха

| Значение показателя по годам  |         |         |         |         |          |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|
| 2004  | 2005    | 2006    | 2007    | 2008    | 2009     | 2010    | 2011    |
| Текущие затраты на охрану окружающей среды, млн тенге                                   |         |         |         |         |          |         |         |
| 28682,1   | 43558,2 | 56320,1 | 58725,5 | 91288,3 | 102327,9 | 99652,6 | 99212,9 |
| Количество стационарных источников загрязнения, единиц                                  |         |         |         |         |          |         |         |
| 96725   | 108576  | 123037  | 137712  | 152820  | 166019   | 168712  | 182863  |
| Выброс в атмосферу загрязняющих веществ стационарными источниками, тыс. т               |         |         |         |         |          |         |         |
| 3016,5  | 2968,8  | 2921,1  | 2915,0  | 2643,1  | 2320,0   | 2226,6  | 2346,3  |
| Выброс в атмосферу загрязняющих веществ стационарными источниками на душу населения, кг |         |         |         |         |          |         |         |
| 201,0   | 196,0   | 191,0   | 188,0   | 168,0   | 145,7    | 136,4   | 142,0   |
| Уловлено и обезврежено загрязняющих веществ, тыс. т                                     |         |         |         |         |          |         |         |
| 21329,3   | 21656,4 | 23116,5 | 23802,4 | 24262,0 | 24448,6  | 25858,5 | 28036,2 |
| Утилизировано загрязняющих веществ, тыс. т  |         |         |         |         |          |         |         |
| 4423,0  | 5223,4  | 4947,3  | 5316,3  | 6161,5  | 3302,0   | 6432,4  | 6922,5  |
| Выброс твердых загрязняющих веществ, тыс. т   |         |         |         |         |          |         |         |
| 752,9   | 713,7   | 721,3   | 717,6   | 688,7   | 639,1    | 639,3   | 631,1   |
| Выброс газообразных и жидких загрязняющих веществ, тыс. т                               |         |         |         |         |          |         |         |
| 2263,6  | 2255,1  | 2199,8  | 2197,4  | 1954,3  | 1680,9   | 1587,2  | 1715,2  |

Традиции многолетней закрытости экологической информации и секретности сведений по загрязнению окружающей среды наложили отпечаток на отношение различных слоев общества к общественному экологическому мониторингу. В 80-е годы трудно было даже представить деятельность общественности по экологическому мониторингу.

Существенно изменилась ситуация с экологической информацией в настоящее время. Понятие общественного экологического контроля и его задачи определены в Экологическом кодексе РК [4] – какие сведения и в какой форме входят в состав экологической информации, кто и как формирует и распространяет эту информацию, как осуществляется доступ к экологической информации.

Однако и сейчас основным препятствием для создания стимула к улучшению природоохранных показателей предприятий-загрязнителей остается отсутствие политической воли и недоступность исчерпывающей экологической информации. Имеются случаи формального оформления протокола общественных слушаний без их фактического проведения.

Деятельность человека и экология являются взаимонеприемлемыми обстоятельствами, разрешение которых возможно только в нахождении разумного компромисса ради благоприятного будущего. Поэтому принятие экологически ориентированных законодательных актов и технических решений, затрагивающих окружающую среду, не может быть поспешным, а подготовленные документы обязательно должны проходить общественное обсуждение с предоставлением полной информации, включая проведение дискуссий по местным, региональным и общенациональным проблемам охраны окружающей среды.

#### Список литературы

1. Конвенция о доступе к информации, участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (принята в г. Орхус, Дания, 25.06.1998, вступила в силу 30.10.2001) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/orhus.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/orhus.shtml).
2. Сайт Европейского агентства по охране окружающей среды: <http://www.eea.europa.eu/about-us/what/shared-environmental-information-system>.
3. Экологическая информация: опыт Европейского Союза // Экология производства. – 2012. – № 1. – С. 72-78.
4. Экологический кодекс Республики Казахстан. – Астана: Ведомости Парламента РК, 2007. – 141 с. (с изменениями и дополнениями по состоянию на 25.01.2012 г.).
5. Polish Experience with Environmental Compliance Promotion Mechanisms, презентация В. Собчика. Польская природоохранная инспекция, четвертое ежегодное совещание Сети инспекторов NISECEN, г. Алматы, Казахстан, 8 октября 2002 г.

Получено 15.07.2014

---

УДК 628.511

**М.Ф. Богатырев**

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

**А.М. Богатырев**

ДГП «ВНИИцветмет», г. Усть-Каменогорск

#### УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРА НА ГАЗАХ СВИНЦОВО-ПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

На одном из предприятий электрофильтр установлен непосредственно за котлом-утилизатором и предназначен для улавливания пыли из газов свинцово-плавильной печи.

Показатели работы электрофильтра приведены в табл. 1 (по данным предприятия).

Таблица 1

*Показатели работы электрофильтра по улавливанию пыли из газа  
свинцовоплавильной печи*

| Параметр  | Значение параметра |
|---|--------------------|
| Состав газа на выходе электрофильтра, %:                |                    |
| диоксид серы  | 12–14              |
| триоксид серы   | 0,4–0,6            |
| кислород  | 9–11               |
| водяной пар   | 4–6                |
| Температура газа, °С:                                   |                    |
| на входе в электрофильтр                                | 240–350            |
| на выходе из электрофильтра                             | 230–330            |
| Количество газа, нм <sup>3</sup> /ч:                    |                    |
| на входе в электрофильтр                                | 29000–32000        |
| на выходе из электрофильтра                             | 30000–33000        |
| Подсос воздуха в электрофильтре, %                      | 3,0–3,5            |
| Количество газа, м <sup>3</sup> /ч:                     |                    |
| на входе в электрофильтр                                | 60100–66200        |
| на выходе из электрофильтра                             | 60800–66300        |
| Скорость газа в активной зоне электрофильтра, м/с       | 0,3–0,4            |
| Время пребывания газа в активной зоне электрофильтра, с | 38–40              |
| Запыленность газа, г/нм <sup>3</sup> :                  |                    |
| на входе в электрофильтр                                | 90–120             |
| на выходе из электрофильтра                             | 0,5–0,7            |
| Количество пыли в газе, кг/ч:                           |                    |
| на входе в электрофильтр                                | 2880–3480          |
| на выходе из электрофильтра                             | 16,5–21,0          |
| Степень улавливания пыли в электрофильтре, %            | 99,40–99,43        |

Основные параметры физико-химической характеристики уловленной в электрофильтре пыли: насыпная плотность пыли – 1,6 г/см<sup>3</sup>; истинная плотность пыли – 4,87 г/см<sup>3</sup>; на 91,75 % пыль представлена частицами, размером менее 56 мкм, причем 79,35 % пыли имеет размер частиц менее 20 мкм. Пыль содержала, %: 47,4 свинца; 12,12 серы общей; 11,78 серы сульфатной; 8,1 кадмия; 1,2 цинка; 0,77 висмута; 0,70 оксида кальция; 0,55 ртути; 0,69 мышьяка; 0,38 железа; 0,36 диоксида кремния; 0,30 титана; 0,21 меди; 0,19 углерода; 0,18 теллура; 0,066 сурьмы; 0,041 хлора; 0,008 индия; 0,0074 селена; 0,035 олова. Вещественный состав уловленной в электрофильтре пыли приведен в табл. 2 (по данным предприятия).

Из данных табл. 1 следует, что время пребывания пылегазового потока в активной зоне электрофильтра достаточно для того, чтобы достигать более высокой степени улавливания пыли и обеспечивать остаточную запыленность газа на выходе из электрофильтра не более 0,05–0,1 г/нм<sup>3</sup>, как это требуется для последующей технологии утилизации диоксида серы [1].

Фактическая запыленность газа на выходе из электрофильтра в 7–10 раз выше, поэтому необходимо выяснить причины низкой эффективности работы электрофильтра и определить условия повышения степени улавливания пыли.

Таблица 2

*Вещественный состав пыли, уловленной в электрофильтре из газа  
свинцово-плавильной печи*

| Формы нахождения элементов в пыли электрофильтра, %: |   |                 |                |                   |                              |          |        |
|--|---|-----------------|----------------|-------------------|------------------------------|----------|--------|
| свинца   |   |                 |                |                   |                              |          |        |
| сульфата   | основных сульфатов, оксидов, арсената, силиката |                 |                | сульфида          | ферритов                     | суммарно | общего |
| 48,82  | 0,65  |                 |                | <0,2(<0,01)       | 0,23                         | 49,70    | 49,73  |
| кадмия   |   |                 |                |                   |                              |          |        |
| сульфата   | основных сульфатов, оксида, силиката            |                 |                | сульфида          | ферритов                     | суммарно | общего |
| 6,40   | 0,30  |                 |                | <0,2(0,10)        | 0,33                         | 7,13     | 7,21   |
| цинка  |   |                 |                |                   |                              |          |        |
| сульфата   | основных сульфатов, оксида, силикатов           |                 |                | сульфида          | ферритов                     | суммарно | общего |
| 0,75   | <0,2(0,09)                                      |                 |                | <0,2(0,03)        | 0,20                         | 1,07     | 1,08   |
| мышьяка  |   |                 |                |                   |                              |          |        |
| свободных оксидов                                    | элементарного                                   | арсената свинца | арсената цинка | простых сульфидов | труднорастворимых соединений | суммарно | общего |
| <0,2(0,14)   | <0,2(<0,01)                                     | <0,2(0,07)      | <0,2(0,03)     | <0,2(0,02)        | <0,2(0,08)                   | 0,34     | 0,35   |
| меди   |   |                 |                |                   |                              |          |        |
| сульфата   | основных сульфатов, оксидов                     |                 |                | сульфидов         | ферритов                     | суммарно | общей  |
| <0,2(0,16)   | <0,2(0,03)                                      |                 |                | <0,2(0,01)        | <0,2(0,06)                   | 0,26     | 0,24   |

Эффективность электроочистки газа зависит от большого числа факторов, к наиболее важным из которых относятся: свойства очищаемого газа (его химический состав, температура, влагосодержание, давление), свойства улавливаемой пыли (вещественный состав, электрические свойства, дисперсность) и ее слоя на осадительных и коронирующих электродах, содержание пыли в газе (начальная запыленность газа), толщина слоя пыли на осадительных и коронирующих электродах, электрические параметры электрофильтра (приложенное напряжение, напряженность электрического поля, удельный ток короны), скорость газа и равномерность его распределения в активной зоне электрофильтра [2, 3]. Из этих факторов определяющее значение имеют физико-химические свойства улавливаемой пыли, среди которых решающее значение имеет удельное электрическое сопротивление слоя пыли (УЭС), которое должно быть не выше  $10^8$  Ом·м. Знание электрических свойств улавливаемой пыли необходимо как при проектировании электроочистки газа, так и при эксплуатации электрофильтра, поскольку это позволяет предсказать оптимальный режим его работы по температуре и влагосодержанию газа.

В связи с этим проведено изучение УЭС пыли электрофильтра свинцово-плавильной печи с использованием ранее разработанной нами установки и методики по изучению УЭС пылевидного материала (порошка) в зависимости от параметров газовой фазы [4, 5].

Результаты изучения УЭС пыли приведены на рис. 1.

Из результатов экспериментов следует, что в области низких температур (до 100 °С) содержание водяных паров в газовой фазе оказывает очень большое влияние на УЭС исследуемой пыли электрофильтра. Если при отсутствии водяных паров УЭС пыли определяется объемной проводимостью частиц, которая зависит от их структуры и температуры, то в присутствии водяных паров УЭС определяется в основном поверхностной проводимостью частиц по пленкам адсорбированной воды. Этому способствует известное



явление капиллярной конденсации в микропорах и микротрещинах частиц, сопровождающее процесс адсорбции. Поскольку УЭС воды низкое и составляет примерно  $5 \cdot 10^3$  Ом·м, то УЭС пылевидных высокоомных материалов за счет поверхностной проводимости снижается иногда на 4-5 порядков (рис. 1).

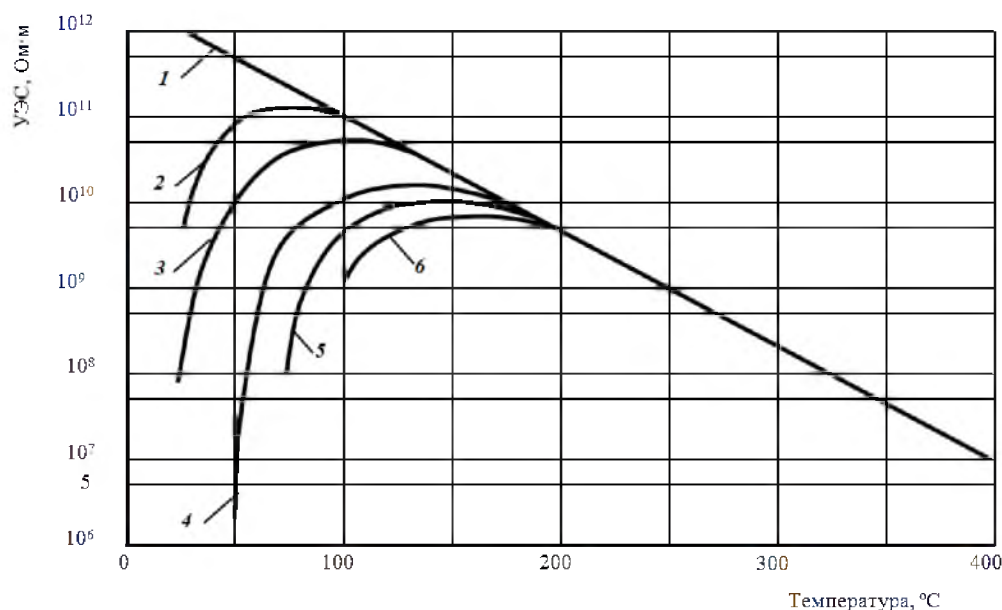


Рисунок 1 - УЭС пыли электрофильтра в зависимости от содержания в газовой фазе водяных паров при их объемной концентрации, %:  
1) 0; 2) 1,5; 3) 3; 4) 10; 5) 30; 6) 50

Уайт [6] на основании результатов изучения УЭС летучей золы электростанции в зависимости от влагосодержания воздуха показал, что пленка воды на поверхности частиц толщиной уже в одну молекулу достаточна для значительного увеличения поверхностной проводимости.

Согласно теории адсорбции [7], количество адсорбированных молекул воды прямо пропорционально содержанию водяных паров в газовой фазе и обратно пропорционально температуре. При повышении температуры от 25 до 400 °C УЭС сульфата свинца постепенно увеличивается по параболической зависимости в соответствии с уменьшением адсорбированной воды, а затем, достигнув максимума (различного для разного содержания водяных паров), начинает вновь уменьшаться в связи с увеличением объемной проводимости при высоких температурах.

Для исследуемой пыли электрофильтра УЭС при температурах выше 170-180 °C не зависит от содержания водяных паров и в дальнейшем определяется только температурой. В ходе параболических кривых нет изломов, что объясняется наличием только физической адсорбции водяных паров и отсутствием хемосорбции и взаимодействия молекул воды с компонентами пыли. Параболическая кривая «УЭС-температура» для каждого влагосодержания сходится с прямой, выражающей зависимость УЭС от температуры при отсутствии водяных паров. При температуре, соответствующей прекращению адсорбции водяных паров, она тем выше, чем больше влагосодержание.

О влиянии диоксида серы в газовой фазе на УЭС пыли в литературе содержатся про-

тиворечивые сведения. Так, Б.Л. Шнеерсон [8] отмечает, что  $\text{SO}_2$  в газовой фазе способствует снижению УЭС пыли и улучшению ее улавливания в электрофильтре. Басби и Дарби [9] сообщают об испытаниях полупромышленной установки на электростанции Кинкардин (Англия): они показали, что введение в газы  $\text{SO}_2$  не улучшает работу электрофильтра.

Для выяснения влияния  $\text{SO}_2$  на электропроводность исследуемой пыли электрофильтра проведены эксперименты по определению УЭС при изменении концентрации  $\text{SO}_2$  в газовой фазе до 80 % при отсутствии водяных паров и их наличии при температурах от 25 до 400 °С. Установлено, что УЭС пыли не зависит от содержания  $\text{SO}_2$  в газовой фазе. При наличии в газовой фазе водяных паров в области низких температур (до 150-200 °С) можно было предполагать снижающее действие  $\text{SO}_2$  на УЭС ввиду взаимодействия  $\text{SO}_2$  с  $\text{H}_2\text{O}$  на поверхности частиц пыли с образованием пленки электролита. Однако экспериментами установлено, что уменьшение УЭС обычно составляет 2-5 % и редко достигает 10 %, что не имеет практического значения.

Серный ангидрид (триоксид серы) известен как кондиционирующий химический агент. Однако присутствие водяных паров является необходимым условием для эффективности химических кондиционирующих агентов, в том числе и  $\text{SO}_3$ . Поэтому водяной пар считается первичным кондиционирующим агентом, а другие химические агенты, в частности  $\text{SO}_3$ , - вторичными. Уайт [6] считает, что поверхностная проводимость частиц пыли во всех случаях осуществляется благодаря присутствию адсорбированной пленки воды, а вторичный кондиционирующий агент действует как связующее между поверхностью частиц и пленкой воды.

В газах всегда содержатся водяные пары. Добавление  $\text{SO}_3$  приводит при соответствующих температурах к образованию на поверхности частиц пыли пленки серной кислоты, электропроводность которой в десятки тысяч раз выше электропроводности воды [1]. Басби и Дарби [9] указывают, что добавление в дымовые газы электростанций уже 10-30 миллионных долей (объемных)  $\text{SO}_3$  позволяет улучшить работу электрофильтра. Однако необходимо отметить, что это зависит от уровня электросопротивления пыли до добавления  $\text{SO}_3$ . Кроме того, количество необходимого  $\text{SO}_3$  зависит от содержания в улавливаемой пыли соединений, взаимодействующих с  $\text{SO}_3$ , - их наличие вызывает большой расход кондиционера. Поэтому кондиционирование газа серным ангидридом считают рациональным только на некоторых электростанциях, летучая зола которых содержит небольшое количество взаимодействующих с ним компонентов [6].

По этой причине в цветной металлургии  $\text{SO}_3$  в качестве кондиционера не используют. Более того, в некоторых технологических процессах  $\text{SO}_3$  образуется в таких количествах, что создает затруднения при очистке газов. Эти затруднения выражаются в необходимости поддержания температурных условий, определяемых критической точкой начала конденсации серной кислоты в порах слоя пыли. Конденсация вызывает, во-первых, коррозию аппаратуры, во-вторых, замазывание рабочих элементов или интенсивное сульфатообразование с получением твердых трудно отряхиваемых корок, приводящих аппарат в нерабочее состояние. Поэтому на практике принимают меры для исключения конденсации кислоты.

В связи с этим влияние  $\text{SO}_3$  на УЭС пылей целесообразно рассматривать только в области температур выше точки росы газов, определяемой концентрацией в газовой фазе  $\text{SO}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$  (пар).

Для выяснения влияния  $\text{SO}_3$  на электропроводность исследуемой пыли электрофильтра проведено определение ее УЭС при изменении концентрации  $\text{SO}_3$  в газовой фазе и температуры от 25 до 400 °С. Из данных этих измерений (рис. 2) следует, что при темпе-

ратурах выше начала капиллярной конденсации паров серной кислоты в микропорах пыли  $\text{SO}_3$  не оказывает влияния на ее УЭС. При наличии только физической адсорбции образование пленок серной кислоты на поверхности частиц, приводящих к снижению УЭС, происходит при температурах, на 20-50 °С превышающих точку росы газов в зависимости от концентрации  $\text{SO}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$  (пар). Выше этих температур УЭС определяется только температурой.

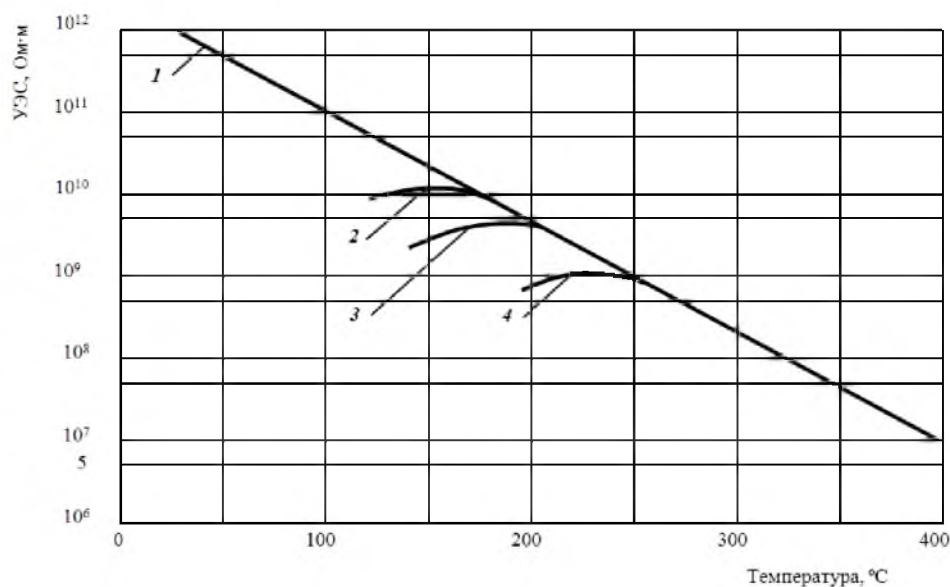


Рисунок 2 - УЭС пыли электрофильтра в зависимости от содержания в газовой фазе  $\text{SO}_3$  и водяных паров при их объемной концентрации, %:  
1) без  $\text{SO}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ; 2) 0,01  $\text{SO}_3$  и 2  $\text{H}_2\text{O}$ ; 3) 0,1  $\text{SO}_3$  и 2  $\text{H}_2\text{O}$ ; 4) 1  $\text{SO}_3$  и 2  $\text{H}_2\text{O}$

При температурах выше 200 °С, как показали эксперименты, УЭС пыли электрофильтра не зависит от содержания в газовой фазе  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$  и определяется только составом пыли и температурой газа.

Таким образом, из анализа условий эксплуатации электрофильтра, установленного непосредственно за котлом-утилизатором свинцово-плавильной печи, следует, что из факторов, влияющих на эффективность улавливания пыли в электрофильтре, могут сказываться следующие два:

- наличие в газе  $\text{SO}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- высокое УЭС улавливаемой пыли.

*Рассмотрим первый фактор.* При содержании в газе на выходе электрофильтра свинцово-плавильной печи 0,4-0,6 %  $\text{SO}_3$  и 4-6 %  $\text{H}_2\text{O}$  (пар) точка росы газа (температура начала конденсации паров серной кислоты) составляет 198 °С [10]. Критическая температура начала образования серной кислоты в микропорах слоя пыли (капиллярная конденсация [11]) составляет 230-240 °С. При этом возможно образование трудноудаляемых с осадительных и коронирующих электродов электрофильтра конгломератов (корок). Особенно значительные трудности вызывает образование на коронирующих электродах так называемых «колбас», приводящих к снижению эффективности электроочистки газа [8]. Это проявляется при наличии в пыли на входе в электрофильтр компонентов, способных к сульфатизации в присутствии в газе  $\text{SO}_2$  и особенно  $\text{SO}_3$ , что приводит к сращиванию

частиц пыли [12].

Для исключения указанных явлений и связанных с ними осложнений в эксплуатации электрофильтра, приводящих к снижению эффективности его работы, температура газа на выходе электрофильтра должна поддерживаться выше 250 °С.

*Рассмотрим второй фактор.* Улавливаемая в электрофильтре пыль содержит, %: 72-75 PbSO<sub>4</sub>; 13-15 CdSO<sub>4</sub>; 3-5 ZnSO<sub>4</sub>; 0,5-1 CuSO<sub>4</sub>.

Из данных рисунка 1 следует, что для этой пыли УЭС имеет значения, позволяющие эффективно улавливать ее в электрофильтре только при температуре около 50 °С при влажосодержании газа 10 % или при температуре порядка 330-350 °С. Однако область температур порядка 50 °С при влажосодержании 4-6 % неприемлема из-за сопутствующих отрицательных факторов при наличии в газе 0,4-0,6 % SO<sub>3</sub> и 4-6 % H<sub>2</sub>O (пар). Поэтому остается только оптимальный интервал температур, который необходимо поддерживать на выходе из электрофильтра: не ниже 330-350 °С.

#### Список литературы

1. Амелин А.Г. Производство серной кислоты. – М.;Л.: Химия, 1964. – 472 с.
2. Ужов В.Н. Очистка промышленных газов электрофильтрами. – М.: Химия, 1967. – 344 с.
3. Алиев Г.М.-А. Электрооборудование и режимы питания электрофильтров / Г.М.-А. Алиев, А.Е. Гоник. – М.: Энергия, 1971. – 264 с.
4. Богатырев М.Ф. Метод определения удельного электрического сопротивления пылевидных материалов // Цветная металлургия. – 1968. – № 24. – С. 32-34.
5. А.с. 1246728 СССР, МКИ<sup>3</sup> G 01 N 27/02 . Устройство для измерения удельного объемного электрического сопротивления слоя пыли / М.Ф. Богатырев, В.И. Богатырева (СССР). – № 3816593/24-25; Заявлено 22.11.1984.
6. White H.J. «Chem. Eng. Progress», 1956, v.52, № 6, p. 244.
7. Ильин В.В. Природа адсорбционных сил. – М.;Л.: Гостехтеоретиздат, 1952. – 124 с.
8. Шнеерсон Б.Л. Материалы семинара по технологии пылеулавливания на предприятиях цветной металлургии в странах, входящих в СЭВ. – М.: Цветметинформация, 1961. – 454 с.
9. Busby H.G., Darby K. «J. Inst. Fuel», 1963, v. 36, № 268, p. 184.
10. Пейсахов И.Л. Атлас диаграмм и номограмм по газопылевой технике. – М.: Металлургия, 1965. – 62 с.
11. Жуховицкий А.А. Физическая химия / А.А. Жуховицкий, Л.А. Шварцман. – М.: Металлургия, 1968. – 520 с.
12. О причинах зарастания пылью коронирующих электродов электрофильтров при обеспылировании высокосернистых газов цветной металлургии / М.Ф. Богатырев и др. // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. – 1980. – № 6. – Орджоникидзе, 1980. – С. 4.

Получено 17.07.2014

---

УДК 628.852

**В.В. Запасный, Д.А. Асанов, Н.И. Черепанов, Г. Болаткызы**

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

**А.М. Шушаников**

ТОО «Рахмановские ключи», Восточно-Казахстанская область

#### ИЗУЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ В САНАТОРИИ «РАХМАНОВСКИЕ КЛЮЧИ» И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ОТДЫХАЮЩИХ

Восточно-Казахстанская область характеризуется разнообразной природой, наличием большого количества природных парков и заповедников. Санаторий «Рахмановские ключи»

чи», расположенный на территории ботанико-минералогического заказника и Катон-Карагайского государственного национального природного парка Восточно-Казахстанской области, функционирует с 1964 года. Санаторий находится недалеко от пересечения границ Республики Казахстан, Российской Федерации, Монголии и Китайской Народной Республики, в самом сердце Алтайских гор на высоте 1760 м над уровнем моря. В санатории имеется возможность принятия 100 человек одновременно, профиль – бальнеотерапевтический. Основным лечебным фактором являются природные минеральные термальные подземные радоновые воды, применяемые для лечения различных заболеваний.

Отказ от поездки на лечение в санаторий «Рахмановские ключи» (рис. 1) иногда обусловлен бытующей информацией о повышенной радиации в районе его расположения. Для выявления фактического положения по радиационному фону в санатории были проведены соответствующие исследования.



Рисунок 1 – Горный курорт «Рахмановские ключи»

Слово «радиация» происходит от латинского *radius* и обозначает луч. Ядра атомов некоторых веществ обладают нестабильностью и могут излучать в пространство различную энергию и частицы. Это излучение называют радиоактивным, и оно включает в себя несколько составляющих, которые назвали соответственно первым трем буквам греческого алфавита:  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучение. (альфа-, бета- и гамма-излучение). Эти излучения различны и отличаются их действием на человека.

Единицей измерения эффективной и эквивалентной доз ионизирующего излучения называется 1 зиверт «Зв» – количество энергии, поглощённое килограммом биологической ткани, равное по воздействию поглощённой дозе гамма-излучения в 1 Грэй (Гр).

В международной системе единиц (СИ) эквивалентная доза измеряется в джоулях, деленных на килограмм: Дж/кг = 1 Зв.

Результаты выполненных в санатории инструментальных измерений бета- и гамма-излучения с использованием радиометра аэрозоль РАА-10 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Данные измерений мощности эквивалентной дозы излучения  
в санатории «Рахмановские ключи»

| Наименование объекта       | Место проведения измерения          | Измеренная мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч |
|----------------------------|-------------------------------------|--|
| Лечебный корпус № 1        | Кабинеты                            | 0,10-0,11                                      |
| Лечебный корпус № 2        | Ванны № 3 - 6                       | 0,12-0,15                                      |
|                            | Помещение кафедры № 9               | 0,13-0,14                                      |
|                            | Комната отдыха                      | 0,12-0,14                                      |
| Лечебный корпус № 3        | Ванна № 10, душевая, комната отдыха | 0,15-0,16                                      |
| Центр досуга               | Детская комната, бильярдная         | 0,13-0,14                                      |
|                            | Жилые домики № № 1 - 6              | 0,13-0,15                                      |
| Коттеджи                   | № № 1 - 6                           | 0,14-0,15                                      |
| Столовая                   | Обеденный зал, кухня                | 0,14-0,15                                      |
| Бани                       | Помещения на 6 и 8 человек          | 0,12-0,14                                      |
| Производственные помещения | Склады, прачечная, пекарня          | 0,13-0,15                                      |

Примечание. Естественный фон гамма-излучения на открытой местности составляет 0,14 мкЗв/ч. Допустимая мощность эквивалентной дозы: 0,2 + естественный фон на открытой местности, мкЗв/ч.

Анализ полученных данных показал, что радиационная обстановка в санатории ниже допустимой нормы в два раза и аналогична радиационному фону в городах Восточно-Казахстанской области.

Радон – это радиоактивный природный газ, содержащий альфа-частицы. Он абсолютно прозрачный, не имеющий вкуса и запаха. Его плотность при 0 °С равна 9,81 кг/м<sup>3</sup>. Радон обладает удивительными свойствами: при температуре, равной -62 °С он превращается в бесцветную жидкость, которая в семь раз тяжелее воды и флюоресцирует ярким голубым или фиолетовым цветом. При температуре около -71 °С радон становится твердым и непрозрачным веществом, излучающим голубое сияние. Радон без нагревания испускает тепло и со временем может образовывать твердые радиоактивные элементы, он в 7,5 раз тяжелее воздуха. Один литр газа теоретически весит около 9,9 г, но, чтобы получить его из солей радия, нужно около 500 кг радия. При этом сосуд с радоном расплавится ввиду выделения им огромного количества тепла [1]. Радон химически инертен, все изотопы его радиоактивны и довольно быстро распадаются. Самый устойчивый изотоп <sup>222</sup>Rn имеет период полураспада 3,8 суток, второй по устойчивости – <sup>220</sup>Rn (торон) – 55,6 с. Атомы радона образуются в результате радиоактивного распада урана и накапливаются в порых минералов.

Уран в основном в незначительных количествах входит в состав практически всех видов грунтов и горных пород. Установлено, что температура по мере приближения к центру Земли увеличивается. На глубине трех километров настолько жарко, что если опустить туда стакан с водой, то она начнет кипеть. Центр Земли, по мнению ученых, представляет собой раскаленный шар диаметром около 6500 км, температурой примерно 5 500 °С. Высокая температура внутри планеты Земля поддерживается за счет постоянного распада радиоактивных веществ, находящихся в ней и в основном расположенных в ядре.

Поверхностные и подземные воды, проникая вглубь земли, нагреваются, насыщаются

радоном и выходят через трещины в породах на ее поверхность за счет теплового напора.

Газ радон, имея только короткоживущие изотопы, не исчезает из атмосферного воздуха и воды ввиду постоянного его выделения из земных пород. Уровень вклада различных источников выделения радона в окружающую среду представлен на рис. 2.

Радоносодержащий газ включает в себя альфа-частицы. Альфа-частица фактически представляет собой ядро атома гелия, состоящее из двух протонов и двух нейтронов. Имеет статический электрический заряд, равный +2, ее массовое число равно 4.

Международной единицей измерения альфа-радиоактивности является Беккерель (Вк – Бк). Беккерель равен одному распаду радиоактивного вещества в секунду. Радиоактивность воды измеряется в Бк/л, воздуха – Бк/м<sup>3</sup>. Беккерель – очень маленькая величина, поэтому часто используют кратные единицы: килобеккерель, 1 кБк = 1·10<sup>3</sup> Бк, мегабеккерель и т.д.

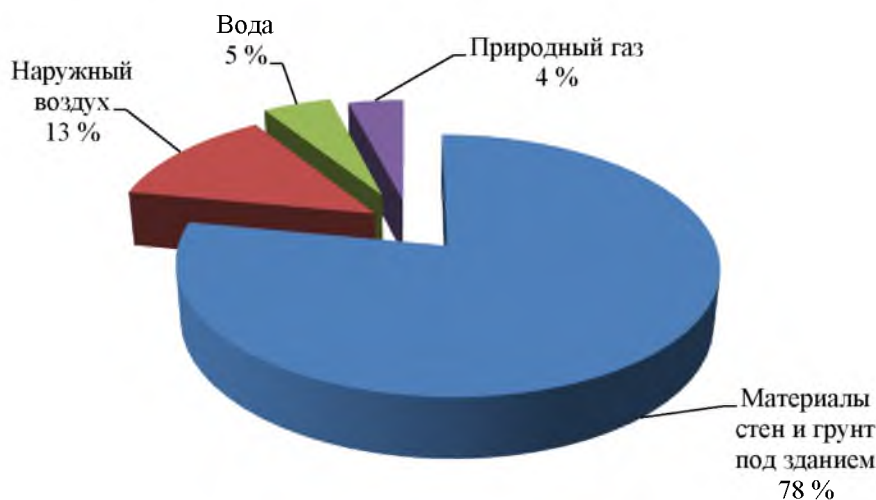


Рисунок 2 – Вклад различных источников выделения радона в окружающую среду

Наличие в окружающей среде высокой фоновой альфа-радиоактивности ведет к онкологическим заболеваниям населения. Так статистика в США показывает, что примерно 13 600 случаев смерти от онкологических легочных заболеваний связаны с облучением от радона воздуха и приблизительно 200 случаев - от облучения радоном, находящимся в питьевой воде.

Подземные воды в зависимости от омываемых ими пород могут содержать радон в концентрации от 1 до 500 Бк/л. В поверхностных водах концентрация радона, как правило, не превышает 2-5 Бк/л, главным образом из-за того, что радон успевает уйти в атмосферу за счет аэрации.

Из-за разнообразия условий радононакопления в водах в разных странах приняты различные величины предельно допустимых концентраций радона, которые ограничивают использование вод в хозяйственно-питьевом водоснабжении с высоким содержанием радона. Так, предельно допустимые концентрации установлены в Бк/л на уровне: Финляндии и Швеции – 300, Ирландии – 200, в Казахстане - 60 [2].

Однако наличие радона в подземных водах является лечебным фактором, который успешно применяется во всем мире. Радоновые воды используются в виде водных и грязевых ванн, воздушных ингаляций при лечении различных заболеваний. В зависимости от



концентрации радона в воде время нахождения больного в ванне регулируется временем.

По величине концентрации радона лечебные воды подразделяются (Бк/л) [3]: очень слабо радоновые 30-740; слабо радоновые 740-1480; радоновые средней концентрации 1480-7400; высокородоновые > 7400.

Установлено, что связь между минерализацией и концентрацией радона в воде отсутствует. Радоновые минеральные воды обладают разным химическим и газовым составом. Среди радоновых вод наибольшую ценность представляют воды, обогащенные углекислотой, кремнием, другими биологически активными элементами. Естественные радоновые воды, как правило, имеют низкую минерализацию до 2 г/л, а концентрация радона в них колеблется от 30 до 11100 Бк/л.

Вода санатория «Рахмановские ключи» по современной химической классификации относится к группе слабоминерализованных азотнокремнистых лечебных вод. Результаты исследований по содержанию радона в воде и атмосферном воздухе выполнены соответственно с применением приборов «Альфарад плюс» БВЕК 590000.001, радиометр аэрозолей РАА-10 и представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

*Содержание радона и торона в воде, используемой в санатории «Рахмановские ключи»*

| Место забора пробы воды                    | Результаты анализов  |   |
|--|--|---|
|  | Эквивалентная объемная активность радона и торона, Бк/м <sup>3</sup> | Удельная активность радионуклидов, Бк/л |
| Вода питьевого качества, ПДК = 60 Бк/л [4] |  |   |
| Питьевая вода из водопровода               | 45 – 109, среднее 80,3   | 1 – 2, среднее 1,3                      |
| Вода из озера                              | 106 – 115, среднее 89  | 3 – 5, среднее 4                        |
| Снег (талая вода)                          | 0  | 0                                       |
| Термальные воды                            |  |   |
| Закачиваемая из скважины                   | 278 – 353, среднее 312   | 8 – 12, среднее 10,7                    |
| Ванна № 3                                  | 1615 – 1721, среднее 1680  | 78 – 83, среднее 80,1                   |
| Ванна № 4                                  | 1692 – 1826, среднее 1764  | 87 – 91, среднее 89                     |
| Ванна № 5                                  | 1764 – 2041, среднее 1739  | 85 – 89, среднее 87                     |
| Ванна № 6                                  | 1984 – 2041, среднее 2008  | 86 – 102, среднее 94                    |
| Ванна № 10                                 | 1418 – 2269, среднее 1811  | 30 – 46, среднее 36                     |

Примечание. Определение содержания радионуклидов в воде проводилось с 12.01 по 18.01 2014 г.

Анализ полученных результатов показал:

1. Вода для хозяйственно-питьевого водоснабжения санатория «Рахмановские ключи» забирается с помощью каптажа из подземных источников, выклинивающихся в виде родников. Качество воды по содержанию в ней радона соответствует санитарным нормам и составляет в среднем 1,3 Бк/л (ПДК = 60 Бк/л).

2. Содержание радона в воде верхнего озера «Рахмановские ключи» в среднем составило 4 Бк/л, что соответствует нормативам по радону для воды питьевого качества. Содержание радона в выпавшем снеге отсутствует.

3. Термальная вода в ваннах (писцинах), устроенных на месте естественного выделения из земли радоновых вод, содержит радиоактивный газ радон в среднем 77,2 Бк/л, при этом изменения его находятся в пределах от 30 до 102 Бк/л. Наиболее низкое содержание газа радон в воде наблюдается в ванне № 10, в среднем 36 Бк/л.



4. Помещения ванн № № 3-6 имеют открытые между собой проемы.

Таблица 3

*Содержание радона в воздухе помещений санатория «Рахмановские ключи»*

| Наименование объекта       | Место проведения измерения       | Измеренная эквивалентная равновесная объёмная активность радона, Бк/м <sup>3</sup> |
|----------------------------|----------------------------------|--|
| Лечебный корпус № 1        | Кабинеты                         | 26   |
| Лечебный корпус № 2        | Ванны № 3 - 6                    | 73 – 88, среднее 79,6  |
|                            | Комната отдыха                   | 24   |
| Лечебный корпус № 3        | Ванна № 10                       | 84   |
|                            | Душевая                          | 36   |
|                            | Комната отдыха                   | 26   |
| Центр досуга               | Жилые домики № № 1 - 6           | 24 – 34, среднее 27,7  |
| Коттеджи                   | № № 1 - 6                        | 24 – 36, среднее 28,3  |
| Столовая, бар              | Зал, кухня                       | 26 – 32, среднее 28,3  |
| Бани                       | Вода радоновая                   | 74   |
|                            | Хоз.-питьевая вода               | 36   |
| Производственные помещения | Прачечная, пекарня, склады, офис | 26 – 36, среднее 32  |

Примечания. 1. В эксплуатируемых зданиях среднегодовая эквивалентная равновесная объёмная активность дочерних продуктов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м<sup>3</sup>; при проектировании новых зданий - 100 Бк/м<sup>3</sup> [2]. 2. Замеры содержания радионуклидов в воздухе помещений проводились с 12.01 по 18.01.2014 г.

Содержание радона в атмосферном воздухе жилых помещений не превышает 30 % от нормативной величины.

Согласно полученным данным термальные воды санатория «Рахмановские ключи» относятся к очень слабо радоновым. По своей целебной силе и составу Рахмановские термальные воды уникальны, содержание в них радона оптимально для организма человека. Ванны расположены непосредственно на термальных источниках, что позволяет использовать лечебную воду, не прибегая к ее разбавлению и искусственному подогреву.

Необходимо отметить, что при наличии нормальной радиационной обстановки в санатории оздоровительный эффект слабо радоновой воды Рахмановских ключей очень высокий для ряда заболеваний и не уступает таким всемирно известным здравницам, как Белокуриха, Цхалтубо и др.

#### Список литературы

1. Таубе П.Р. От водорода до...нобелия / П.Р. Таубе, Е.И. Руденко. - М.: Высшая школа, 1961. - 331 с.
2. О радиационной безопасности населения. - НРБ-99, РК.
3. Нефёдов В.Д. Радиохимия: Учеб. пособие для вузов / В.Д. Нефёдов, Е.Н. Текстер, М.А. Торопова. - М: Высшая школа, 1985. - 272 с.
4. Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, хозяйственно-питьевому водоснабжению, местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов РК. - № 554. - 2010.

Получено 22.08.2014



УДК 004.8

**Г. Жомартқызы, Т.Г. Балова**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**МОНИТОРИНГ РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ШКОЛ ВУЗА**

Основной задачей экономики, ориентированной на инновационный путь развития, является развитие научно-образовательной сферы, в которой собственно и формируется научно-технический и инновационный потенциал страны. Важным понятием в системе научного потенциала страны является научное сообщество – высококвалифицированные кадры, обеспечивающие как развитие практически всех направлений научной деятельности, так и подготовку кадров для отраслей экономики [1].

Особое место в процессе реализации научной деятельности принадлежит вузам, в первую очередь, университетам, осуществляющим научно-педагогическую деятельность, реализующим процесс воспроизводства и развития интеллектуального капитала страны [2]. Именно в университетах создается институциональная среда, позволяющая формировать научные школы, обеспечивать, наряду с получением новых знаний, «воспроизводство» научной культуры в последующих поколениях ученых, реализовывать интеллектуальный потенциал как лидера школы – «учителя», так и молодых ученых – «учеников».

Приоритетная задача интеграции науки и образования – это развитие научных школ, которое должно быть главным результатом взаимодействия фундаментальной науки и образования. Приобщение к исследованиям, проводимым учеными научных школ, является лучшей школой для молодежи.

Научные школы обеспечивают постоянный рост квалификации участников школы, наличие нескольких поколений в связках «учитель-ученик», то есть преемственность поколений [3]. Развитие научных школ и научно-педагогических коллективов является основой для развития фундаментальных научных исследований и повышения качества подготовки и квалификации научно-педагогических кадров.

Научные школы образуют ту динамическую единицу науки, которая обеспечивает преемственность научного знания и создаёт оптимальные условия для его развития. Научная школа – это основной элемент коллективного сохранения и умножения знаний, одно из условий поддержки качества исследований, а значит, и качества подготовки научных кадров. Научная школа представляет собой четко выраженное направление научных исследований, проводимых в рамках конкретных специальностей научных работников.

Выявление научных школ в последнее время приобретает все большую значимость в связи с разработкой и развитием механизмов оценки результативности деятельности организаций при проведении конкурсов на финансирование проектов, их аттестации, аккредитации. Наличие научных школ является одним из важнейших критериев для зарубежных научных фондов, заключающих договоры на совместные научные исследования и выделяющие гранты, а также критерием, учитываемым при установлении рейтинга организации [3].

Одной из качественных характеристик общего развития и потенциала определенного научного направления является состояние научных школ. Вопросы создания, реорганизации и координация деятельности научных школ регулируются вузом. В управлении научной и инновационной деятельностью вуза основным вопросом остается *мониторинг развития научных школ*.

Таким образом, выделение, фиксирование, развитие, мониторинг развития научных школ является одной из первостепенных задач науки и образования.

В работе для реализации функций мониторинга предлагается подход к выявлению научных школ вуза, основанный на кластеризации научного сообщества по общим интересам.

Общая структура мониторинга развития научных школ вуза представлена на рис. 1.

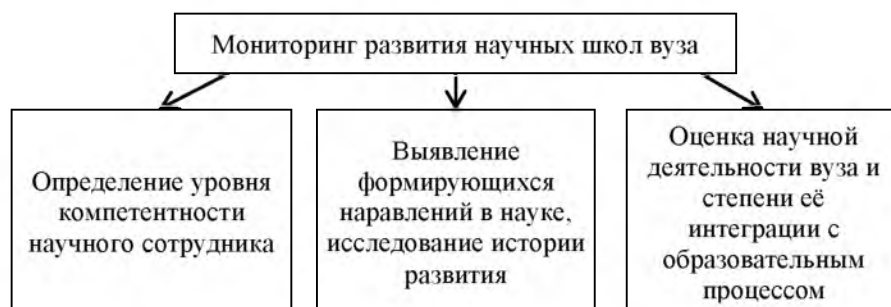


Рисунок 1 – Основные функции мониторинга развития научных школ вуза

Представленная схема организации мониторинга включает следующие основные функции: определение уровня компетентности научного сотрудника; выявление научных школ и научных направлений (формирующиеся направления в науке), исследование истории развития; оценка научной деятельности вуза и степени её интеграции с образовательным процессом.

Одним из подходов управления человеческим капиталом вуза является разработка модели специалиста (модели научного сотрудника).

В настоящее время можно выделить два способа создания и поддержки модели научного сотрудника: путем проведения обследования (квалификационный аудит организации) или путем отслеживания их работы в системе управления знаниями (научные документы, проекты) [4].

В работе поддерживается определение, данное в [4], где под моделью научного сотрудника понимается обоснованный набор взаимосвязанных свойств специалиста, которые могут быть формально описаны и использованы для поддержки эффективной работы со скрытыми знаниями.

В онтологии научных знаний модель специалиста имеет следующее формальное описание, включающее набор контекстных и контентных метаданных:

$$M_s = \{M_{context}, M_{content}\}, \quad (1)$$

где  $M_{context}$  – контекстные метаданные описания специалиста;  $M_{content}$  – контентные метаданные, описывающие компетентность специалиста.

Контекстные метаданные  $M_{context}$  специалиста включают в себя следующие показатели:

- идентификация (ФИО, фотография, дата рождения, место работы);

- контактная информация (почтовый и электронный адрес, адрес персональной веб-страницы, номера телефонов);
- образование (дипломы, сертификаты и т. д.);
- профессиональные достижения (гранты, места в конкурсах, грамоты, медали и пр.).

Контентные метаданные  $M_{content}$  представляют описание компетентности специалиста как набор показателей его компетентности:

$$M_{content} = \{C_{sa}, C_{cs}, C_{oe}\}, \quad (2)$$

где  $C_{sa}$  – компетентность специалиста в областях знаний, соответствующих рубрикам, описанным как классы в онтологии научных знаний  $O_{ИЗ}$ ;  $C_{cs}$  – показатель продуктивности научной деятельности специалиста (уровень разбросанности компетенции специалиста);  $C_{oe}$  – общая оценка научной деятельности.

Модель научной деятельности отдельного научного сотрудника определяется с помощью факторов научной активности. Эти факторы в онтологической информационной модели сгруппированы в следующие классы: Event (События), Project (Проекты), Publication (Публикации) (рис. 2).



Рисунок 2 – Классы информационной модели, используемые для моделирования деятельности научного сотрудника вуза

Описание специалиста в соответствии с данной моделью называется *профилем* специалиста (метаданные, описывающие специалиста).

*Расчет продуктивности научной деятельности специалиста (сотрудника вуза).* Для оценки продуктивности научной деятельности сотрудника вуза предлагается использовать уровень разбросанности его компетенции.

Модель научной деятельности отдельного научного сотрудника (класс *Person*) определяется с помощью факторов научной активности. Эти факторы в онтологической модели сгруппированы в классы онтологии. Ниже приведены связи класса *Person* и класса фактора научной активности онтологической модели:

$$P_i \equiv P \cap \exists PersonHasIR. IR,$$

$$IR_i \equiv IR \cap \forall publHasDivis. SD_i (SD),$$

где  $P$  – персоны,  $IR$  – информационные ресурсы,  $SD$  – область знаний.

Каждый научный сотрудник работает хотя бы в одной области знаний по рубрике ВИНТИ [5]. Поэтому классификация факторов научной активности осуществляется с помощью данного рубрикатора отраслей знаний до 3 уровня, например:

Кибернетика → Искусственный интеллект → Инженерия знаний  
 Кибернетика → Искусственный интеллект → Экспертные системы  
 Кибернетика → Теория моделирования → Математическое моделирование.

Для анализа компетенции сотрудника по направленности определенной области знаний (рубрике) в данной работе предлагается метод вычисления показателя *продуктивности научной деятельности специалиста*  $C_{CS}$ .

Продуктивность научной деятельности специалиста  $C_{CS}$  вычисляется с помощью энтропии. Чем больше группируется количество работ сотрудника по определенной рубрике, тем меньше энтропия и выше компетенция научного сотрудника [6]. Сотрудник, который имеет высокую энтропию, как правило, работает по нескольким направлениям областей знаний/рубрики, то есть, человек имеет более низкую научную компетенцию:

$$C_{CS} = -\sum_i^N P_i \cdot \log_2(P_i), \quad (3)$$

$$P_i = \frac{P_i}{P}, \quad (4)$$

где  $P_i$  – количество работ сотрудника по рубрике  $i = \overline{1, N}$ ;  $P$  – общее количество работ сотрудника.

Эмпирическим путем были определены пороговые значения продуктивности научной деятельности специалиста  $C_{CS}$ :

$0 < C_{CS} < 1$  - высокий уровень;

$1 \leq C_{CS} < 2$  - средний уровень;

$C_{CS} \geq 2$  - низкий уровень.

Анализ результатов персонального расчета  $C_{CS}$  для ведущих ученых вуза по областям знаний: «Общая физика», «Физика твердых тел», «Физика атома и молекулы», «Физика газов и жидкостей» и «Ядерная физика», подтверждает применимость формулы расчета энтропии научной компетентности для вычисления научной компетенции сотрудника.

*Расчет общей оценки научной деятельности специалиста (сотрудника вуза).* Продуктивность научной деятельности специалиста – количественный показатель, отражающий знания, навыки и умения по научному направлению соответствующей специальности.

Для принятия управленческих решений в разрезе разных подразделении вуза также необходим качественный анализ – определение профессиональной компетентности сотрудника/специалиста.

Каждый научный сотрудник имеет траекторию образовательной и научной деятельности (рис. 3): научная деятельность, образовательная деятельность, участие в конкурсах и грантовых проектах, международная мобильность.



Рисунок 3 - Направления научной деятельности вуза

Эта схема оценки позволяет вычислить качественную характеристику общей оценки научной деятельности сотрудника.

Сотрудник вуза с высоким показателем научной деятельности:

- работает по всем направлениям научной деятельности;
- имеет высокий или средний показатель  $C_{CS}$ .

Сотрудник вуза со средним показателем научной деятельности:

- разрабатывает только образовательные курсы или участвует только в финансируемых проектах;
- имеет средний уровень продуктивности научной деятельности  $C_{CS}$ .

Сотрудник вуза с низким показателем научной деятельности:

- разрабатывает только образовательные курсы;
- имеет низкий показатель  $C_{CS}$ .

Подход к выявлению научных школ вуза, основанный на кластеризации научного сообщества вуза по общим интересам. Каждая научная школа или научное направление формирует научное сообщество по интересам и развивается в соответствии с определенными рубриками областей знания [7]. В качестве рубрикатора используется рубрикатор отраслей знаний ВИНТИ. В предлагаемом подходе модель научного сообщества описывается следующим образом:

$$M_{SC} = \{r_{1.1}, r_{1.2}, r_{2.3}, \dots\},$$

где  $r_i$  – рубрики, соответствующие отдельным направлениям науки и техники (одна подрубрика может быть в составе нескольких научных направлений).

Модель научного сообщества приведена на рис. 4.

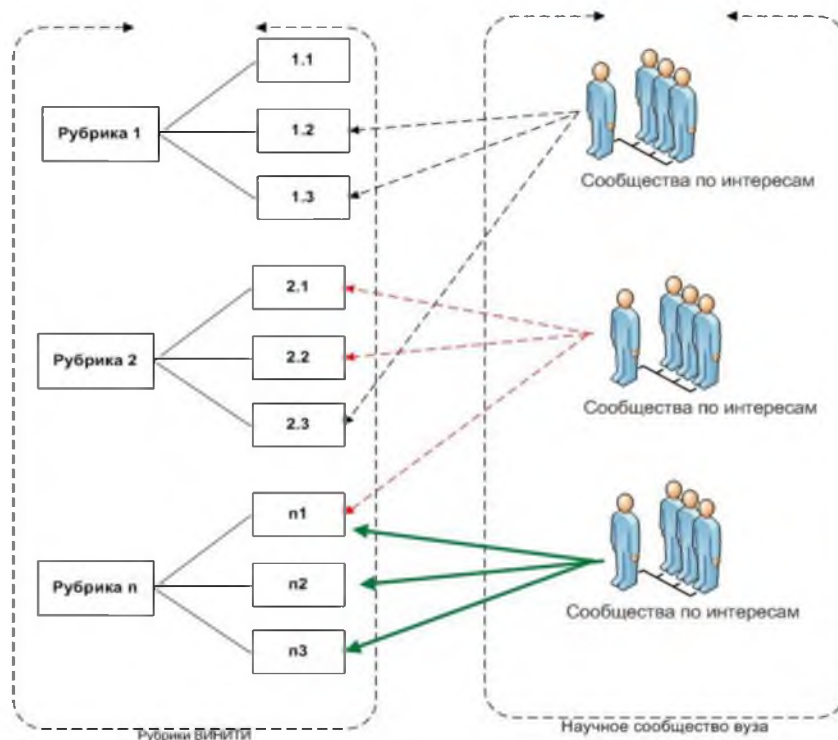


Рисунок 4 – Научное сообщество вуза на основе общих интересов

В предлагаемом подходе для выявления научных школ и научных направлений необходимо провести кластеризацию членов научного сообщества вуза на основе общих их интересов.

Для выявления научных школ и научных направлений в модели научного сообщества используется метод кластеризации DBSCAN. Основанием выбора плотностного метода кластеризации DBSCAN послужили следующие основные преимущества данного метода:

- идентификация количества кластеров (на основе понятия плотности точек);
- алгоритм кластеризации способен распознать кластеры различной формы;
- устойчивость к шумовым объектам.

Идея, положенная в основу алгоритма, заключается в том, что внутри каждого кластера наблюдается типичная плотность точек (объектов), которая заметно выше, чем плотность снаружи кластера (рис. 5). Плотность в областях с шумом ниже плотности любого из кластеров. Для каждой точки кластера её соседство заданного радиуса должно содержать не менее некоторого числа точек, это число точек задаётся пороговым значением [8, 9].

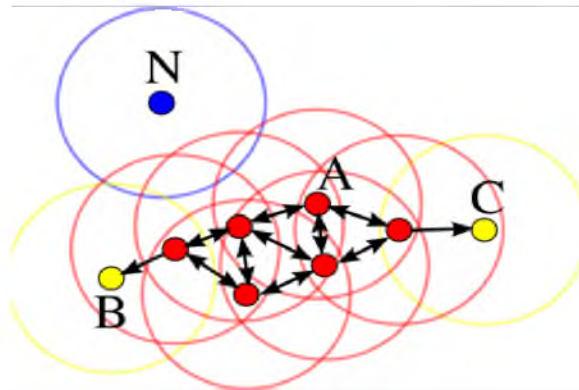


Рисунок 5 – Пример кластера произвольной формы:  
A - ядровая точка; B, C - граничные точки.

Кластер  $C_j$  – это не пустое подмножество объектов, удовлетворяющее следующим условиям, при заданных  $Eps$  и  $MinPt$ , где  $Eps$  - максимальное расстояние между соседними точками,  $MinPt$  - минимальное число соседних точек:

- $\forall p, q$ : если  $p \in C_j$  и  $q$  плотностижим из  $p$ , то  $q \in C_j$ , при заданных  $Eps$  и  $MinPt$ ;
- $\forall p, q \in C_j$ :  $p$  плотно связан с  $q$ , при заданных  $Eps$  и  $MinPt$ .

Ниже для подробного описания точек приведен рис. 6.



Рисунок 6 – Виды точек, формирующие классы в алгоритме DBSCAN

Таким образом, кластер – это множество плотносвязанных точек. В каждом кластере содержится хотя бы *MinPt* документов.

Для выполнения задачи кластеризации модель научного сообщества переводится в бинарную матрицу (рис. 7). Значения элементов матрицы соответствуют наличию или отсутствию работ по соответствующей рубрике.

| Члены научного сообщества вуза | Рубрики |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                | 0       | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1                              | 0       | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |   |
| 1                              | 0       | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |   |
| 1                              | 0       | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |   |
| 1                              | 0       | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |   |
| 0                              | 0       | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |   |
| 1                              | 0       | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |   |

Рисунок 7 – Матрица описания модели научного сообщества

Алгоритм кластеризации на основе плотности точек описан ниже [8].

*Вход:* множество объектов  $Q$ , параметры -  $Eps$  (расстояние между объектами класса),  $MinPt$ .

*Определение непосредственно плотностижимых точек:*

$$p \in N_{Eps}(q), \quad |N_{Eps}(p)| \geq MinPt,$$

где  $q$  - ядровая точка,  $p$  - граничная точка. Точка  $p$  непосредственно плотностижима от точки  $q$ .

*Определение всех плотностижимых, плотносвязанных точек текущего класса:*

$$p \leftarrow p_{(i+1)} \leftarrow p_i \leftarrow q,$$

$$p \in N_{Eps}(p_k), \quad |N_{Eps}(p_k)| \geq MinPt.$$

*Выход:* множество кластеров

*Шум* - подмножество объектов, которые не принадлежат ни одному кластеру,

$$p \in Q | \forall j \notin C, j = 1, |C|.$$

Для определения метрики расстояния между объектами используется косинусная мера близости объектов.

Для апробации предлагаемого подхода было выбрано научное сообщество ВКГТУ им. Д. Серикбаева и Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе [10]. Рассмотрены труды, научные направления и члены научного сообщества данных институтов. Результаты численных экспериментов подтвердили работоспособность используемого алгоритма кластеризации.

Данные исследования проводятся в рамках гранта № 0213PK00305 «Разработка онтологической базы знаний e-университета».

#### Список литературы

1. Криворученко В.К. Научные школы – важнейший элемент науки. url: <http://www.mosgu.ru/nauchnaya/school/>.
2. Трубина И.О. Формирование позитивной мотивации персонала вузов в процессе образования и развития научных школ / И.О. Трубина, И.Н. Забелина // Креативная экономика. – 2011. – № 1 (49). – С. 30–36.
3. НЦ НТИ РК. Научные школы и приоритетные направления развития страны. URL: <http://exclusive.kz/bez-rubriki/22068>.



4. Тузовский А.Ф. Создание и использование базы знаний профилей компетентности специалистов организаций // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 310. – № 2. – С. 186-189.
5. Всероссийский институт научной и технической информации. – url: <http://scs.viniti.ru/rubtree/main.aspx?tree=RV>.
6. Baesso Procaci T. Wolfgang MatsuiSiqueira S. and Cristina Vasconcelos de Andrade L. (2014). Finding Reliable People in Online Communities of Questions and Answers. – Analysis of Metrics and Scope Reduction. In Proceedings of the 16th International Conference on Enterprise Information Systems. – P. 526-535. – DOI: 10.5220/0004954005260535.
7. Iván Cantador, Pablo Castells: Extracting multilayered Communities of Interest from semantic user profiles: Application to group modeling and hybrid recommendations. Computers in Human Behavior 27(4): 1321-1336 (2011).
8. Большакова Е.И. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика: Учеб. пособие / Е.И. Большакова, Э.С. Клышинский, Д.В. Ландэ и др. – М.: МИЭМ, 2011. – 272 с.
9. Алгоритмы интеллектуального Интернета. Передовые методики сбора, анализа и обработки данных. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 480 с., ил. ISBN 978-5-93286-186-8.
10. Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе. – url: <http://www.ioffe.ru/>.

Получено 24.09.2014

---

УДК 004.942

**А.Н. Касенова, С.Ж. Рахметуллина**

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

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ДВУХСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛАХ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА АДАПТИВНЫХ СЕТОК**

Металловедение – это одна из наиболее актуальных наук на данное время, поскольку изучение строения и свойств металлов, а также закономерностей изменения структуры под воздействием внешних факторов важны для модификации свойств металлов, упрочнения поверхностного слоя и создания новых металлов. Безусловно, одним из эффективных подходов в исследовании свойств металлов является математическое и компьютерное моделирование процессов в металлах. Математическое и компьютерное моделирование процессов теплопроводности в двухслойных материалах в зависимости от параметров воздействия дает возможность прогнозировать, какие именно структуры и фазы формируются в материалах в зависимости от достигаемых в процессе воздействия температур [1-4]. На основе результатов моделирования можно выбирать параметры воздействия так, чтобы формировать достаточно высокие температуры на границе покрытия с подложкой для ускорения диффузионных процессов с целью улучшения адгезии покрытия к подложке.

В данной статье рассматривается подход решения задачи теплопроводности с использованием метода адаптивных сеток. Преимущество данного подхода заключается в том, что на адаптивных сетках с небольшим количеством узлов можно добиться такой же точности решения, как на регулярных сетках с очень большим числом узлов. В двухслойных материалах в точках воздействия источника градиент температуры значительно выше, чем вдали от источника и использование метода адаптивных сеток позволяет адаптироваться расчетной сетке под поведение искомой функции, чем больше градиент функции, тем гуще сетка. В результате получаются не просто криволинейные сетки, а сетки, которые приспособляются к процессу изменения температуры на рассматриваемой области [5, 6].

Постановка задачи. Рассмотрим следующую постановку задачи теплопроводности [1, 2]. Удельный тепловой поток на расстоянии  $r$  от точки пересечения оси симметрии пучка с поверхностью образца задается выражением

$$q(r) = q_{\max} \cdot \exp(-k \cdot r^2), \quad (1)$$

где  $q_{\max} = \frac{k \cdot N}{\pi}$ ;  $N$  – мощность пучка;  $N = U_k \cdot I$ ;  $U_k$  – катодное напряжение;  $I$  – сила тока пучка;  $k$  – коэффициент сосредоточенности теплового потока;  $k = \frac{1,125}{R_p^2}$ .

Рассматривается образец бесконечной пластины толщины  $h$ , лежащей на поверхности полупространства, заполненного веществом с заданными теплофизическими характеристиками. В момент времени  $t_0 = \frac{x_0}{v}$  на поверхности начинает действовать нормально-круговой источник, центр которого движется равномерно со скоростью  $v$  по оси  $X$ , и выключается в момент времени  $t_1 = -t_0$ , причем моменту времени  $t = 0$  соответствует прохождение центром пучка точки с координатами  $(0,0)$  (рис. 1).

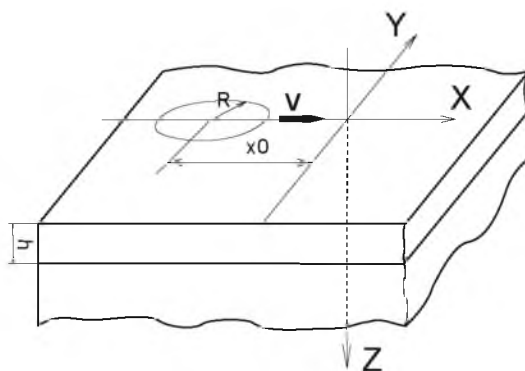


Рисунок 1 - Схематическое изображение двухслойного образца с движущимся пятном при нагреве электронным пучком с указанием выбора системы координат

Нагрев происходит в вакууме и единственным механизмом тепловых потерь с нагреваемой поверхности покрытия является тепловое излучение, описываемое уравнением Стефана-Больцмана

$$p = \sigma \cdot \varepsilon \cdot T^4, \quad (2)$$

где  $p$  – поверхностная плотность мощности излучения  $\left(\frac{Вт}{м^2}\right)$ ;  $\sigma$  – постоянная Стефана-Больцмана;  $\varepsilon$  – коэффициент черноты для материала покрытия.

Необходимо найти функции  $T_1(x, y, z, t)$  – температура покрытия, и  $T_2(x, y, z, t)$  – температура подложки, определенные в областях  $S_1$  и  $S_2$ , соответственно. Область  $S_1$  определяется неравенствами  $0 \leq z < h$ ,  $t_0 \leq t \leq t_1$ , а область  $S_2$  неравенствами  $h \leq z < \infty$  и  $t_0 \leq t \leq t_1$  для обеих областей  $x \in (-\infty, \infty)$  и  $y \in (-\infty, \infty)$ .

Рассмотрим точку  $P$ , принадлежащую поверхности двухслойного материала, тогда уравнение теплопроводности описывается следующими выражениями:

$$\frac{\partial T_1}{\partial t} = \frac{1}{c_1 \rho_1} \left( \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda_1 \cdot \frac{\partial T_1}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial z} \right) \right), \quad (3)$$

$$\frac{\partial T_2}{\partial t} = \frac{1}{c_2 \rho_2} \left( \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda_2 \cdot \frac{\partial T_2}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial z} \right) \right), \quad (4)$$

где  $r = \sqrt{(X_y(t) - x)^2 + y^2}$  – расстояние от точки  $P$  до центра нормально-кругового источника,  $X_y(t) = X_0 + v \cdot t$ ;  $\lambda_1 = \lambda_1(T)$ ,  $\lambda_2 = \lambda_2(T)$  – коэффициенты теплопроводности материала покрытия и подложки, соответственно, рассматриваемые как функции от температуры;  $C_1 = C_1(T)$  и  $C_2 = C_2(T)$  – удельные теплоемкости материала покрытия и подложки, соответственно, также рассматриваемые как функции температуры;  $\rho_1$  и  $\rho_2$  – плотности материалов покрытия и подложки.

Задача (3)-(4) решается при следующих начальных и краевых условиях:

– начальные условия:

$$T_1(x, 0) = T_2(x, 0) = T^0, \quad (5)$$

где  $T^0$  – начальная температура образца;

– краевые условия:

$$\text{при } z = 0, x = p \quad \lambda_1 \cdot \left( \frac{\partial T_1}{\partial z} \right)_p = q_{\max} \cdot \exp(-kr^2) - \sigma \varepsilon \left( (T_1)_p \right)^4; \quad (6)$$

$$\text{при } z = h \quad \lambda_1 \cdot \left( \frac{\partial T_1}{\partial z} \right) = \lambda_2 \cdot \left( \frac{\partial T_2}{\partial z} \right), T_1 = T_2; \quad (7)$$

$$\text{при } z = \infty \quad T_2(x, z, t) = T_0, \quad (8)$$

где  $P(x, 0)$  – точка на поверхности покрытия, а  $(T_1)_p = T_1(x, y, 0)$  и  $\left( \frac{\partial T_1}{\partial z} \right)_p$  – соответственно

значения температуры и нормальной производной температуры в точке  $P$ ;  $\sigma$  – постоянная Стефана-Больцмана;  $\varepsilon$  – коэффициент черноты для материала покрытия;  $\lambda_1$  – коэффициент теплопроводности материала покрытия (зависящий от температуры);  $r = (X_0 + v \cdot t) - x$  – расстояние от точки  $P$  до центра нормально-кругового источника;  $z = h$  граница раздела покрытия и подложки;  $\lambda_2 = \lambda_2(T_2)$  – коэффициент теплопроводности материала подложки.

Численное решение. Рассматривается двумерная по пространству задача, при вычислении значений функций  $\lambda_1(T)$  и  $\lambda_2(T)$  используется полиномиальная интерполяция по табличным значениям коэффициентов теплопроводности никеля и железа, то есть на каждом шаге по времени коэффициент теплопроводности является константой.

Для численного решения поставленной задачи применен метод переменных направлений на равномерной неподвижной и адаптивной сетке с шагом  $h > 0$  [5].

Рассмотрен разностный аналог дифференциальной задачи (3)-(8) и начальные, граничные условия [7].

Начальное условие :

$$T_{1,i,j}^{n+1} = T_0, \quad T_{2,i,j}^{n+1} = T_0, \quad i = \overline{1, n_1}, j = \overline{1, n_2} \quad (9)$$

Краевое условие для  $z=0$ :

$$T_{1,p,1}^{n+1} = T_{1,p,2}^{n+1} - \frac{h_2}{\lambda_1} \left[ q_{\max} \cdot \exp\left(-k \cdot ((x_0 + v \cdot t) - (i-1)h_1)^2\right) - \sigma \cdot \varepsilon \cdot (T_{1,p,1}^n)^4 \right], \quad (10)$$

$$p = x_0 + v \cdot \tau, \quad i = \overline{1, n_1}.$$

Краевое условие для границы  $z=h$ :

$$T_{1,i,n_2/2}^{n+1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} T_{1,i,n_2/2-1}^{n+1} + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} T_{2,i,n_2/2+1}^{n+1}, \quad i = \overline{1, n_1} \quad (11)$$

$$T_{2,i,n_2}^{n+1} = T_0, \quad i = \overline{1, n_1}, j = \overline{1, n_2}. \quad (12)$$

Граничное условие при  $z=0$ :

$$\begin{aligned} -\tau \frac{\lambda_{1,i-1/2,j}}{c_1 \rho_1 h_1^2} T_{1,i-1,j}^{n+1/2} + \left( 1 + \tau \frac{\lambda_{1,i-1/2,j}}{c_1 \rho_1 h_1^2} + \tau \frac{\lambda_{1,i+1/2,j}}{c_1 \rho_1 h_1^2} \right) T_{1,i,j}^{n+1/2} - \tau \frac{\lambda_{1,i+1/2,j}}{c_1 \rho_1 h_1^2} T_{1,i+1,j}^{n+1/2} = \\ = T_{1,i,j}^n + \frac{\tau}{c_1 \rho_1 h_2} \left[ \lambda_{1,i,j+1/2} \frac{T_{1,i,j+1}^n - T_{1,i,j}^n}{h_2} - \lambda_{1,i,j-1/2} \frac{T_{1,i,j}^n - T_{1,i,j-1}^n}{h_2} \right]. \end{aligned} \quad (13)$$

Граничное условие при  $z=h$ :

$$\begin{aligned} -\tau \frac{\lambda_{1,i,j-1/2}}{c_1 \rho_1 h_2^2} T_{1,i,j-1}^{n+1} + \left( 1 + \tau \frac{\lambda_{1,i,j-1/2}}{c_1 \rho_1 h_2^2} + \tau \frac{\lambda_{1,i,j+1/2}}{c_1 \rho_1 h_2^2} \right) T_{1,i,j}^{n+1} - \tau \frac{\lambda_{1,i,j+1/2}}{c_1 \rho_1 h_2^2} T_{1,i,j+1}^{n+1} = \\ = T_{1,i,j}^{n+1/2} + \frac{\tau}{c_1 \rho_1 h_1} \left[ \lambda_{1,i+1/2,j} \frac{T_{1,i+1,j}^{n+1/2} - T_{1,i,j}^{n+1/2}}{h_1} - \lambda_{1,i-1/2,j} \frac{T_{1,i,j}^{n+1/2} - T_{1,i-1,j}^{n+1/2}}{h_1} \right]. \end{aligned} \quad (14)$$

Система решается методом прогонки.

Алгоритм метода адаптивных сеток заключается в следующем:

1) на первом шаге по времени берется равномерная сетка на отрезке  $[0,1]$  с шагом  $h = 1/N$ ,  $x_j^0 \in [0,1]$  – узлы этой сетки,  $x_h^0$  – решение на равномерной сетке;

метод эквираспределения:

$$\frac{\partial}{\partial \xi} \left( \omega \frac{\partial x}{\partial \xi} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \omega \frac{\partial x}{\partial \eta} \right) = 0, \quad (15)$$

$$\frac{\partial}{\partial \xi} \left( \omega \frac{\partial y}{\partial \xi} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \omega \frac{\partial y}{\partial \eta} \right) = 0; \quad (16)$$

2) строится управляющая функция

$$\omega = 1 + \alpha \left( \left( \frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial T}{\partial y} \right)^2 \right)^{1/4} \quad (17)$$

для нахождения  $n$ -го приближения  $x^n, y_h^n$ ;

$g_{11} = x_\xi^2 + y_\xi^2$   $g_{22} = x_\eta^2 + y_\eta^2$   $g_{12} = x_\xi x_\eta + y_\xi y_\eta$   $J = x_\xi y_\eta - y_\xi x_\eta$  – метрические коэффициенты;

3) методом прогонки решается задача

$$J \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial \xi} \left( \lambda \frac{g_{22}}{J} \frac{\partial T}{\partial \xi} - \lambda \frac{g_{12}}{J} \frac{\partial T}{\partial \eta} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \lambda \frac{g_{11}}{J} \frac{\partial T}{\partial \eta} - \lambda \frac{g_{12}}{J} \frac{\partial T}{\partial \xi} \right) \quad (18)$$

для определения координат узлов новой сетки  $x_j^{n+1} \in [0,1]$ ;

4) на построенной сетке  $x_j^{n+1} \in [0,1]$  находится решение разностной задачи на адаптивной сетке.

Алгоритм численной реализации математической модели распространения температуры в двухслойном материале с применением метода переменных направлений на адаптивной сетке состоит из следующих шагов:

- на первом шаге по времени присваиваются значения функции, рассчитанные на равномерной сетке;

- строится управляющая функция и с помощью управляющей функции определяются координаты узлов новой сетки;

- на построенной сетке находится решение разностной задачи на адаптивной сетке.

Компьютерная реализация. Численный алгоритм методом переменных направлений реализован программно на языке программирования Visual Fortran, для визуализации результатов расчетов использованы графики и анимация в программе TecPlot. Расчеты получены с точностью  $\varepsilon = 0,00001$ . Данные, полученные в результате работы системы, отображающие распределение температурного поля на равномерном графике, представлены на рис. 2 и 3. Распределение температуры на адаптивной сетке представлено на рис. 4 и 5. На рис. 4 и 5 можно увидеть, что сгущение сетки происходит там, где наиболее высокая температура (на графике выделена область), и сгущение передвигается вместе с источником.

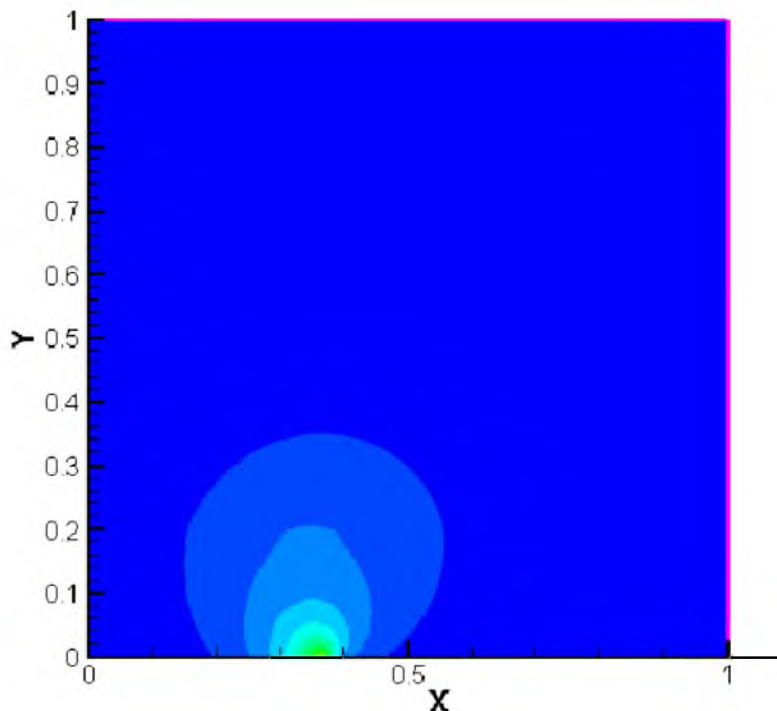


Рисунок 2 – Распределение температуры в начальный момент времени на равномерной сетке

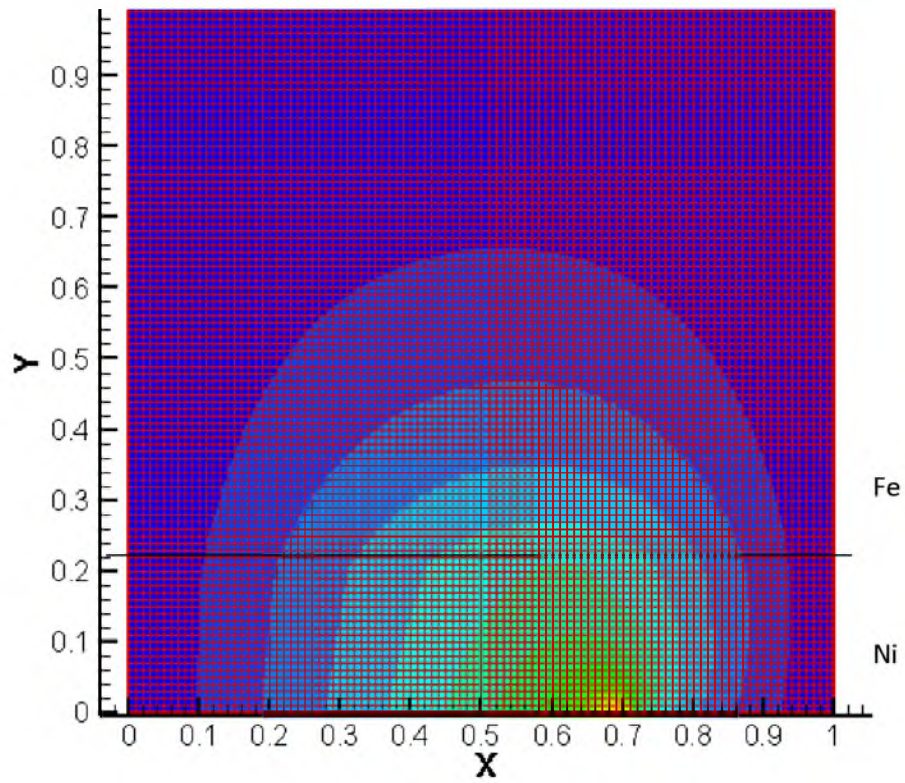


Рисунок 3 – Распределение температуры в конечный момент времени на равномерной сетке

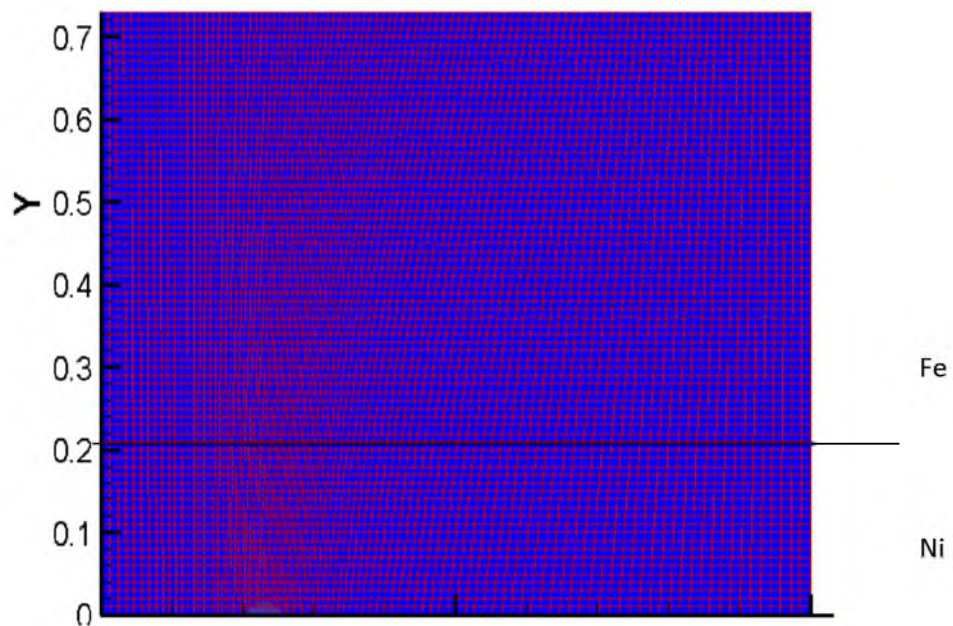


Рисунок 4 – Распределение температуры в начальный момент времени на адаптивной сетке



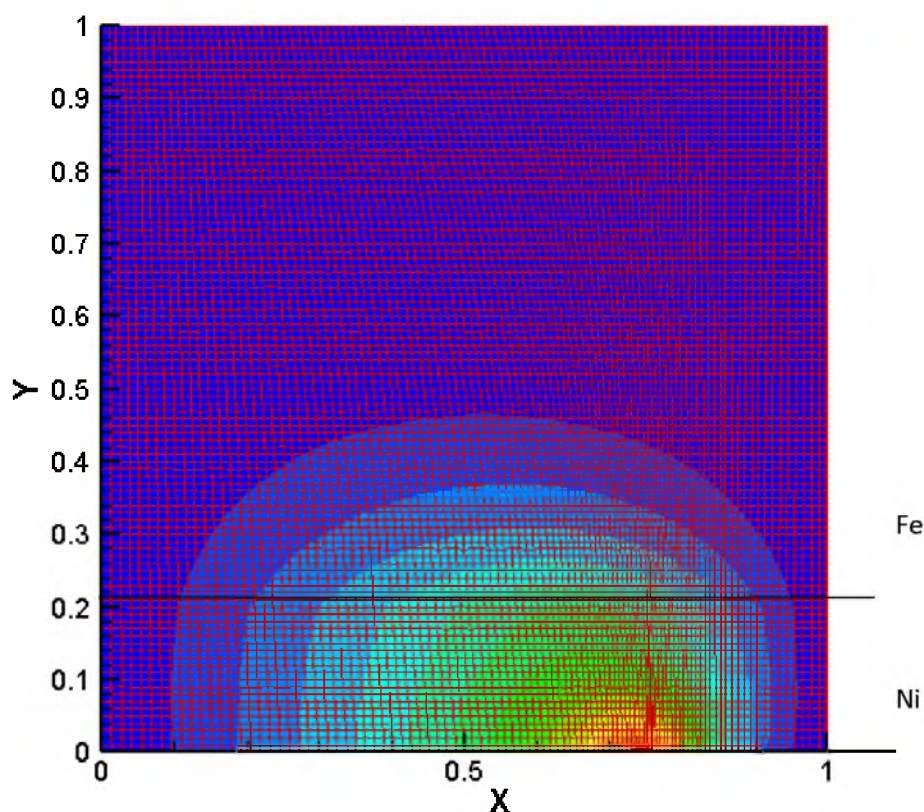


Рисунок 5 – Распределение температуры в конечный момент времени на адаптивной сетке

Таким образом, в данной статье предложено решение нелинейной задачи теплопроводности двухслойных поглотителей под воздействием движущегося источника с использованием метода адаптивных сеток. Решение применено для расчетов температурных полей, образующихся при нагреве двухслойных металлических поглотителей, результаты расчетов показали, что данный подход может быть применен для решения задач теплопроводности в двухслойных поглотителях. Результаты расчетов согласуются с результатами предыдущих исследований авторов публикаций [1-4]. Расчетные температурные профили позволяют прогнозировать достижение заданных температур на поверхности покрытия и на границе покрытия с подложкой при использовании определенных параметров источника (мощности, времени воздействия). Представленный в данной работе метод решения уравнения теплопроводности на равномерной и адаптивной сетке может использоваться как составной элемент при создании численных алгоритмов решения и более трудных задач, таких, например, как система уравнений фильтрации или система Навье-Стокса.

#### Список литературы

1. Darya Alontseva, Alexander Krasavin, Alexander Pogrebnyak, Alyona Russakova Modification of Ni -Based Plasma Detonation Coatings by a Low-Energy DC E-beam// Acta Physica Polonica A, 2013, Vol. 123, No 5, P.867-870.
2. Алонцева Д.Л. Модификация электронным облучением структурно-фазового состояния и свойств плазменно-детонационных покрытий на основе Ni-Cr. / Д.Л. Алонцева, А.Л. Красавин, А.Д. Погребняк и др. // Перспективные материалы. - 2013. - № 1. - С. 5-12.

3. Евтушенко А.А. Расчет температурного поля при лазерном облучении слоистого композита / А.А. Евтушенко, Е.Г. Иваник, Я. Матысяк // Инженерно-физический журнал. - 1999. - Т. 72. - № 1. - С. 132-137.
4. Dauletbekova A., Schwartz K., Sorokin M.V., Maniks J., Rusakova A., Koloberdin M., Akilbekov A., Zdorovets M. LiF crystals irradiated with 150MeV Kr ions: Peculiarities of color center creation and thermal annealing. Nuclear Instruments and methods in Physics Research B. - 2013. - Vol. 295. - P. 89-93.
5. Хакимзянов Г.С. Разностные схемы на адаптивных сетках: Задачи для уравнений в частных производных с одной пространственной переменной / Г.С. Хакимзянов, Ю.И. Шокин. - Новосибирск, 2005. - Ч. 1.
6. Шокин Ю.И. О монотонизации явной схемы предиктор-корректор / Ю.И. Шокин, Ю.В. Сергеева, Г.С. Хакимзянов // Вестник КазНУ. Серия: Математика, механика, информатика. - 2005. - № 2. - Алматы, 2005. - С. 103-114.
7. Самарский А.А. Теория разностных схем. - М.: Наука, 1983.

Получено 25.08.2014

УДК 681.586:53.087.92

**Ф.У. Маликова, О.В. Киселева**

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

**П.Т. Харитонов**

Пензенский государственный университет, Россия, Пенза

#### ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ АВТОГЕНЕРАТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ЕМКОСТНЫХ ДАТЧИКОВ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Актуальность задачи измерения RLC-параметров остается высокой, так как параметрические датчики весьма широко применяются в научно-технической практике. Так например, в последнее время создан ряд емкостных датчиков в микроминиатюрном исполнении [1], которые характеризуются малыми значениями рабочей емкости. Благодаря относительной простоте и надежности, а также удобству использования в информационных и управляющих системах в качестве преобразователей емкости в унифицированные сигналы частотно-временной группы широко используются RC- и LC- генераторы.

Важным недостатком применения параметрических генераторов является то, что частота колебаний на их выходе связана с параметрами частотозависимой цепи, включающей измеряемую емкость, нелинейной зависимостью. Это не позволяет непосредственно использовать такие преобразователи для измерения малых ёмкостей. Для линеаризации характеристики преобразования используются адаптивные к изменению ёмкости датчика схемы с автоподстройкой других элементов (чаще всего резисторов). Однако изменение сопротивления подстроечного резистора также должно быть нелинейным, что затрудняет его реализацию и вносит дополнительные погрешности.

Растущие требования к точности и метрологической надежности средств измерения, в том числе преобразователей, используемых для применения совместно с параметрическими датчиками неэлектрических величин, стимулируют поиск новых и совершенствование известных способов измерения. Здесь, прежде всего, актуально использование методов, разработанных в теории систем автоматического регулирования, в частности теории инвариантности. На основании результатов исследований в данной области [2] предлагается схема генераторного преобразователя для емкостных датчиков, реализующая принцип временного разделения каналов преобразования и ориентированная на использование в составе измерительно-вычислительных комплексов.



Идея построения преобразователя заключается в том, что в типовой схеме RC-генератора измеряемая емкость включается не в частотозависимую цепь, а в интегратор (рис. 1).

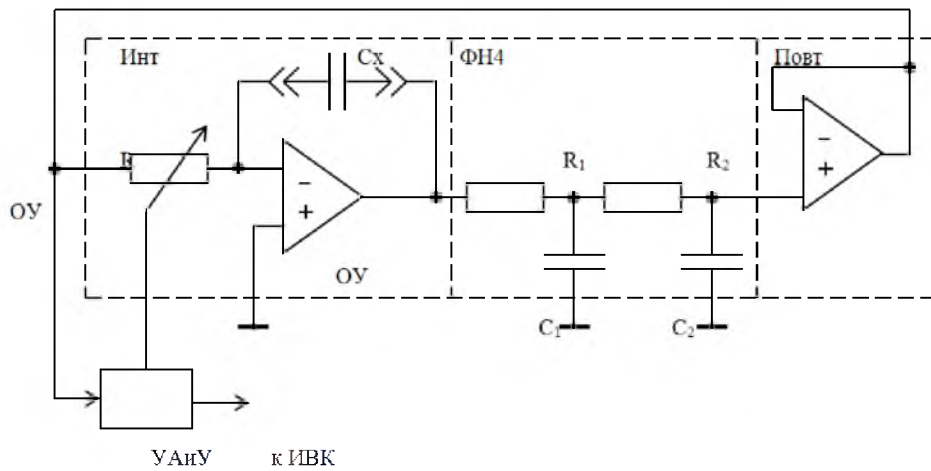


Рисунок 1 – Схема преобразователя

Схема содержит частотозависимую цепь – фильтр нижних частот ФНЧ – на двух RC-цепочках  $R_1C_1$  и  $R_2C_2$ , повторитель напряжения Повт на операционном усилителе ОУ, а также интегратор Инт на ОУ, в цепь отрицательной обратной связи которого включается измеряемая емкость  $C_x$  датчика, а вход соединяется с выходом повторителя через управляемый резистор сопротивлением  $R$ . Изменение значения  $R$  производится по сигналу узла анализа и управления УАиУ.

Условие существования в схеме автоколебаний имеет вид

$$k = \frac{R_1 R_2}{\left( \frac{R_1 + R_2}{C_1} + \frac{R_1}{C_2} \right)} > C_x R. \quad (1)$$

При этом частота колебаний определяется параметрами частотозависимой цепи ФНЧ:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2}}. \quad (2)$$

Из выражения (1) следует, что автоколебания возникают (и прекращаются) при достижении соотношения

$$k = C_x R. \quad (3)$$

Таким образом, если изменять значение  $R$  до возникновения ( $R_+$ ) или прекращения ( $R_-$ ) автоколебаний, т.е. до достижения равенства (3), то можно определить искомое значение  $C_x$  из простого соотношения

$$C_x = k/R_+ = k/R_-. \quad (4)$$

Таким образом, генерируемые в схеме колебания (точнее, факт их наличия/отсутствия) служат лишь индикатором окончания такта преобразования, а искомое значение емкости вычисляется из выражения, определяющего условие существования автоколебаний. За счет временной избыточности («уравновешивания по частоте» [3]) обеспечивается простое линейное уравнение преобразования.

Значение  $R$ , фиксируемое в момент возбуждения/срыва колебаний и используемое для расчета искомого значения  $C_x$ , определяется при достижении нулевого фазового сдвига ( $\Delta\varphi=0$ ), вещественности коэффициента усиления и его равенства единице (ноль децибел).

В идеальном случае в выражении (4)  $R_1=R$ , однако из-за влияния различных факторов, прежде всего неидеальности параметров ОУ и временной нестабильности других параметров схемы, возможно появление нелинейности типа гистерезиса. Этот фактор может быть устранен введением дополнительной временной избыточности, заключающейся в определении срыва колебаний при изменении значения  $R$  в двух тактах - «снизу» и «сверху», и усреднении этих значений. Тогда

$$C_x = k / \langle R \rangle. \quad (5)$$

Рассмотрим для оценки порядка величин изменение фазы колебаний  $\Delta\varphi$ , вносимое интегратором. В идеале  $\varphi_u = \pi/2$ . С учетом конечного значения коэффициента усиления  $A$  ОУ и конечной ширины полосы его пропускания  $\theta$  сдвиг фазы равен  $\varphi'_u = \pi/2 - \Delta\varphi$ , где  $\Delta\varphi$  - паразитный фазовый сдвиг,

$$\Delta\varphi \cong \frac{\omega_0}{A \cdot \theta}, \quad (6)$$

где  $\omega_0$  - частота генерируемых колебаний, определяемая по формуле (2).

Из выражения (6) следует, что дополнительный фазовый сдвиг  $\Delta\varphi$ , вносимый интегратором, пренебрежимо мал, так как в реальных схемах  $A\theta \gg \omega_0$ .

Влияние на фазовый сдвиг выходного сопротивления ОУ повторителя также пренебрежимо мало вследствие охвата ОУ стопроцентной отрицательной обратной связью.

Входное сопротивление повторителя имеет комплексный характер, за счет чего также вносится паразитный фазовый сдвиг. Оценить его также можно по формуле (6).

Таким образом, при использовании современных ОУ (например фирмы National Semiconductor) с параметрами  $A > 100$  дБ,  $\theta \sim 10 \div 50$  МГц, вносимые ими паразитные фазовые сдвиги пренебрежимо малы. Даже при суммарном «уходе» фазы  $\Delta\varphi = 1\%$ , отклонение частоты от расчетной составляет  $< 10^{-4}\%$ . Экспериментальные исследования преобразователя проводились по схеме (рис. 2).

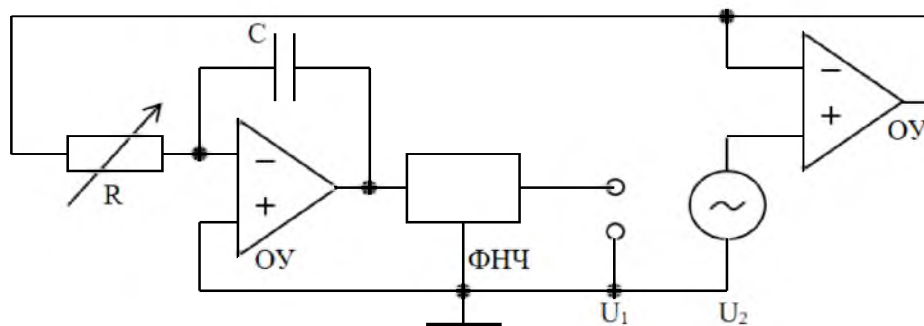


Рисунок 2 – Схема экспериментов с преобразователем

В качестве опорного источника переменного напряжения  $U_2$  использовался генератор-калибратор переменного напряжения широкополосный Н5-3 производства ООО «РИП-Импульс». Напряжение  $U_1$  и фазовый сдвиг измерялись вольтметром В3-59 и фазометром ФК2-18, соответственно. Измеряемая емкость равнялась 100нФ; расчетная частота авто-

колебаний  $\omega_0=1\ 854,95$  Гц. Расчетное значение регулируемого сопротивления  $R=285$  Ом. Погрешность измерения, приведенная к емкости, не превышала 0,1 %. Результаты экспериментальных исследований показаны на рис. 3.

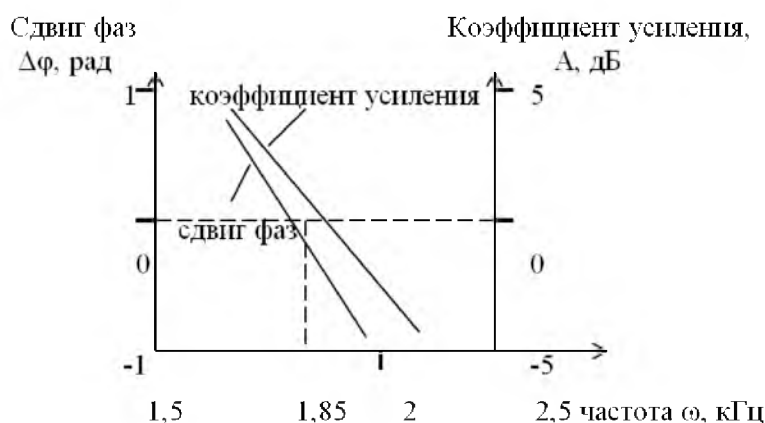


Рисунок 3 – Результаты экспериментальных исследований

Перспективно применение предложенных схем преобразования информативной емкости датчиков в частоту в различных вариантах измерителей физических параметров [4-7]. При этом возможно существенное снижение погрешности измерения соответствующих физических параметров за счет повышения точности преобразования информативной емкости в частоту.

Описанный преобразователь в силу простоты, метрологической и эксплуатационной надежности, а также наличия непосредственного цифрового выхода целесообразно использовать в составе различных компьютеризированных информационных и управляющих систем.

#### Список литературы

1. Попов В.С. Измерительные преобразователи параметров электрических цепей в частоту. – М.: Энергия, 1977. – 192 с.
2. Свиштунов, В.Л. Пути реализации принципа двухканальной инвариантности в средствах измерений параметров электрических цепей // Изв. вузов. Приборостроение. – 2003. – № 3. – Т. 46. – С. 34-37.
3. Свиштунов, В.Л. Измерительные преобразователи приращения информативного параметра датчиков с уравниванием по частоте // Датчики и системы. – 2003. – № 9. – С. 42-47.
4. А.с. СССР № 1429715, 1988. Цифровой измеритель температуры и влажности / П.Т. Харитонов.
5. А.с. СССР № 1578492, 1990. Цифровой измеритель параметров жидкости / П.Т. Харитонов, В.П. Буц, Г.А. Франк и др.
6. А.с. СССР № 1567963, 1990. Цифровой измеритель влажности / Харитонов П.Т.
7. Пат. RU № 2289105. Уровнемер топлива / П.Т. Харитонов, В.П. Буц, В.Г. Недорезов. – Оpubл. 10.12.2006 г.

#### References

1. Popov V.S. Measuring parameters of power converters goals frequency / V.S. Popov. – Moscow: Energiya, 1977. – 192 s.
2. Whistleblowers B.L. Ways to implement the principle of invariance of dual-channel measurements in the media circuits / B.L. Whistlers // Math. universities. Instrument. – 2003. – № 3. – v. 46. – P.34-37.

3. Whistleblowers B.L. Measuring transducers increment informative parameter sensors with frequency trim / BL Whistlers // Sensors and Systems. – 2003. – № 9. – P.42-47.
4. Kharitonov P.T. Digital temperature and humidity / Auto. St. USSR number 1429715, 1988.
5. Kharitonov P., Buts V.P., Frank G.A., Golobokov S.V. Digital measuring fluid parameters / Auto. St. USSR number 1578492, 1990.
6. Kharitonov P.T. Digital moisture meter / Auto. St. USSR number 1567963, 1990.
7. Kharitonov P.T., Buts V.P., Nedorezov V.G. Fuel level gauge. Patent RU № 2289105 from 10.12.2006g.

Получено 22.08.2014

---

УДК 004.42

**А.А. Нетесов, С.Ж. Рахметуллина, А.А. Бубликов, З.Т. Хасенова**

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

**РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ «МЕТЕО» ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
«ЭКО ПРОГНОЗ»**

Стремительное развитие информационных технологий затронуло все области научных исследований. Благодаря информационным технологиям стало возможно развитие широкого класса современных теоретических и прикладных областей научного исследования, связанных с атмосферой. К таким областям относятся: прогнозирование погоды, исследования изменения климата, мониторинг загрязнения окружающей среды, в том числе и атмосферного воздуха. Это обусловлено тем, что математические модели этих сложных процессов описываются системами дифференциальных уравнений в частных производных, с большим количеством неизвестных и параметров. Как правило, такие задачи могут быть решены только с использованием численных методов, численное решение задач связано с громадным объемом вычислений, зачастую требующим использования наиболее мощных суперкомпьютеров. Кроме того, при моделировании процессов, связанных с атмосферой, используются экспериментальные данные наблюдений о состоянии атмосферы с наземных станций, метеозондов, авиации, различных систем дистанционного зондирования. Усвоение такого обширного набора данных из различных источников невозможно без использования современных систем обработки, сбора и передачи информации [1-2]. Немаловажным является и то, что результаты моделирования и анализа данных должны храниться для дальнейшего использования. Изучение регионального и глобального климата, исследования геоэкологии и вариационного усвоения данных связаны с необходимостью поддержания огромных архивов данных, постоянный доступ к которым должен обеспечиваться из любой точки планеты.

Коллектив ВКГТУ им. Д. Серикбаева выполняет научные исследования в направлении развития информационных технологий экологического мониторинга [3-5]. Разработана система «ЭКО прогноз», позволяющая по данным автоматизированной системы наблюдений за качеством воздуха выполнять моделирование процесса загрязнения атмосферного воздуха; локализацию источников выбросов; визуализацию полученных данных. Для моделирования процесса загрязнения и локализации источников загрязнения необходимы данные метеополей. На данный момент существуют эффективные модели, описывающие атмосферные процессы на мезомасштабном уровне, реализованные программно и позволяющие использовать их для краткосрочных, долгосрочных прогнозов погоды, модели-

рования атмосферных процессов и т.д. Современные системы атмосферного моделирования представляют собой досконально проработанные программные комплексы с широкой областью применений. Целью данного исследования является разработка приложения, необходимого для управления мезомасштабной моделью и извлечение выходных метеоданных для их дальнейшего использования при моделировании процесса переноса загрязняющих веществ и локализации источников загрязнения.

Таким образом, основной задачей проектируемой системы является разработка приложения, необходимого для управления мезомасштабной моделью и извлечение выходных данных выбранных метеопараметров. В соответствии с функциональными требованиями приложение должно:

- иметь интерфейс управления входными данными модели;
- выполнять корректный запуск всех компонентов модели;
- иметь базу справки входных параметров;
- выполнять корректное извлечение данных из выходного файла.

Для достижения поставленной цели проведен анализ существующих систем, основанных на математических моделях динамики атмосферы. Самыми распространенными мезомасштабными моделями на данный момент являются:

– HIRLAM (High Resolution Limited Area Model) – модель HIRLAM является гидростатической моделью типа «сетка-точка», динамический ядро которой основано на полунеконформной полулагранжевой дискретизации примитивных многоуровневых уравнений, используя гибридную координатную систему по вертикали. При необходимости может быть использована модель Эйлера [6].

– COSMO (Consortium for Small-scale Modelling) – COSMO-модель является негидростатической моделью прогнозирования и ограниченной району. Она была разработана как для оперативного численного прогноза погоды и различных научных приложений на мезо- $\beta$  и  $\gamma$  мезо-масштабе. COSMO-модель основана на термогидродинамических уравнениях, описывающих сжимаемый поток во влажной атмосфере. Различные физические процессы учитываются параметризацией схем [7].

– WRF (Weather Research and Forecasting), WRF-модель содержит эластические негидростатические уравнения, учитывает неоднородность поверхности. В модели реализована технология организации расчетов во вложенных областях с односторонним или двухсторонним влиянием. Используется зависящая от поверхности система координат, сгущающаяся к поверхности Земли сетка, решение строится на основе консервативных разностных схем 2-го и 3-го порядков аппроксимации для нестационарных членов и 2-6 порядка – для адвективных членов. WRF представляет собой гибкую, открытую к модификациям программную систему, находящуюся в свободном доступе. Высокая степень машинезависимости программного кода позволяет использовать WRF практически в любом программном окружении для широкого спектра вычислительных платформ. Есть параллельная версия для многопроцессорных систем [8].

На основе анализа существующих систем в качестве модели метеодинамики была выбрана WRF (динамическое ядро AWR), поскольку она является моделью общего пользования, может быть установлена без каких-либо лицензионных условий и используется в Гидрометцентре Казахстана.

WRF компилируется из исходного кода с использованием достаточно сложного механизма сборки, который пытается определить тип используемой компьютерной архитектуры и предлагает пользователю выбор из возможных вариантов компоновки. На многопроцессорных системах доступны варианты без распараллеливания и в режимах параллельных вычислений с совместно используемой памятью и с распределенной памятью.

Механизм сборки WRF протестирован для различных ОС семейства UNIX, включая ряд дистрибутивов Linux. В процессе компоновки для анализа и построения всех необходимых файлов используются некоторые вспомогательные программы, реализованные на языке C, сценарии Perl и командных процессоров csh и bash, а также ряд стандартных для ОС семейства UNIX программных средств: make, m4, sed и awk [9-12]. Компиляция системы WRF может быть осуществлена с помощью различных компиляторов, включая коммерческие (PGI, Intel, PathScale) и свободно распространяемые (gfortran, gcc, g95).

В компонентах WRF, связанных непосредственно с моделированием, для проведения вычислений не требуется никаких сторонних программных библиотек. Единственной необходимой для всех компонент, как правило, является библиотека NetCDF поскольку для ввода-вывода данных в WRF и WPS обычно используется именно формат NetCDF.

В модуле вариационного усвоения данных WRF-Var используются некоторые дополнительные библиотеки для поддержки различных форматов данных метеонаблюдений, а также библиотеки вычислительной линейной алгебры BLAS, LAPACK и BUFR. Для компиляции системы подготовки данных WPS с поддержкой формата GRIB2 необходимы также библиотеки JasPer (реализация стандарта JPEG2000 сжатия с потерей данных), PNG (метод сжатия без потери данных) и zlib (используется в библиотеке PNG).

Данные, полученные в результате моделирования, представлены в формате NetCDF, для извлечения данных использовалась библиотека на языке программирования с++, которая предоставляет доступ к файлу с данными, доступ ко всем измерениям и непосредственно доступ к самим данным.

Проектируемое приложение может вносить изменения во входные данные, которые используются системой подготовки данных WPS и само ядро моделирования WRW. После завершения процесса моделирования приложение извлекает данные, проводит конвертацию данных, необходимую для некоторых метеопараметров. Структура проектируемого приложения представлена на рис. 1.

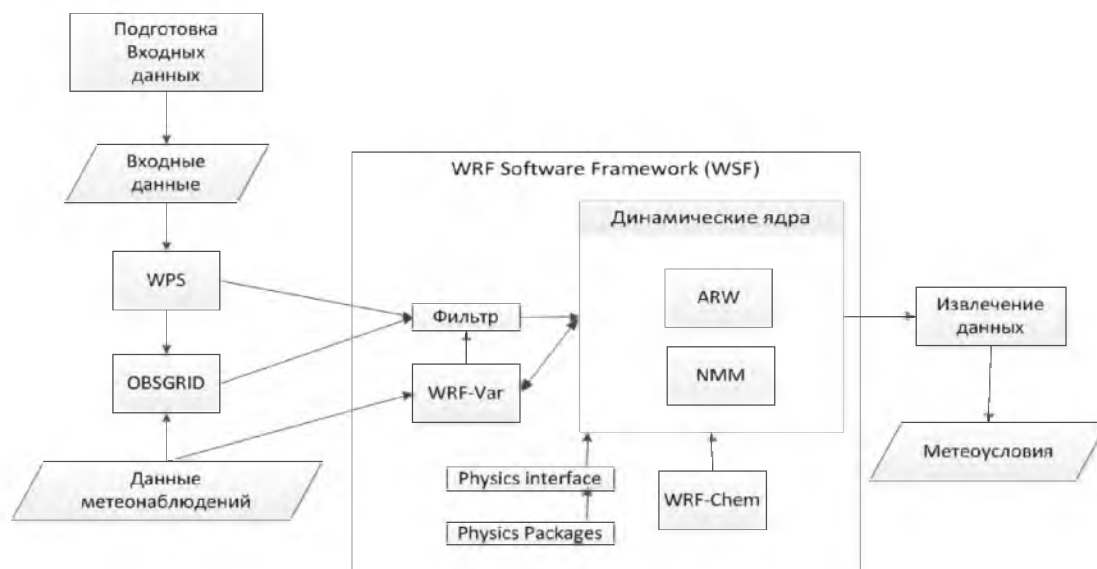


Рисунок 1 - Структура проектируемого приложения

Основные компоненты WRF изображены на рис. 1 и включают в себя динамические ядра, программные модули представления физических процессов (PhysicsPackages) и интерфейс их взаимодействия с динамическими ядрами (PhysicsInterface), модуль вариационного усвоения данных метеонаблюдений WRF-Var и модель химического состава WRF-Chem. Внешними компонентами WRF являются: система подготовки входных данных WRF preprossing System (WPS), система объективного анализа данных стандартных метеонаблюдений OBSGRID, различные программные визуализации и последующая обработка (пост-процессинг) выходных данных WRF (результатов моделирования). Модуль подготовки данных предоставляет возможность пользователю выбрать данные, необходимые для моделирования (время, местность, период прогноза и т.д.). Интерфейс модуля подготовки данных представлен на рис. 2.

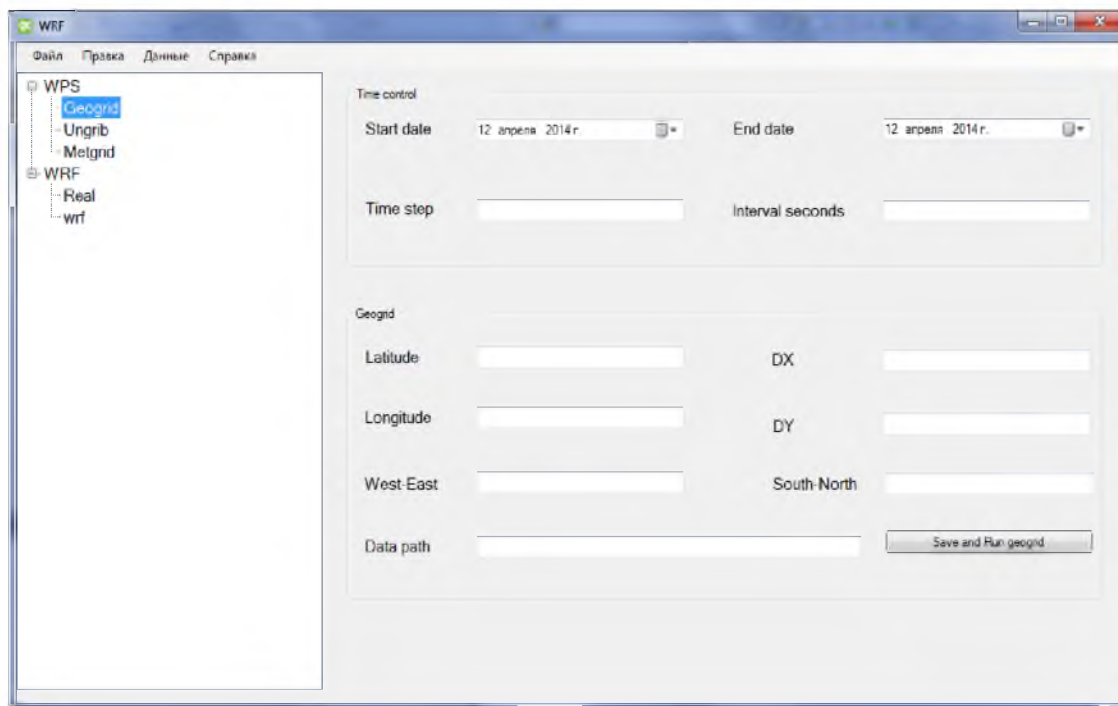


Рисунок 2 - Интерфейс пользователя

После подготовки входных данных последовательно запускаются модули системы WRF (geogrid→ungrib→metgrib→real→wrf), после запуска всех систем запускается wrf.exe и производит расчет метеопараметров (результат расчета wrf.exe представлен на рис. 3).

После расчета выходные данные записываются в файл формата NetCDF, модуль извлечения данных открывает данный файл, производит поиск необходимых метеопараметров и записывает данные в базу данных. После чего эти данные использует модуль локализации источников и модуль расчета концентрации. Схема взаимодействия подсистемы «Метео» с другими модулями представлена на рис. 4.

```
Terminal - alexey@alexey-X58A-UD3R: ~/WRF/WRFV3/test/em_real
File Edit View Terminal Go Help
Timing for main: time 2013-11-28_05:36:00 on domain 1: 1.14269 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_05:38:00 on domain 1: 1.08688 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_05:40:00 on domain 1: 1.08691 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_05:42:00 on domain 1: 1.14169 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_05:44:00 on domain 1: 1.08720 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_05:46:00 on domain 1: 1.08746 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_05:48:00 on domain 1: 1.14226 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_05:50:00 on domain 1: 1.08843 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_05:52:00 on domain 1: 1.08861 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_05:54:00 on domain 1: 1.14244 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_05:56:00 on domain 1: 1.08870 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_05:58:00 on domain 1: 1.08884 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_06:00:00 on domain 1: 1.14418 elapsed seconds
Timing for Writing wrfout_d01_2013-11-28_06:00:00 for domain 1: 0.03860 elapsed seconds
Timing for processing lateral boundary for domain 1: 0.00548 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_06:02:00 on domain 1: 2.22914 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_06:04:00 on domain 1: 1.08872 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_06:06:00 on domain 1: 1.14218 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_06:08:00 on domain 1: 1.08653 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_06:10:00 on domain 1: 1.08605 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_06:12:00 on domain 1: 1.15004 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_06:14:00 on domain 1: 1.08648 elapsed seconds
Timing for main: time 2013-11-28_06:16:00 on domain 1: 1.08780 elapsed seconds
```

Рисунок 3 - Результаты расчетов WRF

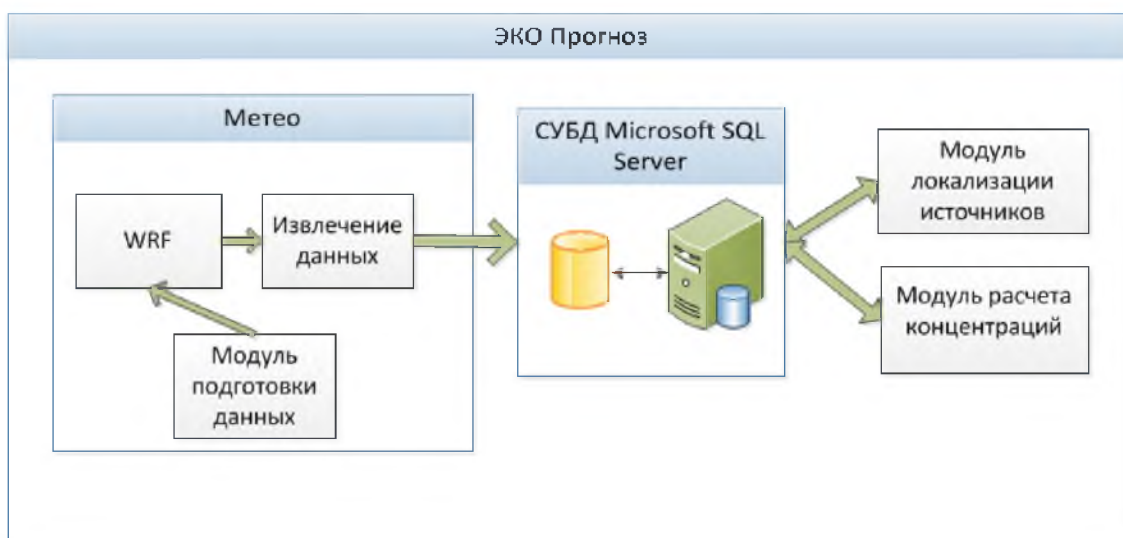


Рисунок 4 - Схема взаимодействия подсистем

Таким образом, спроектирована и разработана подсистема «Метео» информационной системы «ЭКО прогноз», приложение позволяет производить корректный запуск всех компонентов модели WRF, корректное извлечение данных из выходного файла и записывать данные в базу данных. Использование подсистемы «Метео» в контуре информационной системы «ЭКО прогноз» позволяет моделировать метеодинамику атмосферы для решения ряда задач: моделирования загрязнения атмосферного воздуха, усвоения данных экологического мониторинга, локализации источников загрязнения по данным мониторинга.

## Список литературы

1. Пененко В.В. Вычислительные аспекты моделирования динамики атмосферных процессов и оценки влияния различных факторов на динамику атмосферы // Некоторые проблемы вычислительной и прикладной математики. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 61–76.



2. Penenko V., Baklanov A., Tsvetova E., Mahura A. Direct and inverse problems in a Variational concept of Environmental modeling. Pure Appl. Geophys. 169 (2012), 447-465.
3. Темирбеков Н.М. Математические модели и информационные технологии пограничного слоя атмосферы / Н.М. Темирбеков, М.Н. Мадияров, Ф.Н. Абдолдина и др. – Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГТУ. им. Д. Серикбаева, 2011. – С. 168.
4. Пененко А.В. Разработка алгоритма усвоения данных для модели конвекции-диффузии примеси в атмосфере на основе нестационарной двухслойной дискретно-аналитической численной схемы / А.В. Пененко, А.В. Кусаинова // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. – 2013. – № 2. – Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГТУ им. Д. Серикбаева, 2013.
5. Rakhmetullina S., Turganbayev Y., Gromaszek K. Application of variational data assimilation algorithms in the ecological monitoring system, Informatyka, Automatyka, Pomiaru w Gospodarce i Ochronie Środowiska, 2012 | nr 4a | 33-35.
6. Официальный сайт модели HIRLAM[Electronic resource]http://www.hirlam.org.
7. Официальный сайт модели COSMO[Electronic resource]http://www.cosmo-model.org.
8. Официальный сайт модели WRF[Electronic resource].:http://www.wrfmodel.org/index.php.
9. HerbertSchildt. Полный справочник по С++. 4-е издание.
10. Аверкин В.П. Программирование на С++: Учеб. пособие / В.П.Аверкин, А.И. Бобровский и др.; Под ред. А.Д. Хомоненко. – Корона-Принт.
11. Якушев Д. Философия программирования на языке С++.
12. Макс Шлее – Qt4.5. Профессиональное программирование на С++.

Получено 24.07.2014

---

УДК 004.42

**И.М. Проскуряков, С.Ж. Рахметуллина, Н.Ф. Денисова, А.А. Бубликов**  
Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

#### АДАПТАЦИЯ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «ЭКО ПРОГНОЗ» ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Разработка информационных систем мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в промышленно развитых городах является одним из актуальных направлений развития информационных технологий экологического мониторинга. Коллектив ВКГТУ им. Д. Серикбаева ведет активную работу по данному направлению и выполняет финансируемые научно-исследовательские работы [1-3]. Выбор направления научно-исследовательской работы коллектива обусловлен запросами природоохранных предприятий региона и неблагоприятной экологической ситуацией. В рамках научных исследований коллективом разработана информационная система экологического мониторинга «ЭКО Прогноз» [4]. Информационная система, по данным автоматизированная система наблюдений за качеством воздуха, позволяет выполнять: расчет метеополей; расчет концентраций загрязняющих веществ в атмосфере; локализацию источников выбросов; визуализацию полученных данных. Система построена на клиент-серверной архитектуре. Взаимодействие пользователей с системой осуществляется посредством web-интерфейса.

С повсеместным распространением мобильных устройств возникла необходимость в создании мобильной версии приложения. Актуальность адаптации приложения к мобильным устройствам обуславливается широким использованием мобильных устройств для поиска и просмотра информации. Несколько лет назад адаптация сайтов для мобильных устройств осуществлялась только для самых крупных порталов и развлекательных сайтов, создавались так называемые WAP-версии сайтов. На сегодняшний день это актуально для всех направлений, в том числе и для web-приложений, осуществляющих обработку и отображение актуальных данных мониторинга. Развитие данного направления

позволяет пользователям web-приложения «ЭКО прогноз» получать информацию в режиме реального времени независимо от своего местоположения.

Таким образом, основной задачей данного исследования является адаптация web-приложения «ЭКО прогноз» для мобильных устройств.

Мобильная версия приложения «ЭКО прогноз» должна удовлетворять следующим требованиям:

- иметь адаптивный интерфейс для мобильных устройств;
- выполнять корректную обработку запросов мобильных устройств;
- иметь инструментарий для получения детального анализа данных экологического мониторинга;
- иметь интерактивную карту, необходимую для отображения результатов обработки данных;
- иметь административную панель для работников центра экологической безопасности;
- иметь инструментарий редактирования и добавления новых объектов на интерактивную карту;
- иметь инструментарий обеспечивающий вывод интерактивных отчетов и графиков.

На сегодняшний день одной из самых распространенных технологий представления данных мобильным устройствам являются WAP-представления [5]. Со временем название «WAP-сайт» стало применяться ко всем сайтам, специально предназначенным для отображения на дисплеях мобильных устройств, вне зависимости от протокола передачи данных (WAP, GPRS, 3G).

WAP-сайт обычно создается с учётом следующих условий:

- условие языка. WAP-браузер поддерживает не все теги языка разметки HTML, в результате чего «HTML-сайт» не будет корректно отображаться на дисплее мобильного устройства;
- условие трафика. WAP-трафик изначально стоил гораздо дороже, чем GPRS-трафик, поэтому WAP-сайт в интересах пользователей должен был иметь небольшой размер. Кроме того, в некоторых моделях мобильных телефонов размер подгружаемых страничек был ограничен аппаратно (около 3 килобайт);
- условие удобства пользования. При посещении WAP-сайтов перемещение по страничке требует от пользователя совершения множества «кликов», а перемещение по внутренним ссылкам заставляет его ждать длительное время. При создании WAP-сайтов необходимо учитывать этот человеческий фактор.

У WAP-сайтов есть также много других специфических и узкопрофессиональных особенностей. Для создания WAP-сайта может быть использована система управления содержанием.

Не менее распространенной технологией представления данных мобильным устройствам является разработка мобильных приложений. Мобильное приложение – это специально разработанное приложение под конкретную мобильную платформу (iOS, Android, Windows Phone). Обычно приложение разрабатывается на языке высокого уровня и компилируется в код ОС, дающий максимальную производительность. Одним из основных преимуществ разработки мобильных приложений является – наиболее близкий к ОС и привычный для пользователей интерфейс. Мобильное приложение наиболее тесно интегрировано с платформой и дает возможность реализовать привычный отзывчивый интерфейс. Недостатком данного подхода является факт несовместимости различных ОС, которые используют мобильные устройства.

Еще одной разновидностью данного подхода является мобильное приложение, которое включает в себя компонент браузера. В этом случае часть мобильного приложения

чаще всего используется для навигации и интеграции с ОС, а web-компонент – для показа контента. Главными недостатками обоих подходов является то, что для реализации проекта на всех или каких-то определенных платформах требуется разработать приложение для каждой из платформ отдельно, причем на каждой свои среда и язык разработки, свои стандарты интерфейса [6,7].

Одной из самых простых технологий представления данных для мобильных устройств является проектирование адаптивного web-дизайна, обеспечивающего отличное отображение сайта на различных устройствах, подключённых к интернету. Целью адаптивного web-дизайна является универсальность web-сайта для различных устройств. Для того чтобы web-сайт был удобно просматриваемым с устройств различных разрешений и форматов, по технологии адаптивного web-дизайна не нужно создавать отдельные версии web-сайта для отдельных видов устройств. Один сайт может работать на смартфоне, планшете и ноутбуке. Проектирование начинается с адаптивной версии веб-сайта для мобильных устройств. На этом этапе необходимо правильно передать смысл и основные идеи с использованием небольшого экрана и всего одной колонки. Содержимое при необходимости сокращают, удаляя второстепенные информационные блоки и оставляя самое важное.

Так как существует необходимость использования MS SQL Server для реализации доступа к данным, в качестве программной реализации информационной системы выбран ASP.NET MVC Framework, который объединяет большинство принципов проектирования web-приложений, ориентированных на разработку для мобильных устройств. ASP.NET MVC Framework - для создания веб-приложений, который реализует шаблон Model-view-controller. Model-view-controller - схема использования нескольких шаблонов проектирования, с помощью которых модель данных приложения, пользовательский интерфейс и взаимодействие с пользователем разделены на три отдельных компонента таким образом, чтобы модификация одного из компонентов оказывала минимальное воздействие на остальные. Данная схема проектирования часто используется для построения архитектурного каркаса, когда переходят от теории к реализации в конкретной предметной области [8]. Концепция MVC представлена на рис. 1.

Концепция MVC позволяет разделить данные, представление и обработку действий пользователя на три отдельных компонента:

– Model. Модель предоставляет знания: данные и методы работы с этими данными, реагирует на запросы, изменяя своё состояние. Не содержит информации о том, как эти знания можно визуализировать.

– View. Отвечает за отображение информации (визуализацию). Часто в качестве представления выступает форма (окно) с графическими элементами.

– Controller. Обеспечивает связь между пользователем и системой: контролирует ввод данных пользователем и использует модель и представление для реализации необходимой реакции.

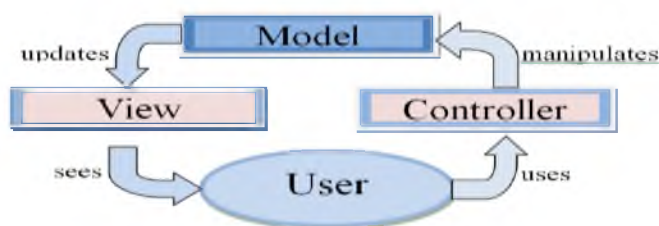


Рисунок 1 – Концепция Model-view-controller

Для программной реализации web-приложения «ЭКО прогноз», ориентированного на мобильные устройства, использован ASP.NET. MVC 4 фреймворк. Для корректного отображения данных и манипуляции с ними выбрана идея разделения адаптивного дизайна. Разделение представлений происходит за счет включения в проект файла Global.asax. Файл Global.asax, или файл приложения ASP.NET, является дополнительным файлом, содержащим код для отклика на события уровня приложения и уровня сеанса, создаваемые ASP.NET или модулями HTTP. Файл Global.asax расположен в корневой папке приложения ASP.NET. Во время выполнения Global.asax анализируется и компилируется в динамически создаваемый класс. NET Framework - производный от базового класса HttpApplication. Среда ASP.NET настраивается таким образом, что любой непосредственный URL-запрос к файлу Global.asax автоматически отклоняется, а внешние пользователи не могут загружать или просматривать находящийся в нем код. При открытии сеанса файл Global.asax определяет к какому типу устройств относится аппарат, обратившийся к серверу, и направляет его на соответствующее представление. В случае «мобильного обращения» к web-приложению происходит событие перенаправления на представления с расширением cshtml, содержащие суффикс mobile. Такие представления используют адаптивный дизайн, содержащий мета-тег viewport с интегрированным jQuery Mobile фреймворком. jQuery Mobile - сенсорно-ориентированный веб-фреймворк, разрабатывается командой jQuery, создателей jQuery [9]. Разработка сфокусирована на кросс-браузерности с уклоном в сторону смартфонов и планшетов. Схема перенаправления устройств представлена на рис. 2.

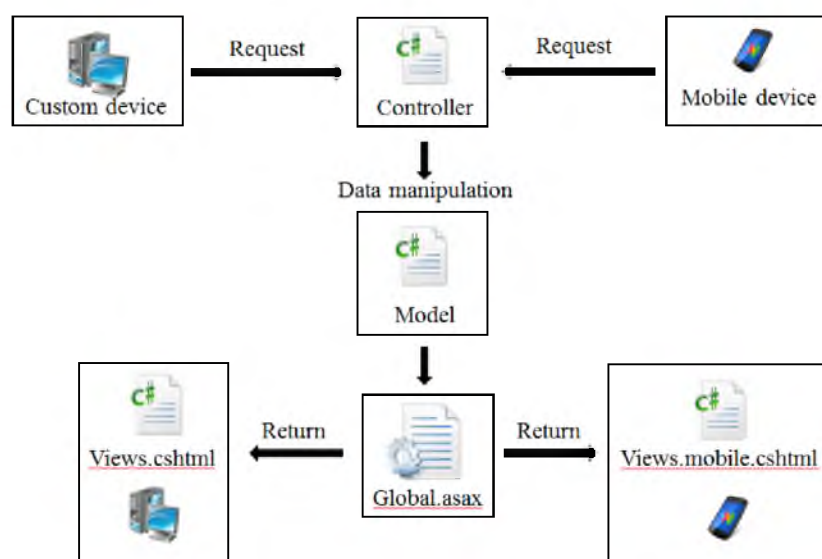


Рисунок 2 – Схема перенаправления устройств

Таким образом, выполнена адаптация web-приложения «ЭКО прогноз» для мобильных устройств с использованием технологии адаптивного web-дизайна. На рис. 3-6 представлены результаты работы мобильной версии приложения.

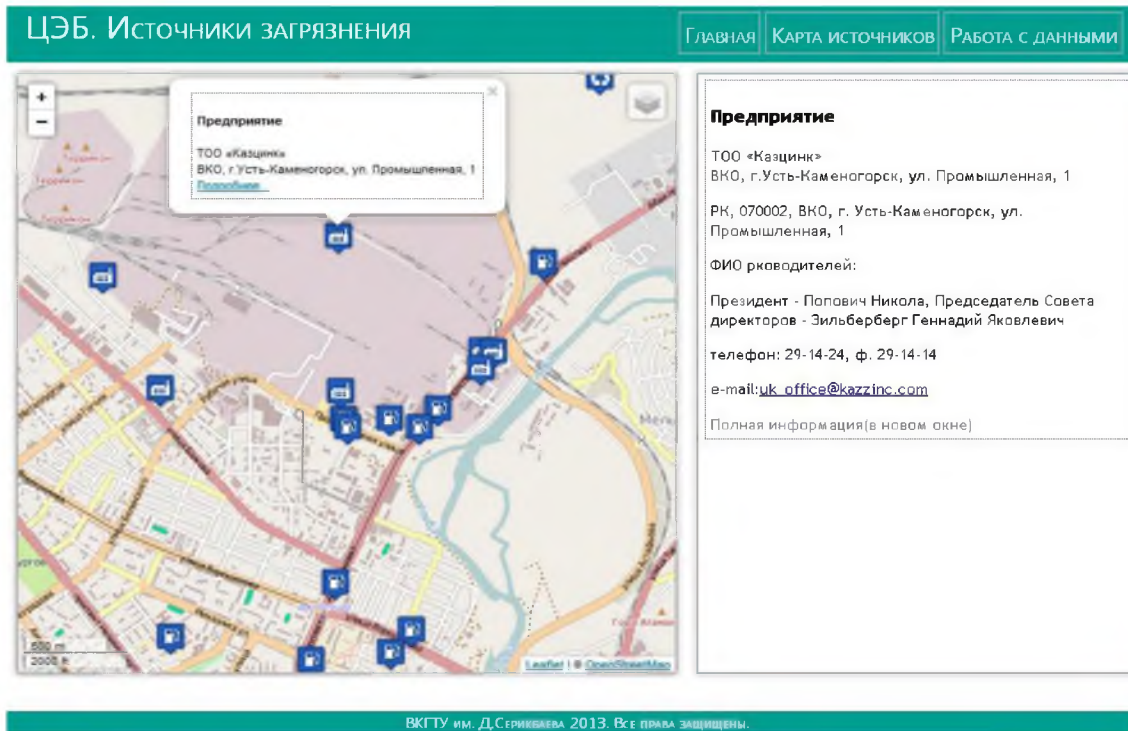


Рисунок 3 – Пример отображения страницы на ПК (Интерактивная карта)

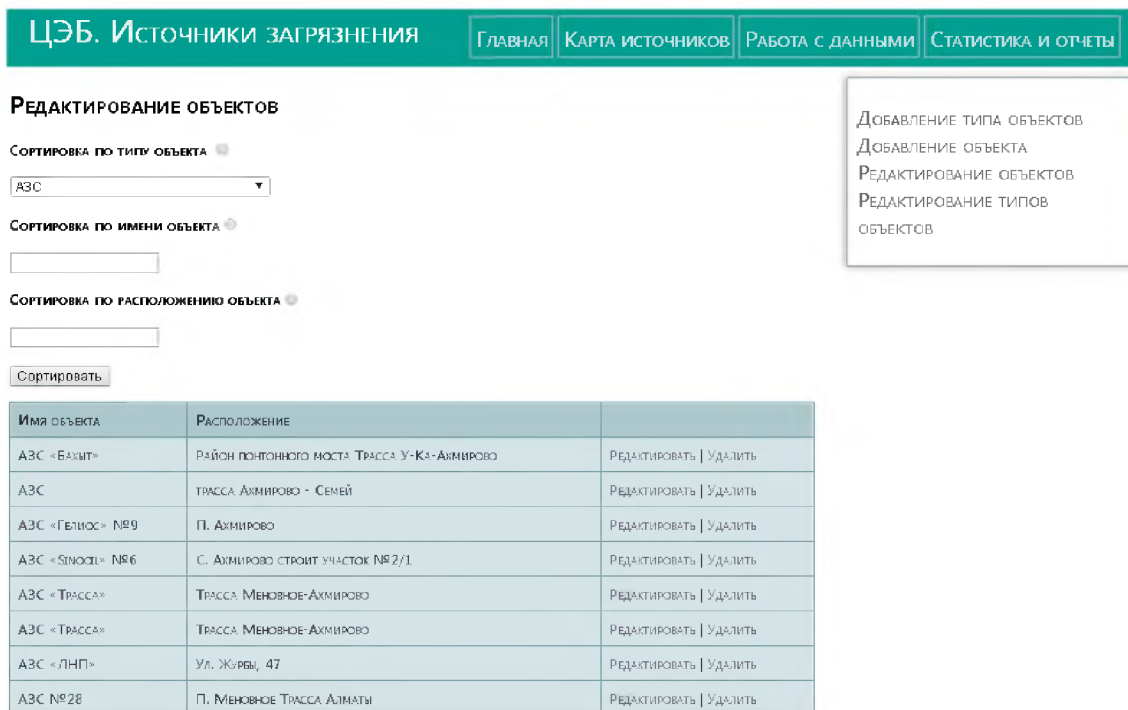


Рисунок 4 – Пример отображения страницы на ПК (Панель редактирования объектов)

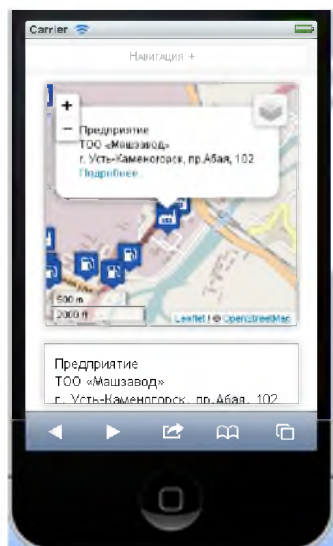


Рисунок 5 – Пример отображения страницы на мобильном устройстве (Интерактивная карта)

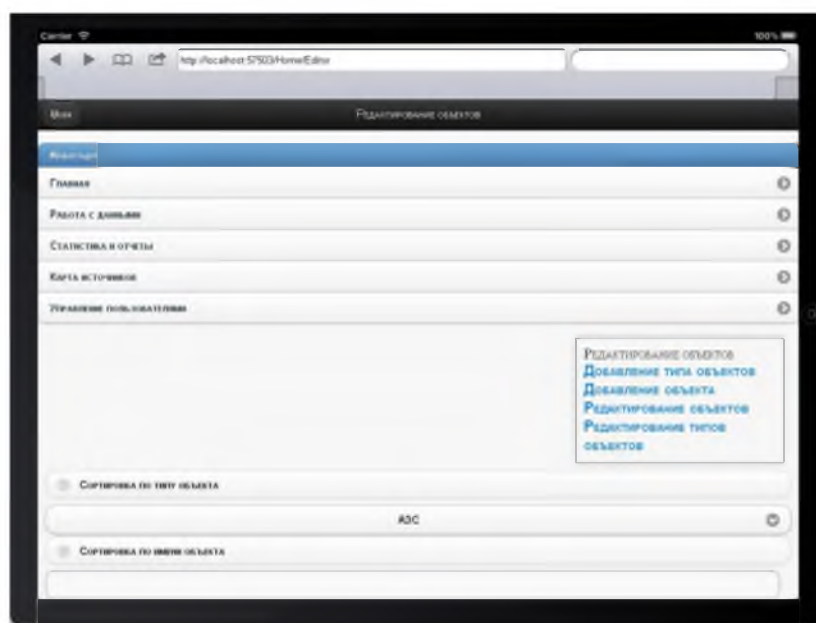


Рисунок 6 – Пример отображения страницы на мобильном устройстве (Панель редактирования)

Разработанная мобильная версия приложения «ЭКО прогноз», с использованием технологии адаптивного web-дизайна, позволяет, используя любые мобильные приложения, устройства различных разрешений и форматов, использовать все возможности web-приложения. Разработанное мобильное приложение удовлетворяет всем поставленным требованиям и позволяет использовать такие функции информационной системы «ЭКО прогноз», как моделирование динамики атмосферы, моделирование загрязнения атмосферного воздуха, определение размещения источников загрязнения, визуализацию результатов моделирования.



Работа проводилась в рамках государственного заказа по бюджетной программе 120 «Грантовое финансирование Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан».

Список литературы

1. Application of Algorithm of Variational Assimilation of the Data in the System of Ecological Monitoring, S Rakhmetullina, Y Turganbayev, K Gromaszek, Informatyka Automatyka Pomiaru - Poland, Lublin 2012.
2. Пененко В.В. Алгоритмы локализации источников загрязнения атмосферного воздуха в рамках автоматизированной системы экологического мониторинга / В.В. Пененко, С.Ж. Рахметуллина, А.В. Пененко // Тезисы симпозиума XIX. Рабочая группа «Аэрозоли Сибири», 27-30 нояб. 2012 г. - Томск.
3. Темирбеков Н.М. Математические модели и информационные технологии пограничного слоя атмосферы / Н.М. Темирбеков, М.Н. Мадияров, Ф.Н. Абдолдина и др. - Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГТУ. им. Д. Серикбаева. - 2011. - С. 168.
4. Жумагулов Б.Т. Информационная система экологического мониторинга и применение вариационных алгоритмов / Б.Т. Жумагулов, Н.М. Темирбеков, С.Ж. Рахметуллина и др. // Вестник национальной инженерной академии Республики Казахстан, 2013. - № 1.
5. Джесс Чедвик и др. ASP.NET MVC 4: разработка реальных веб-приложений с помощью ASP.NET MVC. - Изд-во «Вильямс», 2013. - 432 с.
6. Адам Фримен ASP.NET MVC 4 с примерами на C# 5.0 для профессионалов, 1-4-е издание. - Изд-во «Вильямс», 2013. - 688 с.
7. Гамма Э. Приёмы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон и др. - СПб.: Питер, 2001. - 368 с.
8. Официальный сайт поддержки продуктов Microsoft <http://msdn.microsoft.com/>.
9. Гарднер Л. Разработка веб-сайтов для мобильных устройств / Л. Гарднер, Д. Григсби. - СПб.: Питер, 2013. - 447 с.

Получено 14.08.2014

---

УДК 614.8

**Д.А. Рыбакова, А.Е. Бакланов, А.И. Квасов**

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

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНВЕЙЕРНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ  
ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ**

«Энергетику мы будем развивать в её традиционных видах. Необходимо поддержать поиски и открытия по очистке выбросов ТЭС, повсеместной экономии электроэнергии на основе новейших технологий в производстве и в быту».

*Послание Президента РК народу Казахстана  
от 17 января 2014 года*

Распределение и регулирование тепловой энергии как внутри, так и снаружи зданий в соответствии с потребностью являются одними из основополагающих подходов энергосбережения.

В 2008 году управлением совместно с акиматами городов и районов проведена инвентаризация теплоисточников и объектов инженерной инфраструктуры. Проведенный в Во-

сточно-Казахстанской области анализ показал, что средний процент износа котельного оборудования составляет 70 %, тепловых сетей – 65 %, водопроводных и канализационных – 85 %, очистных сооружений и КНС – 75 % и 70 %, соответственно. Разработан проект программы модернизации объектов инженерной инфраструктуры Восточно-Казахстанской области на 2009-2015 годы и направлен в Канцелярию премьер-министра Республики Казахстан.

При этом использование современных технологий управлением тепловыми пунктами, объединёнными в единую сеть, позволит значительно сэкономить электрическую энергию и более правильно осуществить распределение тепла в жилых и промышленных помещениях.

Преимущества наличия в распределённых автоматизированных системах управления (АСУ) механизмов конвейерного выполнения задач следует из теории развития производства и преобразования информации. В работе предлагается методика типизации задач в АСУ теплового пункта с конвейерным типом обработки данных, так как одним из этапов организации технологии обработки данных является этап определения типовых задач и типовых последовательностей задач, которые организуются в конвейерный план обработки данных. Очевидно, что при организации однотипных последовательностей задач в конвейерный план повышается эффективность работы распределённых АСУ.

Теоретические и методологические аспекты типизации задач в модульных системах обработки данных (СОД) отражены в работах отечественных и зарубежных авторов: А.Г. Мамиконов, В.В. Кульба, С.А. Косяченко, [1] А.С. Миронов, Е.Н. Сидоров, А.А. Ашимов, Ю.Ю. Кесс, В.М. Ревако, А.В. Товмасын, Б. Дюран, П. Оделл, Х. Берж, О. Оре. Модели и методы обработки информации в технических и организационно-технологических системах рассмотрены в работах В.В. Воеводина, Б.А. Головкина, К.Г. Самофалова, Г.М. Луцкого [2], А.Б. Барских, Е.Л. Шлимовича, А.П. Шабанова, Д. Филлипса, А. Гарсиа-Диаса, Р.В. Конвея, В.Л. Максвелла, Л.В. Миллера [3]. Конвейерное выполнение типовых задач в распределённых АСУ определяет новый этап в проектировании АСУ, требует модельно-алгоритмического обеспечения выполнения задач и адаптации методики типизации задач для СОД конвейерного типа.

Предложенная нами технология обработки данных предоставляет возможность формирования показателей эффективности работы отдельных процессоров, реализующих конвейерные планы, СОД и АСУ тепловым пунктом в целом. Реализация этой технологии даст существенный эффект на практике, так как совершенствуется внутренняя технология работы АСУ. Помимо этого, описанный подход даёт следующие преимущества: увеличение пропускной способности конвейерной системы обработки данных; обеспечение однородности функций конвейерной системы обработки данных, что позволяет снизить требования к АСУ теплового пункта; уменьшение времени и улучшение качества коммуникаций в системе, связывающие и координирующие работу нескольких тепловых пунктов.

Рассмотрим модельно-алгоритмические процедуры, позволяющие проследить влияние процесса накопления информации в АСУ на эффективность планирования задач при их конвейерном выполнении. Для класса задач в распределённых АСУ проблема минимизации ресурсов решается в общем виде с помощью метода оценки достаточной мощности СОД.

В основе метода лежит математический аппарат теории массового обслуживания с ожиданием (с очередью). Задача разработки модели, позволяющей получить оценку мощности СОД с накоплением информации, является в настоящее время актуальной. Данная задача относится к проблеме минимизации ресурсов АСУ тепловых пунктов. С использованием в качестве инструмента известного математического аппарата для оценки



мощности СОД будем использовать модель оценки влияния процесса накопления информации на эффективность конвейерной обработки данных в АСУ:

$$P(\leq T_{\text{зад}}) \geq 1/Q(P_{\text{const}}^{k=1}(0) + P_{\text{const}}^{k=2}(1) + P_{\varphi\{\tau[V(t)]\}}^{k \geq 3}(j \leq J)),$$

где  $T_{\text{зад}}$  – заданное максимально допустимое значение времени ожидания требованием обслуживания;

$P(\leq T_{\text{зад}})$  – заданное минимально допустимое значение вероятности превышения  $T_{\text{зад}}$ ;

$Q$  – максимальное количество требований, обслуживаемых в непрерывном интервале времени (интервале занятости);

$V(t)$  – объём записанной информации. Значение  $V(t)$  изменяется со временем;

$\tau[V(t)]$  – длительность одного интервала обслуживания. Является зависимой от объёма  $V(t)$  информации величиной и определяется как:

$$\tau[V(t)] = (\tau_{\text{const}} + \tau_{\text{var}}[V(t)])/M,$$

где  $M$  – количество процессоров в СОД;

$\tau_{\text{const}}$  – постоянная составляющая интервала обслуживания, определяемая в основном временем, затрачиваемым непосредственно на выполнение работ по обслуживанию требования;

$\tau_{\text{var}}[V(t)]$  – составляющая интервала обслуживания, которая зависит от объёма информации. Параметр  $\tau_{\text{var}}[V(t)]$  определяется временем, затрачиваемым на выполнение действий с информацией и принятие решений;

$k$  – порядковое место требования в интервале занятости;

$j$  – время ожидания для  $k$ -го требования, выраженное в количестве интервалов обслуживания;

$P_{\text{const}}^{k=1}(0)$  – вероятность того, что требование, поступившее в СОД, не ожидает обслуживания. В одном интервале занятости таким требованием может быть только первое требование ( $k=1$ ), при этом  $P_{\text{const}}^{k=1}(0)$  для любого значения  $Q$  является постоянной, равной 1;

$P_{\text{const}}^{k=2}(0)$  – вероятность того, что длительность ожидания обслуживания второго (по порядку обслуживания в системе) требования ( $k=2$ ) равна одному интервалу обслуживания. В одном интервале занятости  $P_{\text{const}}^{k=2}(0)$  для любого значения  $Q$  является постоянной, равной 1;

$P_{\varphi\{\tau[V(t)]\}}^{k \geq 3}(j \leq J)$  – вероятность того, что любое требование, начиная с третьего, по порядку обслуживания в интервале занятости, ожидало не более  $j$  интервалов обслуживания;

$j=1, 2, \dots, J$ ,  $J$  – максимально допустимое время ожидания, выраженное в количестве интервалов обслуживания. Параметр  $J$  соответствует параметру  $T_{\text{зад}}$  и является зависимым от параметра  $\tau[V(t)]$ .

Модель позволяет получить зависимость между максимальным количеством  $Q$  требований, обслуживаемых в СОД в непрерывном интервале времени (интервале занятости), и объёмом  $V(t)$  записанной информации при условии соблюдения заданных значений времени  $T$  ожидания требованиями обслуживания и вероятности  $P(\leq T_{\text{зад}})$  его превышения. Рассмотренная модель позволяет определить зависимость между мощностью СОД и объёмом информации, постепенно накапливаемой и осваиваемой процессорами конвейерного плана обработки данных. Важным применением модели является выбор стратегии для организации процесса обслуживания требований с возможностью количественной оценки различных вариантов при распределении основных задач между процессорами.

Зависимость объема  $V(t)$  информации от времени  $t$  определяется в основном исходя из состава предметных сущностей в среде обеспечения деятельности потребителей задач и условий функционирования СОД, предоставляющей такие задачи. Например, на рис. 1 показана зависимость объема записанной информации от времени её обновления при организации АСУ теплопункта с конвейерным типом обработки данных.

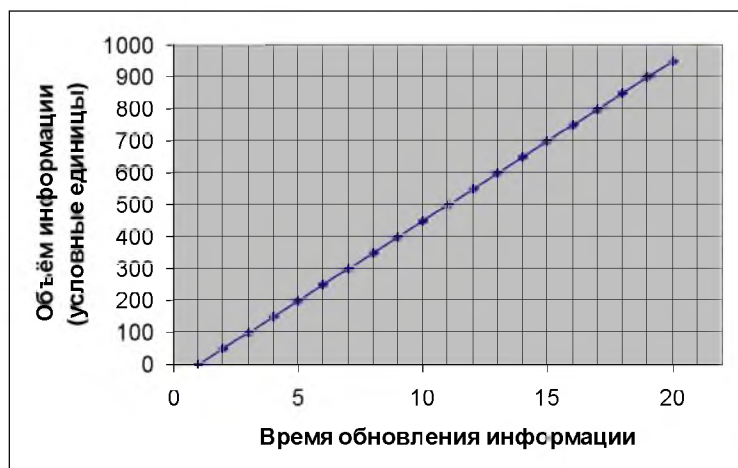


Рисунок 1 - Зависимость объема записанной информации от времени её обновления

Зависимость переменной составляющей  $\tau_{\text{var}}[V(t)]$  интервала обслуживания определяется в основном исходя из класса процессоров СОД, организации обслуживания требований, поступающих от потребителей задач. Например, на рис. 2 показано изменение переменной  $\tau_{\text{var}}[V(t)]$  в зависимости от времени обновления информации.

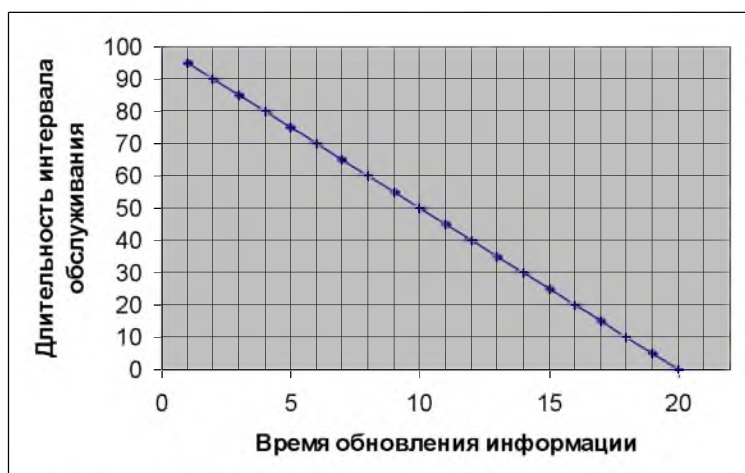


Рисунок 2 -  $\tau_{\text{var}}[V(t)]$  в зависимости от времени обновления информации

Данные графики позволяют выбрать режим конвейерной обработки данных и управления теплопунктами в зависимости от количества теплопунктов и требуемого времени обновления информации.

Разработанная модель системы с конвейерной обработкой данных с накоплением информации имеет прикладное значение, которое наиболее отчетливо видно при организации работы нескольких тепловых пунктов, объединенных в единую систему, где апробирован данный подход.

## Список литературы

1. Кульба В.В. Автоматизированные информационно-управляющие системы социально-экономических и организационных структур / В.В. Кульба, С.А. Косяченко, В.Н. Лебедев // «Проблемы управления». – 2009. – Вып. 3. – № 1.
2. Самофалов К.Г. Основы теории многоуровневых конвейерных вычислительных систем / К.Г. Самофалов, Г.М. Луцкий. – М.: Радио и связь, 1989.
3. Конвей Р.В. Теория расписаний / Р.В. Конвей, В.Л. Максвелл, Л.В. Миллер. – М.: Наука, 1975.
4. Рыбакова Д.А. Конвейерная организация выполнения задач в работе АСУ тепловым пунктом // «Энергетика и топливные ресурсы Казахстана». – 2010. – № 3.
5. Рыбакова Д.А. Автоматизация тепловых пунктов / Д.А. Рыбакова, А.Е. Бакланов, А.И. Квасов // II Межвуз. науч.-практ. конф., февр. 2009 г. – Усть-Каменогорск, 2009.
6. Рыбакова Д.А. Автоматизированная система регулирования работы тепловых пунктов с использованием конвейерной технологии обработки данных / Д.А. Рыбакова, А.Е. Бакланов, А.И. Квасов // IV Междунар. заочная науч.-практ. конф. «Научная дискуссия: вопросы технических наук», нояб. 2012 г. – М., 2012.
7. Рыбакова Д.А. Применение автоматизированной системы регулирования для оптимальной и эффективной работы тепловых пунктов // Междунар. заочная науч.-практ. конф. «Научная дискуссия: инновации в современном мире», 22 окт. 2013 г. – М., 2013.

Получено 25.08.2014

УДК 517.95

**О.С. Сатыбалдиев**

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы қ.

**Ғ.Х. Мұхамедиев**

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

**ФУРЬЕ ӘДІСІН ҚОЛДАНЫП СЫМ ТЕМІРДІҢ СУУ ЗАҢДЫЛЫҒЫН ЕСЕПТЕУ**

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad 0 < x < L, \quad t > 0 \quad (1)$$

теңдеуі стержендегі жылудың таралу теңдеуі немесе жылу өткізгіштік теңдеуі деп аталатындығы белгілі.

Мына мазмұнды есепті қарастыралық.

$0 < x < L$ ,  $0 < t < \infty$  облысында

$$u(0, t) = u_1, \quad u(L, t) = u_2, \quad 0 \leq t < \infty \quad (2)$$

шекаралық шартын және

$$u(x, 0) = f(x), \quad 0 \leq x \leq L \quad (3)$$

бастапқы шартын қанағаттандыратын (1) теңдеудің шешімін табу қажет болсын. (2) шарт стерженнің  $x=0$  және  $x=L$  шеттеріндегі сәйкес температуралары  $u_1$  мен  $u_2$  тұрақты екендігін, ал стерженнің бастапқы температурасы  $f(x)$  функциясы арқылы өрнектеле-

тіндігін көрсетеді.  $f(x)$  функциясы  $[0, L]$  сегментінде үзіліссіз дифференциалданады және (2) шекаралық және (3) бастапқы шарттарының  $f(0) = u_1$ ,  $f(L) = u_2$  үйлесімдік шарттарын қанағаттандырады.

(1)–(3) есебінің шешімін табу үшін Фурье әдісін қолданамыз [1]. (1) теңдеудің нөлден өзгеше және (2), (3) шарттарын қанағаттандыратын шешімін

$$u(x, t) = \chi(x)T(t) \quad (4)$$

түрінде ізделік.

$$(1) \text{ теңдеуден } a^2 \chi'' T = \chi T',$$

немесе

$$\frac{\chi''}{\chi} = \frac{1}{a^2} \frac{T'}{T} \quad (5)$$

теңдігін аламыз. (5) теңдіктің сол жағы тек қана  $x$ -ке, ал оң жағы тек қана  $t$ -ға тәуелді. Онда (5) теңдік тек  $\frac{\chi''}{\chi} = \frac{1}{a^2} \frac{T'}{T} = \text{const}$  жағдайында ғана орындалады, яғни

$$\frac{\chi''}{\chi} = \frac{1}{a^2} \frac{T'}{T} = \mu, \quad (6)$$

мұндағы  $\mu$  - тұрақты шама. Сонымен, (1) дербес туындылы дифференциалдық теңдеуді айнымалыларды бөлу әдісінің көмегі арқылы

$$\chi'' + \mu\chi = 0, \quad (7)$$

$$T' + a^2 \mu T = 0 \quad (8)$$

екі қарапайым дифференциалдық теңдеулерге алып келдік.

(7) теңдеудің шешімінің түрі  $\mu$  санының таңбасына байланысты болғандықтан,  $\mu < 0$ ,  $\mu = 0$  және  $\mu > 0$  жағдайларын бөлек-бөлек қарастырамыз.

(7), (8) теңдеулердің шешімдері:

-  $\mu < 0$ , яғни  $\mu = -\lambda^2$ ,  $\lambda > 0$  жағдайында  $\chi(x) = A_1 \cos \lambda x + B_1 \sin \lambda x$ ,  $T(t) = C_1 e^{a^2 \lambda^2 t}$  түрлерінде;

-  $\mu = 0$  жағдайында  $\chi(x) = D_1 + E_1 x$ ,  $T(t) = C_2$  түрлерінде;

-  $\mu < 0$ , яғни  $\mu = \lambda^2$ ,  $\lambda > 0$  жағдайында  $\chi(x) = C_3 e^{-\lambda x} + C_4 e^{\lambda x}$ ,  $T(t) = C_5 e^{a^2 \lambda^2 t}$  түрлерінде жазылады да, (4) теңдік бойынша

$$u = (A_1 \cos \lambda x + B_1 \sin \lambda x) C_1 e^{-a^2 \lambda^2 t} = (A \cos \lambda x + B \sin \lambda x) e^{-a^2 \lambda^2 t} \quad (9)$$

$$u = (D_1 + E_1 x) C_2 = D + Ex \quad (10)$$

$$u = (C_3 e^{-\lambda x} + C_4 e^{\lambda x}) C_5 e^{a^2 \lambda^2 t} = (C e^{-\lambda x} + S e^{\lambda x}) e^{a^2 \lambda^2 t} \quad (11)$$

функциялары (1) теңдеудің шешімдері болады. Мұндағы  $A = A_1 C_1$ ,  $B = B_1 C_1$ ,  $D = D_1 C_2$ ,  $E = E_1 C_2$ ,  $C = C_3 C_5$ ,  $S = C_4 C_5$  – еркін тұрақтылар. (1) теңдеу - сызықтық теңдеу, олай болса (9), (10), (11) шешімдердің қосындысы, яғни

$$u = D + Ex + (A \cos \lambda x + B \sin \lambda x) e^{-a^2 \lambda^2 t} + (C e^{-\lambda x} + S e^{\lambda x}) e^{a^2 \lambda^2 t} \quad (12)$$

функциясы да осы теңдеудің шешімі болады.

$A, B, D, E, C, S, \lambda$  – тұрақтыларын (12) шешім (2) шекаралық шарт пен (3) бастапқы шартты қанағаттандыратындай етіп таңдаймыз.

Стерженнің сол жақ шетіндегі шекаралық шарттан басталық

$$u(0,t) = u_1 = D + Ae^{-a^2\lambda^2 t} + (C + S)e^{a^2\lambda^2 t}, \quad (0 < t < \infty),$$

яғни

$$(D - u_1) \cdot 1 + A \cdot e^{-a^2\lambda^2 t} + (C + S)e^{a^2\lambda^2 t} = 0, \quad \forall t \in (0, +\infty).$$

1,  $e^{a^2\lambda^2 t}$  және  $e^{-a^2\lambda^2 t}$  функциялары  $(0, +\infty)$  аралығында сызықты тәуелсіз болғандықтан, соңғы теңдіктен

$$D - u_1 = 0, \quad A = 0, \quad C + S = 0, \quad \text{яғни } D = u_1, \quad A = 0, \quad S = -C$$

теңдіктерін аламыз.  $D$ ,  $A$  және  $S$  мәндерін (12) теңдікке қойып

$$u = u_1 + Ex + B \sin \lambda x e^{-a^2\lambda^2 t} + C(e^{-\lambda x} + e^{\lambda x})e^{a^2\lambda^2 t} \quad (13)$$

теңдігін аламыз.

Стерженнің оң шетіндегі шекаралық шартты пайдаланып,

$$u(L,t) = u_2 = u_1 + E \cdot L + B \sin \lambda L e^{-a^2\lambda^2 t} + C(e^{-\lambda L} + e^{\lambda L})e^{a^2\lambda^2 t},$$

яғни

$$(E \cdot L + u_1 - u_2) \cdot 1 + B \sin \lambda L e^{-a^2\lambda^2 t} + C(e^{-\lambda L} + e^{\lambda L})e^{a^2\lambda^2 t} = 0, \quad \forall t \in (0, +\infty)$$

теңдігін аламыз. Жоғарыдағыдай 1,  $e^{-a^2\lambda^2 t}$  және  $e^{a^2\lambda^2 t}$  функцияларының сызықты тәуелсіздіктеріне сәйкес

$$C(e^{-\lambda L} + e^{\lambda L}) = 0 \quad (14)$$

$$EL + u_1 - u_2 = 0, \quad (15)$$

$$B \sin \lambda L = 0. \quad (16)$$

теңдіктерін аламыз. (14), (15) теңдіктерден  $C$  мен  $E$  - нің мәндерін тауып алып (13) теңдікке қойсақ,

$$u = u_1 + \frac{u_2 - u_1}{L} x + B \sin \lambda x e^{-a^2\lambda^2 t} \quad (17)$$

теңдігін аламыз.

(16) теңдіктен  $B = 0$  немесе  $\sin \lambda L = 0$  теңдігі шығады.

Егер  $B = 0$  болса, онда (17) теңдікте  $B \sin \lambda x e^{-a^2\lambda^2 t}$  қосылғышын жоғалтамыз да, (1) теңдеудің

$$u(x,t) = u_1 + (u_2 - u_1) \frac{x}{L}$$

түріндегі шешіміне, яғни температура өзгеру үдерісі  $t$  уақытынан тәуелсіз болатын жағдайға келеміз. Сондықтан

$$B \neq 0 \quad \text{және} \quad \sin \lambda L = 0 \quad (18)$$

жағдайын таңдаймыз. (18) теңдеудің шешімі,  $\lambda > 0$  екенін ескерсек,

$$\lambda_k = \frac{k\pi}{L}, \quad k = 1, 2, \dots$$

сандары болады.

Сонымен, (17) функция  $\lambda = \lambda_k$  болғанда (1) теңдеудің (2) шекаралық шарттарын қанағаттандыратын шешімі болады.

Олай болса, суперпозиция қағидасы бойынша

$$u(x,t) = u_1 + (u_2 - u_1) \frac{x}{L} + \sum_{k=1}^{\infty} B_k \sin \frac{k\pi}{L} x e^{-\left(\frac{k\pi a}{L}\right)^2 t} \quad (19)$$

функциясы да (1) теңдеудің (2) шартты қанағаттандыратын шешімі болады.

Енді (3) бастапқы шарттың орындалуын қарастырайық. (3) шарт бойынша  $u(x,0) = f(x)$  болғандықтан, (19) теңдіктен

$$f(x) - u_1 - (u_2 - u_1) \frac{x}{L} = \sum_{k=1}^{\infty} B_k \sin \frac{k\pi}{L} x, \quad 0 < x < L \quad (20)$$

теңдігін аламыз.

Бұл арада мынандай мәселелер туындайды:

(20) теңдік орынды болатындай етіп,  $B_k$  коэффициенттерін анықтауға бола ма, егер болса,  $B_k$  коэффициенттерін қалай табуға болады?

$F(x) = f(x) - u_1 - (u_2 - u_1) \frac{x}{L}$  функциясы,  $F(0) = F(L) = 0$  шартын қанағаттандыратындықтан, ол Стеклов теоремасы [2] бойынша  $\chi'' + \lambda^2 \chi = 0$ ,  $\chi(0) = 0$ ,  $\chi(L) = 0$ .

Штурм – Лиувиль есебінің  $\lambda_1 = \frac{\pi}{L}$ ,  $\lambda_2 = \frac{2\pi}{L}$ , ...,  $\lambda_k = \frac{k\pi}{L}$ , ...

меншікті мәндеріне сәйкес  $\sin \frac{\pi}{L} x$ ,  $\sin \frac{2\pi}{L} x$ , ...,  $\sin \frac{k\pi}{L} x$ , ...

меншікті функциялары бойынша Фурье қатарына жіктеледі:

$$F(x) = \sum_{k=1}^{+\infty} C_k \sin \frac{k\pi}{L} x, \quad C_k = \frac{2}{L} \int_0^L F(x) \sin \frac{k\pi}{L} x dx.$$

Олай болса, жіктелінудің жалғыздығы бойынша, (20) теңдікте

$$B_k = C_k = \frac{2}{L} \int_0^L F(x) \sin \frac{k\pi}{L} x dx = \frac{2}{L} \int_0^L \left( f(x) - u_1 - \frac{u_2 - u_1}{L} x \right) \sin \frac{k\pi}{L} x dx \quad (21)$$

болады.

Сонымен,  $B_k$  коэффициенттері (21) формула арқылы анықталған (1) – (3) есептің (19) теңдік түріндегі шешімін құрдық.

Мысалдар қарастыралық.

*1-мысал.*

$$u_t = 1,14 u_{xx} \quad (0 < x < 10, t > 0), \quad u(0,t) = 20, \quad u(10,t) = 80 \quad (t \geq 0),$$

$$u(x,0) = 0,8x^2 \quad (0 \leq x \leq 10)$$

есебінің шешімін құрыңыз.

*Шешімі:* есептің шарты бойынша

$$a^2 = 1,14, \quad L = 10, \quad u_1 = 20, \quad u_2 = 80, \quad f(x) = 0,8x^2$$

(21) формула бойынша  $B_k$  коэффициентін табамыз:

$$B_k = \frac{2}{10} \int_0^{10} (0,8x^2 - 8x) \sin \frac{k\pi}{10} x dx = 320 \frac{(-1)^k - 1}{\pi^3 k^3} = \begin{cases} -\frac{640}{k^3}, & k = 2m - 1, \\ 0, & k = 2m, m = 1, 2, \dots \end{cases}$$

(19) формула бойынша қарастырылып отырған есептің

$$u(x,t) = 8x - \frac{640}{\pi^3} \sum_{m=1}^{+\infty} \frac{1}{(2m-1)^3} \sin \frac{(2m-1)\pi}{10} x e^{-0,0114\pi^2 t}$$

түріндегі шешімін аламыз.

Іс жүзінде соңғы теңдіктің орнына  $u(x,t)$  функциясының

$$u(x,t) \approx 8x - \frac{640}{\pi^3} \sum_{m=1}^{+\infty} \frac{1}{(2m-1)^3} \sin \frac{(2m-1)\pi}{10} x e^{-0,0114\pi^2 t}$$

түріндегі қатардың алғашқы бірнеше мәнімен шектелген жуықтауы қолданылады. Бұл арада көңіл аударатын бір жайт, ол  $e^{-0,0114\pi^2 t}$  функциясы экспоненциалды кемімелі болғандықтан,  $t$  неғұрлым үлкен болса, жуықтаудың дәлдігі солғұрлым жоғары болатындығы.

Келтірілген мысалда біз  $B_k$  коэффициентін (21) формуланы пайдаланып таптық. Егер  $F(x) = f(x) - u_1 - (u_2 - u_1) \frac{x}{L}$  функциясы  $\sin \frac{k\pi}{L} x$  түріндегі функциялардың қосындысы түрінде берілсе,  $B_k$  коэффициентін (21) формуладан гөрі (20) формуланы пайдаланып тапқан қолайлы болады. Енді осындай жағдайға бір мысал келтірейік.

2-мысал.

$$u_t = 10u_{xx} \quad (t > 0, 0 < x < 3): u(x,0) = 5 \sin 3\pi x - 2 \sin 7\pi x + x - 2 \quad (0 \leq x \leq 3)$$

$$u(0,t) = -2, \quad (t \geq 0) \quad u(3,t) = 1, \quad (t \geq 0)$$

есептің шешімін құрыңыз.

*Шешімі:* есептің шарты бойынша

$$a^2 = 10, \quad L = 3, \quad u_1 = -2, \quad u_2 = 1, \quad f(x) = 5 \sin 3\pi x - 2 \sin 7\pi x + x - 2.$$

$B_k$  коэффициентін анықтаймыз. Біздің есепте

$$F(x) = f(x) - u_1 - (u_2 - u_1) \frac{x}{L} = 5 \sin 3\pi x - 2 \sin 7\pi x + x - 2 + 2 - (1+2) \frac{x}{3} = 5 \sin 3\pi x - 2 \sin 7\pi x \quad \text{функциясы}$$

синустардың қосындысы түрінде жазылғандықтан,  $B_k$  коэффициентін (20) теңдікті пайдаланып табу қолайлы болады:

$$5 \sin 3\pi x - 2 \sin 7\pi x = \sum_{k=1}^{+\infty} B_k \sin \frac{k\pi}{3} x.$$

Бұл теңдіктен  $k \neq 9; 27$  болғанда  $B_k = 0$  болатыны және  $B_9 = 5, B_{27} = -2$  екені шығады. Олай болса, (19) теңдік бойынша қарастырылып отырған есептің шешімі

$$u(x,t) = -2 + x + 5 \sin 3\pi x \cdot e^{-30\pi t} - 2 \sin 7\pi x \cdot e^{-490\pi t} \quad \text{функциясы болады.}$$

Әдебиеттер тізімі

1. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1981. - 512 с.
2. Левитан Б.М. Операторы Штурма-Лиувилля и Дирака / Б.М. Левитан, И.С. Саргсан. - М.: Наука, 1988. - 371 с.

Получено 4.08.2014

УДК 004.913

**П.А. Эккерт, Е.М. Турганбаев**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ**

Качественное образование является основой процветания экономики любого государства. Однако для повышения его качества необходима своевременная оценка текущей ситуации, которая невозможна без реальной информации о состоянии всех составляющих частей образовательной системы страны [1]. Разнородность критериев оценки качества образования приводит к тому, что задача оценки качества формализуется в классе слабоструктурированных задач, для решения которых требуются специальные математические и статистические методы анализа. Для корректного анализа, в свою очередь, необходимо наличие актуальных данных из первоисточников – первичных организаций (детских садов, школ, колледжей, вузов и т.д.) [2].

На территории Республики Казахстан существует множество информационных систем сбора данных образовательной статистики, но ни одна из внедренных информационных систем на сегодняшний день не способна в полной мере соответствовать современным требованиям по сбору и анализу данных [3]. Применение разнородных информационных систем с различными показателями ведет к невозможности оперативного сбора требуемого перечня данных для осуществления анализа и, как следствие этого, оперативной оценки качества образования. Внедрение новой информационной системы, способной охватить все образовательные организации и обладающей достаточным набором характеристик для удовлетворения современных требований по сбору и анализу данных, представляется весьма актуальным. Это позволит решить ряд задач, связанных с своевременностью ввода, а также с однородностью данных. Для корректной работы такой информационной системы необходим полный ввод всех показателей всеми организациями. Поэтому начало работы информационной системы должно осуществляться единовременно во всех организациях образовательной сферы.

Однако в настоящий момент на территории Республики Казахстан существует около 10000 образовательных организаций [4]. Единовременное внедрение информационной системы во всех организациях, с учетом их разнородности и отдаленности, требует колоссальных трудозатрат большого количества квалифицированных специалистов. Таким образом, неотъемлемой частью единой информационной системы мониторинга и оценки качества знаний должна быть возможность интеграции с уже существующими информационными системами.

В связи с вышесказанным, целью данной работы является доработка единой информационной системы образовательной статистики с применением интеграции с уже существующими информационными системами для осуществления анализа и оценки качества образования в Республике Казахстан [5].

Интеграция информационных систем может осуществляться двумя методами:

1. Регламентированный обмен данными посредством защищенных каналов связи с ограниченным числом адаптированных информационных систем - «Закрытая интеграция».
2. Загрузка данных из произвольного количества информационных систем (локальных информационных систем сбора данных образовательной статистики, образовательных



порталов, систем социологических исследований и т.д.) посредством определенных протоколов – «Открытая интеграция» [6].

Закрытая интеграция существующих информационных систем образовательной статистики способна решить ряд задач с получением уже имеющихся данных из других статистических информационных систем, но не способна решить проблемы избыточности ввода одного и того же набора данных в локальные информационные системы и в единую информационную систему сбора и анализа данных образовательной статистики.

В связи с этим предлагается смешанный подход: применение возможностей закрытой интеграции единой информационной системы сбора данных образовательной статистики с внедренными в Республике Казахстан системами, а также открытого получения данных из локальных информационных систем и образовательных порталов. Данный метод приведет к снижению трудозатрат первичных организаций на дублирующийся ввод одного и того же набора значений показателей в различные информационные системы, а также к получению необходимых данных для оперативной оценки качества образования (рис. 1).

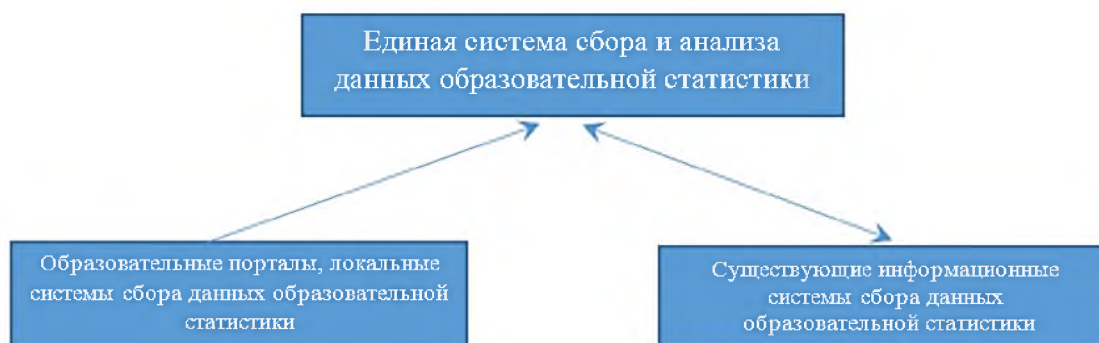


Рисунок 1 – Интеграция информационных систем

В настоящее время в Республике Казахстан функционирует ряд региональных баз данных образовательной статистики, ведется активное внедрение общереспубликанских информационных систем, в подсистемах которых ведется учет некоторой статистической информации:

- «E-learning» - портал электронного обучения;
- «НОБД» - национальная образовательная база данных (в рамках внедрения проекта электронного обучения «E-learning»);
- «ЕСУВО» - единая система управления высшим образованием;
- «ИАСУР» - информационно-аналитическая система управления развитием.

Для интеграции вышеприведенных систем с единой системой сбора и анализа данных образовательной статистики необходимо наличие средств обмена данными в каждой из систем. Каждая интегрированная информационная система должна иметь возможность быстрого обмена данными в любой момент времени по общим протоколам. Кардинальное изменение данных в одной из информационных систем не должно приводить к изменению протоколов и форматов обмена.

Для реализации данной задачи наиболее целесообразным является применение обмена данными посредством файлов формата XML. Для подтверждения подлинности источника данных целесообразно использование электронно-цифровой подписи (ЭЦП) файлов обмена. Таким образом, каждый участник обмена данными несет ответственность за предоставляемую информацию [7].

Вышеизложенный способ предполагает обмен данными внутри интегрируемых информационных систем, а также получение данных из внешних источников с точным подтверждением автора информации. Данный способ позволяет осуществлять интеграцию множества разнотипных информационных систем в единое целое по принципу модели черного ящика. Это позволяет сохранять уникальные возможности каждой интегрируемой информационной системы при получении необходимых статистических данных.

Национальный удостоверяющий центр в данном случае выступает в качестве сторонней организации, участвующей в процессах установления и проверки подлинности электронно-цифровой подписи. Схема взаимодействия информационных систем с применением ЭЦП представлена на рис. 2.

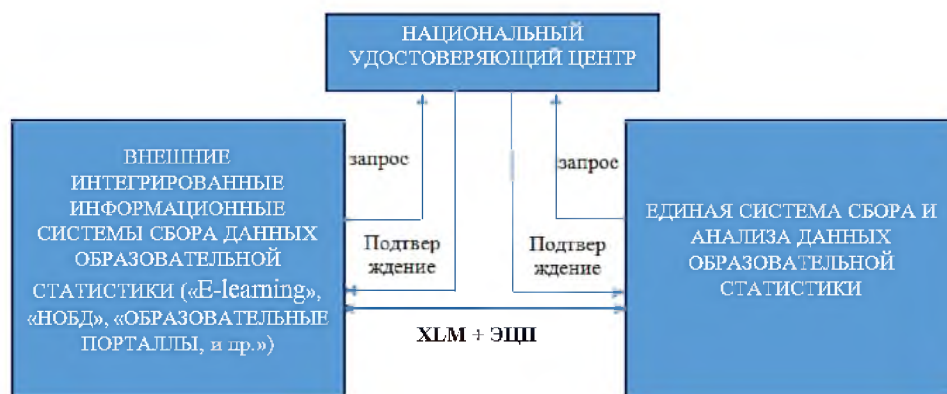


Рисунок 2 – Взаимодействие информационных систем при интеграции

Установка ЭЦП позволяет защитить информацию в файлах данных от несанкционированного изменения и осуществляется за счет дополнительного реквизита электронного документа, полученного в результате криптографического преобразования информации с использованием электронного регистрационного свидетельства и закрытого ключа. После добавления ЭЦП файл обладает юридической достоверностью электронного документа [7].

Таким образом, при обмене информацией посредством подписанных файлов данных производится одновременная передача сразу двух файлов: 1 – файл данных; 2 – файл ЭЦП. Данные файлы сохраняются в течение регламентированного времени на сервере, что позволяет проверить подлинность статистической информации позднее.

Для сопоставления корректности информации достаточно применение повторного чтения данных из файлов XML и сопоставление промежуточных и итоговых результатов с аналогичными результатами в базе данных (рис. 3).

Для осуществления сбора данных из различных информационных систем необходимо жесткое следование классификаторам показателей, применяемых на определенный период. В случае соблюдения требований к классификации показателей, применение метода сложной сводки данных из различных источников для проведения анализа не существенно превышает трудоемкость применения тех же методов в рамках одной информационной системы. При этом полнота статистической информации прямо пропорциональна соотношению числа респондентов к общему количеству учреждений образовательной деятельности:

$$p_{\text{стат.}} = \frac{V_{\text{респ.}}}{V_{\text{общ.}}}$$



Рисунок 3 – Сверка корректности данных

Таким образом, интеграция информационных систем сбора данных образовательной статистики является наиболее целесообразным способом увеличения полноты данных при минимуме экономических затрат на период внедрения единой системы сбора и анализа данных образовательной статистики.

В ходе выполнения данной работы была спроектирована модель интеграционного взаимодействия образовательных информационных систем с единой системой сбора и анализа данных образовательной статистики, а также рассмотрены ключевые методы сбора образовательной статистики в единую информационную систему сбора и анализа данных. Данный подход является гибким и хорошо масштабируемым, что дает ему большие перспективы дальнейшего развития не только в системе сбора данных образовательной статистики, но и в других глобальных статистических информационных системах.

## Список литературы

1. Международная стандартная классификация образования (МСКО). Международные нормативные акты ЮНЕСКО. – М.: ИЦПКПС, 1998.
2. Управление качеством образования в регионе на основе показателей и индикаторов: Сб. инструктивно-методических материалов. – М.: Логос, 2008.
3. Данные национального центра образовательной статистики и оценки РК. – 2013.
4. Национальный доклад о состоянии и развитии системы образования Республики Казахстан. – Астана: Министерство образования и науки РК, 2013.
5. Жумагулов Б.Т. Разработка информационной системы образовательной статистики Республики Казахстан / Б.Т. Жумагулов, Н.М. Темирбеков, Н.Ф. Денисова и др. // Вестник НИА РК. – 2012. – № 2 (44). – С. 75-80.
6. Когаловский М.Р. Методы интеграции данных в информационных системах. – М.: Институт проблем рынка РАН. – 2010. – С. 2-7.
7. Закон РК Об электронном документе и электронной цифровой подписи от 7 янв. 2003 года, № 370-III (с изменениями и дополнениями по состоянию на 13.01.2014 г.).

Получено 17.07.2014



УДК 004.43

**М.Ж. Базарова, Т.Г. Балова**Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск**МЕТОД ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ  
ТРЕБОВАНИЯМ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Цель образовательной программы (ОП) - обеспечить конкурентоспособность и востребованность выпускников на рынке труда, поэтому результаты обучения в виде сформированных у выпускников компетенций должны быть согласованы с требованиями отраслевой рамки квалификаций, квалификационного справочника должностей специалиста и потребностей рынка труда, которые формируются по запросам основных потребителей программы и соответствуют национальной системе квалификаций [1, 2].

Механизм учёта потребностей рынка труда, заложенный в основу концепции ОП, должен актуализировать требования к видам профессиональной деятельности, гибко реагировать на изменяющиеся условия внешней среды, способствовать дальнейшему развитию ОП, повышая её качество и востребованность на рынке образовательных услуг. В работе предпринята попытка формализовать данный механизм с использованием онтологического подхода и метода анализа иерархий [3].

Таксономия классов разработанной онтологической модели профессиональных компетенций ОП позволяет отобразить содержание профессиональных требований на результаты обучения (компетенции), повышая тем самым качество содержания ОПи обеспечивая готовность выпускника к профессиональной деятельности в конкретной должности.

Класс «Должности» (рис. 1) содержит должности в соответствии с квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и других служащих по видам трудовой деятельности, класс «Трудовые функции» объединяет индивиды, содержащие трудовые функции по всем направлениям, а аксиома свойства объектов *hasWorkSkill* устанавливает связь между ними.

Для оценки значимости сформулированных результатов обучения и требований профессиональных компетенций использованы экспертные оценки и метод анализа иерархий (МАИ), позволяющий ранжировать полезность изучаемых модулей (дисциплин) с позиции трудовых функций. Выявление существенного различия в этих компетенциях отражает недостаток профессиональной подготовки выпускников вследствие освоения не ориентированной на требования рынка ОП.

МАИ предполагает декомпозицию проблемы на всё более простые составляющие части и обработку суждений лица, принимающего решение. В результате определяется относительная значимость исследуемых вариантов для всех критериев, находящихся в иерархии. Относительная значимость выражается численно в виде векторов приоритетов. Полученные таким образом значения векторов являются оценками в шкале отношений и соответствуют так называемым жестким оценкам. Используется МАИ с помощью метода попарного сравнения вариантов [4].



Рисунок 1 – Фрагмент онтологии образовательной программы

Для оценки соответствия результатов обучения (компетенций) квалификационным требованиям трудовых функций для конкретной должности, необходимо выполнить несколько шагов.

*Шаг 1.* Иерархическое представление проблемы.

Построение иерархии начинается с очерчивания проблемы исследования. Далее строится собственно иерархия, включающая цель, расположенную в её вершине, промежуточные уровни (например критерии) и варианты, формирующие самый нижний иерархический уровень [3]. Целью является выбор наиболее приоритетных модулей ОП для должностей, которые определены в перечне квалификаций, и должностей квалификационного справочника РК [2]. В качестве вариантов используются модули учебного плана специальности. Промежуточными уровнями являются: трудовые функции для конкретной должности, цели ОП и результаты обучения (компетенции) ОП (рис. 2).

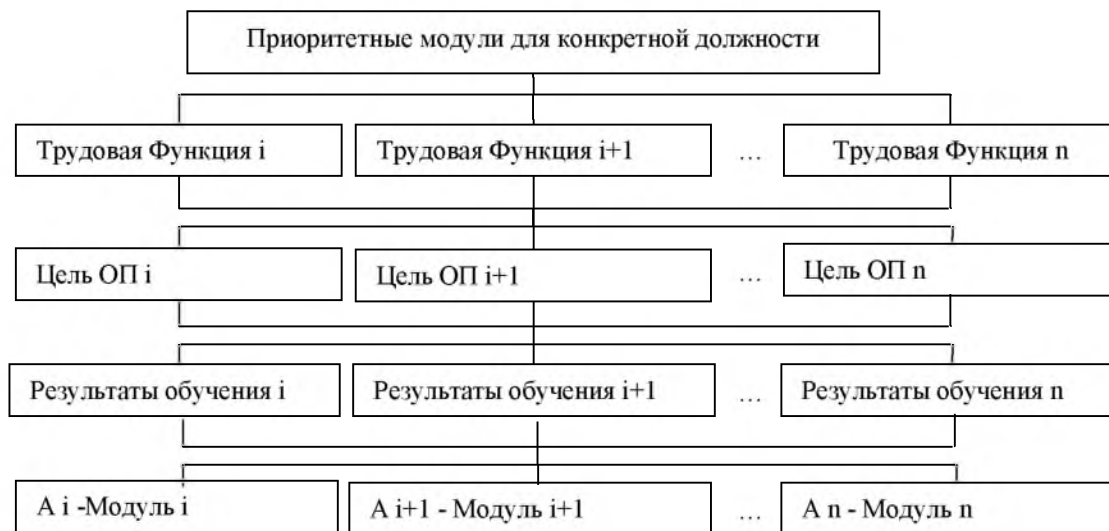


Рисунок 2 – Иерархия критериев для определения приоритетных модулей

*Шаг 2.* Построение матриц парных сравнений.

При построении множества матриц парных сравнений в иерархии выделяются элементы двух типов: «элементы – родители» и «элементы – потомки». Строятся следующие матрицы парных сравнений, исходя из иерархии отношений:

- трудовые функции по отношению к должности;
- цели ОП по отношению к каждой трудовой функции;
- результаты по отношению к каждой цели ОП;
- модули по отношению к каждому результату.

*Шаг 3.* Для заполнения матриц парных сравнений привлекаются эксперты.

Парные сравнения проводятся в терминах доминирования одного элемента над другим. Полученные суждения выражаются в целых числах с учётом девятибалльной шкалы.

Для установления относительной важности элементов иерархии используется шкала отношений: 1 - одинаковая значимость; 3 - некоторое преобладание значимости одного действия над другим (слабая значимость); 5 - существенная или сильная значимость; 7 - очевидная или очень сильная значимость; 9 - абсолютная значимость; 2, 4, 6, 8 - промежуточные значения между двумя соседними суждениями. Обратные величины приведенных выше ненулевых величин: если действию  $i$  при сравнении с действием  $j$  приписывается одно из определенных выше ненулевых чисел, то действию  $j$  при сравнении с действием  $i$  приписывается обратное значение.

Данная шкала позволяет экспертам ставить в соответствие степеням предпочтения одного сравниваемого объекта перед другим некоторые числа.

Правомочность этой шкалы доказана теоретически при сравнении со многими другими шкалами [3]. При использовании указанной шкалы эксперт, сравнивая два объекта в смысле достижения цели, расположенной на вышележащем уровне иерархии, должен поставить в соответствие этому сравнению число в интервале от 1 до 9 или обратное значение чисел. В тех случаях, когда трудно определить столько промежуточных градаций от абсолютного до слабого предпочтения или этого не требуется в конкретной задаче, может использоваться шкала с меньшим числом градаций. В пределе шкала имеет две оценки: 1 - объекты равнозначны; 2 - предпочтение одного объекта над другим.

Для получения каждой матрицы эксперт выносит  $n(n-1)/2$  суждений ( $n$  - порядок матрицы парных сравнений).

Далее рассматривается пример формирования матрицы парных сравнений в общем виде. Пусть  $E_1, E_2, \dots, E_n$  - множество из  $n$  элементов (вариантов) и  $v_1, v_2, \dots, v_n$  - соответственно их веса или значимости. Необходимо сравнить попарно значимость каждого элемента со значимостью любого другого элемента множества по отношению к общему для них свойству или цели (по отношению к «элементу – родителю»). В этом случае матрица парных сравнений  $A$  имеет следующий вид:

|       |           |     |           |     |           |
|-------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|
|       | $E_1$     | ... | $E_j$     | ... | $E_n$     |
| $E_1$ | $v_1/v_1$ | ... | $v_1/v_j$ | ... | $v_1/v_n$ |
| ...   | ...       | ... | ...       | ... | ...       |
| $E_i$ | $v_i/v_1$ | ... | $v_i/v_j$ | ... | $v_i/v_n$ |
| ...   | ...       | ... | ...       | ... | ...       |
| $E_n$ | $v_n/v_1$ | ... | $v_n/v_j$ | ... | $v_n/v_n$ |

Матрица парных сравнений обладает свойством обратной симметрии, т. е.:

$$a_{ij} = 1/a_{ji}, \text{ где } a_{ij} = v_i/v_j. \quad (1)$$

*Шаг 4.* После заполнения экспертами матриц парных сравнений выполняются следующие вычисления. Из матрицы находится среднее геометрическое каждой строки:

$$A_i = \sqrt[n]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{in}}. \quad (2)$$

Определяется нормирующий множитель для данной матрицы:

$$r = a_1 + a_2 + \dots + a_n. \quad (3)$$

Определяется нормированный вектор приоритетов:

$$W_i = a_i / r. \quad (4)$$

Осуществляется иерархический синтез в целях определения вектора приоритета вариантов относительно факторов и фокуса иерархии [3, 4].

Для определения векторов приоритета вариантов необходимо найти значения векторов приоритетов:  $W_{TF}$  - вектор приоритетов трудовых функции для должности,  $W_{Ц}$  - вектор приоритетов целей относительно каждой трудовой функции,  $W_P$  - вектор приоритетов результатов обучения относительно каждой цели,  $W_M$  - вектор приоритетов модулей относительно каждого результата обучения. С помощью этих векторов приоритетов определяются результирующие вектора приоритетов:  $W_{Ц}^{TF}$  - вектор приоритетов цели относительно трудовых функций определяется по формуле (5),  $W_P^M$  - вектор приоритетов результатов обучения относительно целей определяется по формуле (6):

$$W_{Ц}^{TF} = W_{Ц} \cdot W_{TF}, \quad (5)$$

$$W_P^M = W_P \cdot W_{Ц}^{TF}. \quad (6)$$

Результирующий вектор приоритетов альтернатив рассчитывается по формуле

$$W_M^P = W_M \cdot W_P^M. \quad (7)$$

Анализ значений полученного результирующего вектора показывает, какие варианты (модули) приоритетны для данной должности.

Для апробации действия МАИ была разработана иерархия элементов из модульной ОП по специальности 5В070300 «Информационные системы» и должность «Инженер-программист (программист)» из квалификационного справочника РК [2]. Из МОП были взяты цели, результаты обучения и модули, обеспечивающие эти результаты обучения.

На основе значений результирующего вектора приоритетов модулей построена диаграмма (рис. 3), где осью абсцисс являются значения результирующего вектора приоритетов, а осью ординат – наименования модулей.

Исходя из диаграммы, видно, что наибольший приоритет имеют «Модуль интернет технологий / Модуль web технологий», что обусловлено, по мнению экспертов, высокой востребованностью специалистов данного профиля на рынке труда, а также тем, что данные модули необходимы для формирования нескольких результатов обучения ОП. Модули социально-гуманитарного профиля имеют наименьший приоритет. На основе оценки соответствия результатов обучения (компетенций) квалификационным требованиям трудовых функций была построена диаграмма «Соответствие результатов обучения (компетенций) для должности «Инженер-программист (программист)» (рис. 4) и «Соответствие результатов обучения (компетенций) квалификационным требованиям трудовых функций» (рис. 5).



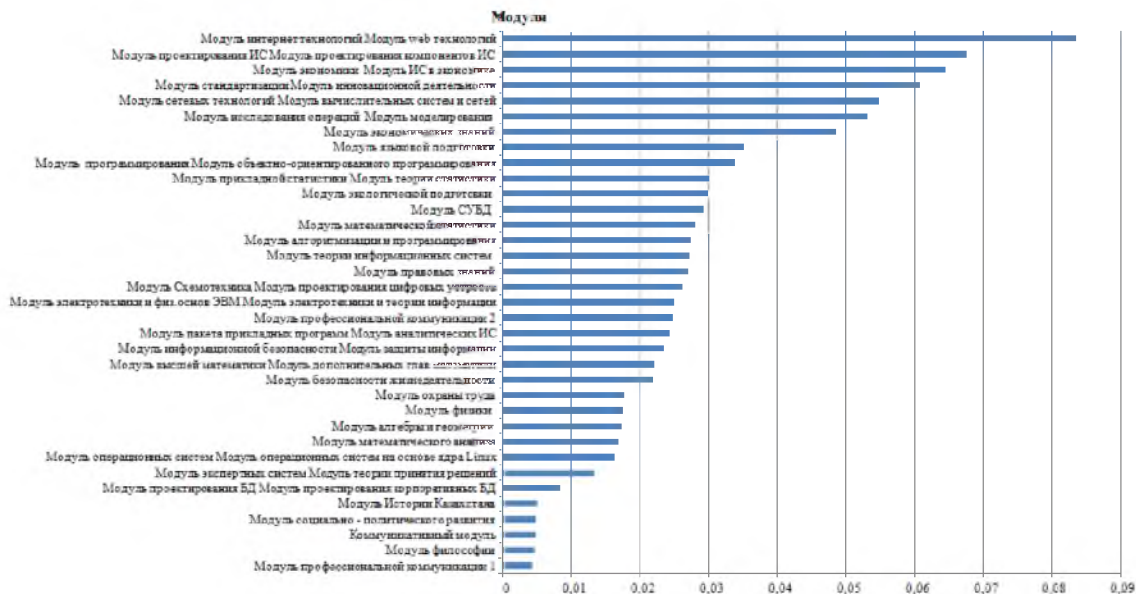


Рисунок 3 - Диаграмма соответствия модулей ОП профессиональным требованиям должности «Инженер-программист (программист)»

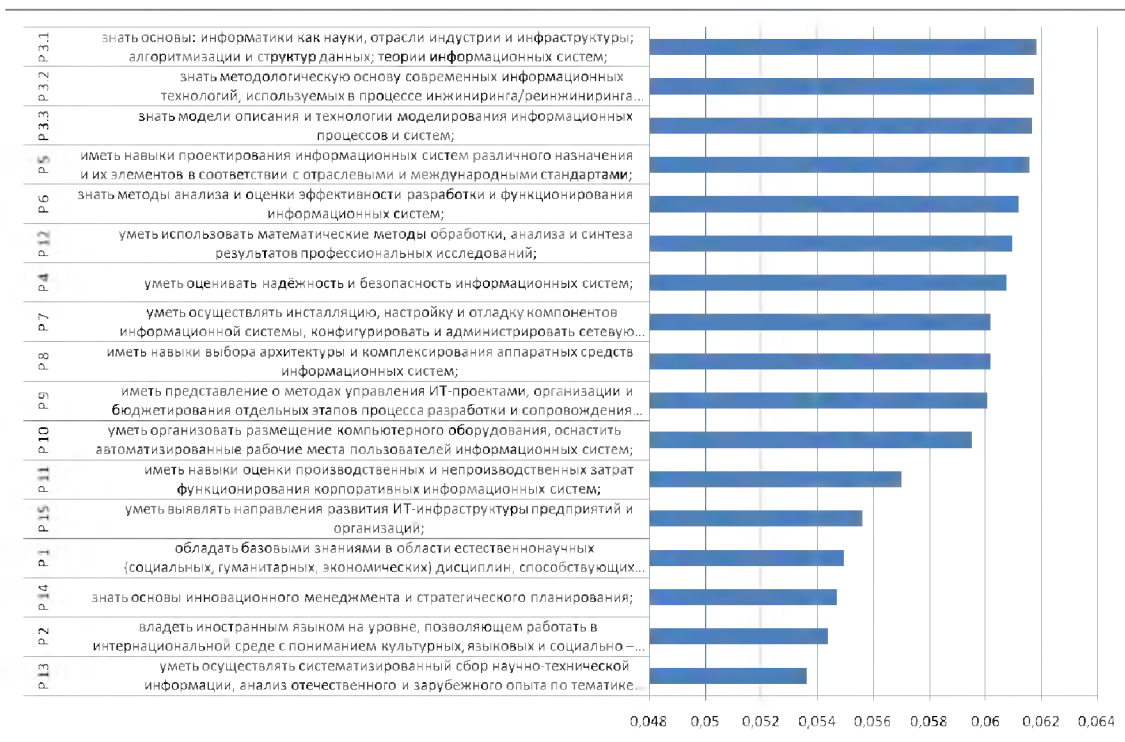


Рисунок 4 – Оценка значимости результатов обучения для должности «Инженер-программист (программист)»



Как следует из диаграммы рис. 4, наибольший приоритет для должности «Инженер-программист (программист)» имеет результат обучения (компетенции), сформулированный как «Знать основы: информатики как науки, отрасли индустрии и инфраструктуры; алгоритмизации и структур данных; теории информационных систем» (P3.1). Наименьший приоритет имеют результаты обучения, связанные с умением осуществлять систематизированный сбор научно-технической информации, анализ отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования в сети Интернет, научной и периодической литературе.

Для оценки значимости результатов обучения экспертам были предложены требования к трём основным трудовым функциям инженера-программиста, сформулированные в квалификационном справочнике должностей (представлены в таблице).

*Основные квалификационные требования инженера-программиста*

| Содержание трудовых функций   | Условное обозначение |
|---|----------------------|
| На основе анализа математических моделей и алгоритмов решения экономических и других задач разрабатывает программы, обеспечивающие возможность выполнения алгоритма и соответственно поставленной задачи средствами вычислительной техники, проводит их тестирование и отладку.   | ТФ1                  |
| Разрабатывает технологию решения задачи по всем этапам обработки информации. Осуществляет выбор языка программирования для описания алгоритмов и структур данных. Определяет информацию, подлежащую обработке, её объемы, структуру, макеты и схемы ввода, обработки, хранения и вывода, методы её контроля.  | ТФ2                  |
| Осуществляет запуск отлаженных программ и ввод исходных данных, определяемых условиями поставленных задач. Проводит корректировку разработанной программы на основе анализа выходных данных. Разрабатывает инструкции по работе с программами, оформляет необходимую техническую документацию. Определяет возможность использования и осуществляет адаптацию готовых программных продуктов. | ТФ3                  |

Результаты оценки значимости сформированных компетенций выпускников для реализации выделенных трудовых функций иллюстрирует диаграмма рис.5.

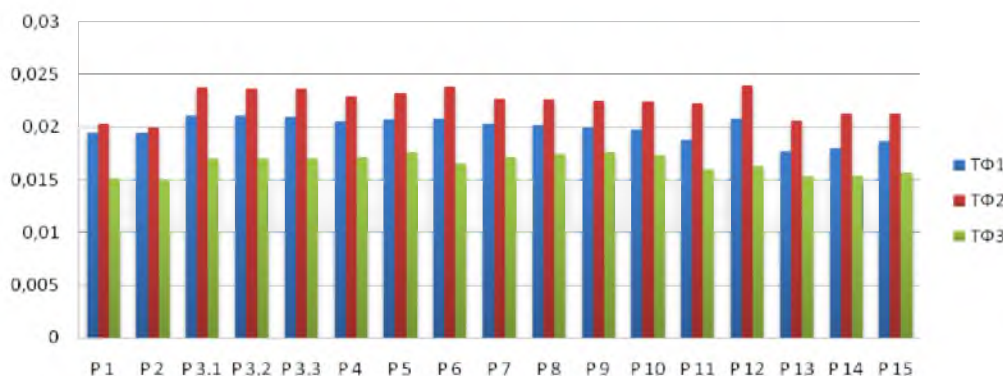


Рисунок 5 - Соответствие результатов обучения (компетенций) квалификационным требованиям трудовых функций

Предложенный подход обеспечивает прозрачность содержания образовательной программы, возможность конструктивного участия работодателей в её развитии и совершенствовании. База знаний образовательных программ позволит студентам строить индивидуальную траекторию обучения, направленную на получение конкретных результатов, необходимых для выполнения интересных ему трудовых функций.

Список литературы

1. Об утверждении Отраслевой рамки квалификаций «Информационно-коммуникационные технологии». Приказ Министра транспорта и коммуникаций РК от 30 сент. 2013 года, № 769. Зарегистрирован в МЮ РК 4 нояб. 2013 года, № 8876.
2. Об утверждении Квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и других служащих. Приказ министра труда и социальной защиты населения РК от 21 мая 2012 года, № 201-е-м. Зарегистрирован в МЮ РК 25 июня 2012 года, № 7755.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
4. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.

Получено 22.07.2014

по страницам



## **ВЕНЕРИАНСКАЯ РАДУГА**

Европейский космический зонд «Venus Express», запущенный с Байконура в 2005 году и работающий до сих пор, сфотографировал на Венере глаорию – красивое атмосферное явление. Глория напоминает по внешности и происхождению (дифракция света в каплях) радугу, но имеет кольцевидную форму и видна она только с высоты – с вершины горы, с самолета или, как в данном случае, с космического аппарата. Венерианская глаория возникает из-за разложения света в капельках серной кислоты, из которой состоит плотный облачный покров планеты. Подробное изучение спектров глаории показало, что эти капельки содержат также элементарную серу или хлорид трехвалентного железа.

«Наука и жизнь» № 7, 2014



УДК 358.119.1

**Т.Б. Асханбаев**

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

#### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ ДО ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

Оснащение казахстанской армии, стоящей на страже независимости и суверенитета родины, ни в чем не уступает аналогичному вооружению армий государств центрально-азиатского региона. В первую очередь это относится к бронетанковой технике (БТТ), которой оснащены части и соединения, входящие в состав сухопутных войск.

Современное значение БТТ как массового эффективного средства ведения активных, решительных и динамичных боевых действий на суше трудно переоценить. В зависимости от характера вооруженного конфликта сегодня роль танков и другой БТТ можно определить так:

- во-первых, прежде всего это непосредственная поддержка пехоты, воздушного десанта, внутренних войск в миротворческих операциях;
- во-вторых, БТТ используется в качестве тяжелого оружия и ударной силы мобильных общевойсковых подразделений и частей быстрого реагирования;
- в-третьих, танки при объединении в самостоятельные танковые части и соединения предназначены для решительного перелома обстановки, нанесения поражения и окончательного разгрома противника в широкомасштабной войне или в завершающей стадии локального конфликта.

Опыт второй мировой войны, боевых действий в Корее, во Вьетнаме, в индо-пакистанском конфликте, на Ближнем Востоке в 1973 и 1982 годах, событий в Кувейте – «Буря в пустыне», в Ираке, а также последних событий в Чечне и Дагестане подтверждает, что танки, при их умелом и правильном использовании, являются наиболее универсальным боевым средством, способным решать широкий круг боевых задач. Это определяет их роль в современной войне как основной ударной силы сухопутных войск.

Танковые войска именовались по-разному: в 20-х годах XX в. - бронесилами, в начале 30-х - мотомеханизированными войсками, лишь к 40-м в названии появилось слово танк, теперь это автобронетанковые войска. С 1943 по 1954 год получили название - бронетанковые и механизированные войска, а с 1959 г. и по нынешний день - танковые войска.

8 сентября 1946 года в Москве на Красной площади был впервые отмечен День танкистов. Праздник установлен указом Президиумом Верховного Совета СССР от 11 июля 1946 года в честь славных побед советских танкистов, сражавшихся на полях Великой Отечественной войны и танкостроителей.

В послевоенный период танки развивались в условиях, характеризующихся:

- необходимостью ведения боевых действий как с применением ядерного оружия, так и без него;
- высокими темпами продвижения войск при большой глубине операций;

- наличием на вооружении армий большого количества противотанковых средств, в том числе ПТУР, авиации и танков;
- развитием и применением высокоточного оружия;
- часто возникающей необходимостью ведения боевых действий в особых условиях (в городе, населенных пунктах, горной и пустынной местности, в лесу, при форсировании водных преград).

Все это привело к тому, что в танкостроении широко используются новейшие достижения в различных областях науки, техники и технологии. Современный танк стал качественно новой машиной, способной вести боевые действия в различных климатических условиях, на различной местности, днем и ночью.

История военного искусства доказывает, что только наступление может привести к разгрому, окружению и уничтожению врага. Во время первой мировой войны скорострельное оружие, артиллерия и инженерные сооружения на местности создали непреодолимую преграду для наступающих войск. Чтобы прорвать такую оборону, нужен был новый вид оружия. Таким оружием и явились танки.

Выдающийся русский ученый в области артиллерии Н.В. Маиевский разработал теорию нарезного оружия, создал ряд новых артиллерийских систем, что способствовало перевооружению русской артиллерии нарезным оружием. В 1860 г. русским металлургом Обуховым отлита стальная пушка. В 1877 г. основоположник скорострельной артиллерии Барановский В.С. создал 2,5-дюймовую скорострельную пушку, а в 1902 г. на Путиловском заводе была создана трехдюймовая пушка с большой начальной скоростью снаряда. Значительным шагом в развитии огнестрельного вооружения явилось создание автоматического оружия. В 1889 г. мастер Двоглазов изготовил образец автоматической винтовки. В 1907 г. русский изобретатель Рощепей представил в артиллерийский комитет автоматическую винтовку. В 1906-1907 гг. русские изобретатели Федоров и Токарев предлагают свои самозарядные винтовки, которые в 1910-1911 гг. успешно проходят испытания.

Выдающимися русскими учеными Амосовым П.П., Обуховым П.М., Черновым Д.К. были сделаны величайшие открытия в области металлургии, технологии изготовления высококачественных сталей. Талантливый русский металлург Амосов П.П. исследовал влияние марганца, хрома, титана на свойства стали, разработал процесс газовой цементации. Обуховым П.М. в Петербурге создан знаменитый «Обуховский» сталепушечный завод. Работы Амосова П.П., Чернова Д.К., Обухова П.М. легли в основу производства стальной брони. Обуховым была изобретена противопульная броня.

Уральским мастером Пятовым В.С. в 1865 году впервые в мире осуществлена прокатка броневых листов на специальном станке, а в 1859 году им же предложен способ цементации броневых плит. В 1876 г. начали изготавливать броню из высокоуглеродистой стали, имеющую лучшую снарядостойкость. В 1877 г. началось производство двухслойной углеродистой брони. С 1893 г. на Обуховском заводе организовано производство брони из никелевой стали, толщиной до 10 дюймов (254 мм). В конце XIX столетия броня начинает применяться на бронепоездах и бронев автомобилях.

В создании и совершенствовании двигателей внутреннего сгорания в России большую роль сыграли работы русских инженеров и изобретателей: Луцкого Б.Г., Яковлева Е.А., Тринклера Г.В., Гриневецкого В.И., Трашутина И.Я. В 1877 г. построены газовые двигатели внутреннего сгорания. В 1879-1884 гг. на Охтенской судовой верфи был построен первый в мире бензиновый двигатель, мощностью 53 кВт, многоцилиндровый, карбюраторный, с зажиганием от электрической искры. В 1885 году молодой конструктор Луцкий Б.Г. построил карбюраторный двигатель с вертикальным расположением цилиндров. В 1888 году мастер Балтийского завода Ягодзинский построил легкий компактный авиа-

ционный бензиновый двигатель. В 1899 г. в Петербурге на Путиловском (ныне Кировском) заводе построен первый стационарный бескомпрессорный двигатель внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия. В этом же году на механическом заводе «Русский дизель» в Петербурге построен первый компрессорный двигатель внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия. В 1899-1903 гг. русским изобретателем Маминым Я.В. был построен и установлен на тракторе бескомпрессорный двигатель с воспламенением от сжатия. В 1900 г. талантливым русским инженером, профессором Горьковского индустриального института Тринклером Г.В. был разработан бескомпрессорный двигатель внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия, работающий на тяжелом топливе. В 1910 г. по проекту профессора Малиева был построен двухтактный двигатель с прямой продувкой.

Впервые основные элементы гусеничного хода были разработаны в 1837 году штабс-капитаном Д. Загряжским в его проекте экипажа с подвижными колесами. В 1876 г. штабс-капитан Маевский предложил способ передвижения локомотива по обычным дорогам с использованием «Рельсовой цепи». При этом он предусмотрел механизм, который позволил менять силу тяги на гусенице (прототип современной коробки передач). В 1888 году русский изобретатель Блинов Ф.А. построил первый в мире трактор с металлическими гусеницами. В движение он приводился двумя паровыми машинами. В 1907-1917 гг. было освоено промышленное производство тракторов с двигателями внутреннего сгорания.

Таким образом, в начале XX века окончательно сложились материально-технические предпосылки для создания танка. Осталось только соединить в одной машине подвижность, присущую автомобилям, с проходимостью гусеничных тракторов, защитив ее броней и вооружив пушкой и пулеметами. Это было сделано в ходе первой мировой войны.

Историю развития российского и советского танкостроения принято делить на 5 периодов:

- первые русские танки (1915-1917 гг.);
- первые советские танки (1920-1931 гг.);
- период создания полного комплекта БТТ (1931-1939 гг.);
- БТТ в канун и в период Великой Отечественной войны (1939-1945 гг.);
- период послевоенного танкостроения:
  - первое послевоенное поколение (1945 - 1960 гг.);
  - второе послевоенное поколение (1960 - 1990 гг.);
  - третье послевоенное поколение (1990 г. и по настоящее время).

В 1914 году под руководством инженера Пороховщикова А.А. разработана, а в 1915 г. в г. Риге построена бронированная колесно-гусеничная машина, названная «Вездеходом»: масса машины была 3,5-4 т, экипаж - 1 человек, пулеметное вооружение, противопульное бронирование, двигатель мощностью 15 кВт, планетарная трансмиссия, комбинированный колесно-гусеничный движитель (одна гусеница и два управляемых колеса) обеспечивали максимальную скорость 25 км/ч. Первые опытные образцы английских танков появились только в сентябре 1915 г., а французские - в 1916 году. И английские, и французские танки уступали «Вездеходу».

В 1915-1916 годах талантливым инженером-изобретателем Менделеевым В.Д. (сыном известного ученого Менделеева Д.И.) был детально разработан проект сверхтяжелого танка: масса - 170 т, экипаж - 8 человек, 120-мм пушка и пулемет, установленный во вращающейся башне, противоснарядное бронирование - 100-150 мм, максимальная скорость движения - 24 км/ч, пневматическая подвеска, предусмотрена возможность движения по рельсам железной дороги.

Летом 1917 г., недалеко от г. Дмитрова, под руководством инженера Лебеденко Н.Н. (рис. 1) был построен колесный танк, массой в 40 т. В его создании принимали участие известные русские ученые Жуковский Н.Е. и Стечкин Б.С. Повышенную проходимость танка пытались обеспечить применением колес диаметром 9 м. Заднее колесо меньшего диаметра - для управления. Из-за технического несовершенства разработка танка была прекращена, построенный образец в 1923 г. был разобран.

Несмотря на наличие подробно разработанных проектов и опытных образцов, представленных намного раньше, чем за границей, царская армия в годы первой мировой войны танков не имела.

Это объясняется реакционностью прогнившего царизма, низким уровнем промышленного развития дореволюционной России, засильем иностранного капитала, продажностью и безразличием царских чиновников к судьбе Родины. Не удивительно, что массовое производство танков и их применение на полях сражений в годы первой мировой войны было осуществлено не в русской, а в английской, а затем и во французской армиях.

Впервые танки были применены английской армией на западном фронте в сентябре 1916 г. в операции на реке Сомме (49 танков). Применение танков готовилось в строгой секретности. Они переправлялись на материк, будучи замаскированными под большие резервуары, емкости, по-английски - tank. Отсюда и пошло их название.

Период с 1920 по 1931 г. охватывает годы гражданской войны, восстановления и реконструкции народного хозяйства молодой Советской Республики. Он характерен созданием первых образцов советских танков, накоплением конструкторского и производственного опыта.

На III Чрезвычайном Всероссийском съезде Советов в марте 1918 года В.И. Ленин говорил, что в современной войне «...берет верх тот, у кого величайшая техника, организованность, дисциплина и лучшие машины...» (ПСС, Т. 27, с. 167).

Это ленинское положение легло в основу деятельности партии и правительства по созданию броневых сил молодой Республики Советов. В начале 1918 г. был организован первый центральный орган управления бронечастями - Центральное броневое управление (Центробронь).

К октябрю 1918 г. на вооружении Красной Армии имелось 23 бронепоезда и 38 бронепоездов, в которых насчитывалось 150 броневых автомобилей.

В 1919 году В.И. Ленин поставил перед машиностроителями задачу: в кратчайший срок приступить к постройке своих, советских танков. В конце 1919 года завод «Красное Сормово» в Нижнем Новгороде по заданию правительства приступил к проектированию и производству легкого танка. Танк создавался совместно с Ижорским заводом, изготовлявшим броню, и Московским автомобильным заводом АМО, изготовившим двигатель.

31 августа 1920 года из ворот завода «Красное Сормово» вышел первый советский танк, названный «Борец за свободу тов. Ленин» (рис. 2).

Он прошел официальные испытания и поступил на вооружение Красной Армии. Танк имел массу 7 т, вооружен 37-мм пушкой, одним пулеметом, бронирование - толщиной 8-16 мм, максимальная скорость - 8,5 км/ч. Этот танк превосходил по вооружению подобные иностранные танки, имевшие только пулеметное вооружение. Всего построено 17 таких танков и каждый из них имел свое название: «Парижская Коммуна», «Красный борец», «Илья Муромец». Они приняли участие в боях на фронтах гражданской войны.



Рисунок 1 - Тяжелый колесный танк  
Лебедеенко



Рисунок 2 - Первый советский танк  
«Борец за свободу товарищ Ленин»

Создавая танки, советское танкостроение отыскивало новые оригинальные пути развития. В 1919 г. инженер Максимов разработал первый в мире проект сверхлегкого одноместного танка – «щитоноски». Этот танк, вооруженный пулеметом и защищенный противопульной броней, должен был весить 2-2,5 т, при мощности двигателя 29 кВт, скорость могла достигать 17 км/ч.

В 1920 г. был организован конкурс на лучший проект танка. Первую премию за разработку плавающего танка присудили проекту Ижорского завода. Однако развертывание танкостроения для разрушенной промышленности было необычайно трудной задачей, так как все силы были мобилизованы на восстановление разрушенной промышленности и поднятие сельского хозяйства.

В 1927 г. на вооружение Красной Армии поступает танк МС-1 или малый танк сопровождения пехоты (Т-18) (рис. 3). Он был вооружен полуавтоматической 37-мм пушкой и двумя пулеметами, расположенными во вращающейся башне. Толщина брони корпуса составляла 8-16 мм, максимальная скорость танка - 16,5 км/ч. Оригинально решение конструкции моторно-трансмиссионной группы: главный фрикцион, коробка передач, механизм поворота (простой дифференциал с тормозами на полуосях) находились в одном картере с двигателем (моноблок) и работали в масляной ванне. Ввиду этого конструкция была компактна, что позволило уменьшить размеры и массу танка. Для своего времени МС-1 был совершенной боевой машиной.



Рисунок 3 - Легкий советский танк МС-1 (Т-18)

В этот период создаются танкетки Т-17, Т-23 и средний танк ТГ. В 1929 году создается, а в 1931 г. принимается на вооружение танк Т-24. Он имел трехъярусное размещение вооружения, включающее: одну 45-мм пушку и 4 пулемета, экипаж - 5 человек, мощный двигатель, планетарную трансмиссию, что обеспечивало скорость 22 км/ч. Таким образом в этот период наиболее массовыми были легкие танки с пушечно-пулеметным вооружением небольшого калибра, противопульным бронированием и сравнительно невысокими скоростями движения. Такие танки были приспособлены для выполнения задач непосредственной поддержки пехоты. В этот период был получен и накоплен опыт конструирования и производства танков.

В 1928 г. создается управление механизации и моторизации Красной Армии. В это же время партией и правительством ставится вопрос о кадрах для нового рода войск.

В 1930 г. при военно-технической академии им. Ф.Э. Дзержинского был сформирован факультет механизации и моторизации РККА, на базе которого в 1932 году развертывается Академия механизации и моторизации Красной Армии, ныне ордена Ленина и ордена Октябрьской революции, Краснознаменная Академия бронетанковых войск имени Маршала Советского Союза Малиновского Р.Я. Она стала главным учебным и научным центром танковых войск Советской Армии. В 1930 г. на базе Московской школы авто-техников развернута школа танковых техников, которая впоследствии преобразована в училище. Сейчас это Киевское высшее танковое инженерное училище имени Маршала Советского Союза Якубовского И.И.

1931-1939 гг. – это период создания полного комплекта бронетанковой техники, охватывающий годы первых пятилеток, когда была создана тяжелая промышленность - основа могущества и обороноспособности нашей страны. Советские конструкторы, технологи, производственники использовали достижения советской науки и создали лучшие в мире танки. После выполнения первого пятилетнего плана, имея автомобильную и танковую промышленность, Советский Союз смог начать строительство танков. Необходимость этого вызывалась угрожающей международной обстановкой. С 1931 по 1933 г. на вооружение Красной Армии поступили легкие танки Т-26 (1931 г.) (рис. 4), танкетка Т-27 (1931 г.), БТ-2 (1931 г.), БТ-5 (1933 г.), плавающий танк Т-37 (1932 г.), средний танк Т-28 (1932 г.), тяжелый танк Т-35 (1932 г.).



Рисунок 4 - Легкий советский танк Т-26 (обр. 1931 г.)

К 1933 году на вооружении Красной Армии было уже 5 типов современных танков массой от 2,5 до 50 т. Максимальная скорость возросла от 17 до 53 км/ч. Особенно возросла скорость колесно-гусеничного танка БТ, которая достигала при движении на ко-



лесном ходу 72 км/ч. Для танков этого периода характерны высокие показатели подвижности, увеличение огневой мощи. На танках Т-28 и Т-35 устанавливаются 76-мм пушки. Значительно повысилась надежность механизмов и машин в целом по сравнению с танками второго периода. На танках этого периода улучшена защита (толщина броневых листов возросла до 22 мм), улучшена форма корпуса, применена сварка броневых листов.

Благодаря повышению подвижности и надежности, танки могли выполнять не только задачи непосредственной поддержки пехоты, но и самостоятельно прорвать оборону противника и действовать в оперативной глубине.



Рисунок 5 - Легкий танк БТ-7

В эти годы было дано определение танка (это боевая гусеничная машина, обладающая огневой мощью броневой защитой и подвижностью) и выработана их классификация, в основу которой положен весовой признак:

- легкие танки - массой до 20 т;
- средние танки - массой от 20 до 40 т;
- тяжелые танки - массой свыше 40 т.

Этим подчеркивалось органическое сочетание трех важнейших боевых качеств танка: огневой мощи, защиты, подвижности.

Огневая мощь - способность поражать цели, находящиеся на поле боя, - характеризуется: калибром вооружения; бронепробиваемостью снаряда; дальностью прямого выстрела; совершенством механизмов наведения, прицелов; прицельной скорострельностью; скоростью заряжания, величиной боекомплекта и типом снарядов, количеством и калибром пулеметов и боекомплекта к ним.

Защита современного танка включает броневую и специальную защиту.

Броневая защита - совокупность изготовленных из специальных материалов деталей корпуса и башни танка, обеспечивающих защиту экипажа и внутреннего оборудования танка от ружейно-пулеметного и артиллерийского огня противника, его ракетного оружия, ударной волны, проникающей радиации, теплового и светового излучения ядерных взрывов. Она обеспечивается толщиной и углами наклона брони, ее качеством и конструкцией, формой корпуса и башни, прочностью соединения броневых листов.

Специальная защита предназначена для защиты экипажа от ядерного, химического и биологического оружия, достигается герметизацией броневых корпусов и башни, использованием фильтровентиляционных установок, обеспечивающих очистку воздуха и создание избыточного давления в обитаемом объекте.

Подвижность танка - способность перемещаться в заданном направлении. Она характеризуется максимальными, средними скоростями движения, запасом хода, высокой проходимостью.

Проходимость характеризуется средним удельным давлением на грунт, величиной клиренса, размерами преодолеваемых препятствий.

Боевые свойства и технические качества танков отражаются в его боевой и технической характеристике. Боевая и техническая характеристика определяет систематизированный перечень основных параметров, которые характеризуют танк.

Боевая и техническая характеристика имеет следующие разделы:

- общие данные;
- вооружение;
- защита;
- подвижность;
- специальное оборудование;
- общая характеристика агрегатов.

После 1933 г. идет совершенствование танков основных типов, особенно Т-26 и БТ.

Танки этого периода отличались слабым бронированием, что выявилось в ходе гражданской войны в Испании (1936-1939 гг.), в связи с быстрым развитием противотанковых средств. Не оправдала себя многобашенная компоновка. Она препятствует повышению калибра вооружения.

#### Список литературы

1. Чобиток В.А. Бронетанковая техника мотострелковых и танковых подразделений. – Харьков: ХГВТКУ.
2. Саблин В.В. Бронетанковая техника советской армии и армий вероятного противника. – Киев: КВТИУ.
3. Обзорение отечественной бронетанковой техники (1905-1995 гг.).
4. Карпенко А.В. Невский бастион. – С.-Пб., 1996.

Получено 29.07.2014

---

УДК 623.438

**В.Д. Лобанов**

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

#### ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ БМП-2 В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Предназначение боевых машин, используемых в сухопутных войсках, обуславливает поддержание их в работоспособном состоянии и постоянной готовности к применению в любых условиях эксплуатации.

Под условиями эксплуатации машин понимаются:

- характер использования;
- интенсивность использования;
- виды нагрузок и порядок их чередования;
- тактическая обстановка и характер воздействия противника;
- параметры внешней среды;
- система и культура обслуживания;
- квалификация механиков-водителей, обслуживающего персонала, техническая оснащённость и др.

В зимнее время затрудняется подготовка машин к использованию, ухудшаются эксплуатационные свойства горюче-смазочных материалов, повышается напряжённость работы и интенсивность износа агрегатов, механизмов и деталей, увеличивается количество поломок и неисправностей, при этом их выявление и устранение затруднено. В условиях низких температур усложняются условия труда механиков-водителей и обслуживающего персонала по техническому обслуживанию и ремонту техники, повышается расход запчастей и материалов на техническое обслуживание и ремонт, снижается работоспособность, надёжность и эффективность использования машин.

Для обеспечения надёжности и работоспособности боевых машин в сложных условиях эксплуатации, поддержания их в постоянной готовности к использованию проводится комплекс организационно-технических мероприятий, включающий:

- определение видов работ и составление плана перевода техники на зимний режим эксплуатации;
- проведение занятий с командирами всех степеней и техническим персоналом, ответственными за эксплуатацию техники;
- проведение сборов с механиками-водителями и экипажами машин;
- подготовку элементов парков боевых машин с точным указанием объёмов и сроков выполнения работ, порядок снабжения необходимыми материалами;
- постановку задач подразделениям технического обслуживания и ремонта по использованию передвижных и стационарных средств технического обслуживания и ремонта;
- порядок контроля за ходом сезонного технического обслуживания;
- сроки окончания работ во всех подразделениях.

Дизельное топливо при понижении температуры увеличивает свою вязкость и плотность. Это повышает его сопротивляемость при прохождении через топливную систему, тем самым уменьшая количество топлива, прокачиваемое топливным насосом, что может привести к перебоям в работе двигателя (см. табл.).

*Влияние температуры на вязкость летнего дизельного топлива*

| Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с |      |       |        |        |        |
|---|------|-------|--------|--------|--------|
| 20 °С                                       | 0 °С | -5 °С | -10 °С | -15 °С | -20 °С |
| 4,04  | 7,05 | 8,40  | 14,30  | 24,50  | 28,90  |

При понижении температуры от +30 до -20 °С вязкость топлива увеличивается почти в 15 раз, при этом сильно ухудшается его испаряемость. Так, если при температуре +15 градусов испаряется до 12 % топлива, поступившего в камеру сгорания, то при температуре -15 °С испаряется только 2-3 %. Плохое испарение топлива делает топливную смесь бедной, воспламенение которой затруднено или совсем невозможно.

В моторных маслах при отрицательных температурах вязкость увеличивается в сотни раз. Загущенное масло трудно прокачивается по трубопроводам и масляным каналам к трущимся деталям, поэтому при запуске холодного двигателя происходит масляное «голодание». По опыту эксплуатации БМП известно, что масло МТ-16п, применяемое в системе смазки двигателя УТД-20, при температуре -20 °С практически теряет свою текучесть.

Во избежание выплавления подшипников коленчатого вала из-за недостаточного поступления к ним загустевшего масла категорически запрещается работа непрогретого двигателя на больших оборотах.

Запускать холодный двигатель при низких температурах не только трудно, но и вредно. Основная часть топлива при впрыске в цилиндры не распыляется, а поступает в жид-

ком состоянии, смывая при этом смазку с деталей поршневой группы и стенок гильз цилиндров, что является основной причиной повышенного износа цилиндров, поршней и колец. Несгоревшее топливо также стекает в картер двигателя, тем самым ухудшая смазывающие свойства масла. Часть несгоревшего топлива выбрасывается в выпускной коллектор, в результате чего увеличивается расход топлива и дымность выхлопных газов. Кроме того, несгоревшие фракции топлива, смолы и парафины отлагаются на стенках камеры сгорания и деталях поршневой группы, что может привести к залеганию поршневых колец и падению мощности двигателя. Происходит так называемое «осмоление» двигателя. Подобный эффект может также возникнуть при эксплуатации непрогретого двигателя и длительной работе двигателя на низких оборотах.

Недопустимо в топливе наличия даже небольшого количества воды. Находящаяся в виде мелких капель вода при низких температурах превращается в кристаллы льда, которые забивают топливные фильтры и система питания выходит из строя.

По опытным данным один пуск холодного двигателя при температуре атмосферного воздуха  $0^{\circ}\text{C}$  по износу деталей равноценен 80-100 км пробега машины, а при температуре  $-15^{\circ}\text{C}$  – около 200 км пробега. Особенно вреден запуск двигателя с буксира. При температуре воздуха  $-15^{\circ}\text{C}$  один пуск двигателя с буксира равнозначен по износу 300 км пробега.

При подготовке силовой установки к эксплуатации в зимних условиях необходимо:

- заменить в системе питания двигателя топливом летнее дизельное топливо на зимнее (при температуре окружающего воздуха от  $+5^{\circ}\text{C}$  до  $-30^{\circ}\text{C}$ ) или арктическое (ниже минус  $30^{\circ}\text{C}$ ) в зависимости от температуры окружающего воздуха климатической зоны, в которой эксплуатируется машина;

- слить воду из системы охлаждения и заправить систему низкотемпературной охлаждающей жидкостью марки 40 (при температуре окружающего воздуха до минус  $35^{\circ}\text{C}$ ) или марки 65 (ниже минус  $35^{\circ}\text{C}$ ) в зависимости от температуры окружающего воздуха, которая может быть в районе эксплуатации машины. После слива воды и заправки низкотемпературной охлаждающей жидкостью необходимо запустить двигатель и открыть краны отопителей для заполнения их радиаторов и предотвращения воздушных пробок в системе охлаждения. Остановить двигатель, проверить уровень охлаждающей жидкости в системе и при необходимости дозаправить;

- открыть заслонку трассы забора воздуха в воздухоочиститель из короба эжектора для того, чтобы в цилиндры подавался тёплый воздух.

Для запуска двигателя при температуре окружающего воздуха от  $+5^{\circ}\text{C}$  и ниже в силовой установке предусмотрен подогреватель. Он предназначен для разогрева охлаждающей жидкости, масла в системе смазки и силовой передачи, а также для поддержания температурного режима на стоянке, для обеспечения его быстрого запуска. Система подогрева обеспечивает нормальный запуск двигателя через: 20-25 мин при температуре от  $-20$  до  $-25^{\circ}\text{C}$ ; 35 мин при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$ . Расход топлива -  $7\div 8$  кг/час.

Котёл подогревателя вмонтирован в масляный бак. При включении подогревателя происходит разогрев масла в масляном баке, в то же время водяной насос подогревателя прокачивает охлаждающую жидкость через полость между стенками котла, внутри которого проходят горячие газы сгорания топлива. Жидкость нагревается и, выходя из котла, разделяется на три потока:

- первый поток проходит через рубашки головок блока и цилиндров, тем самым разогревая двигатель;

- второй поток проходит через полость поддона коробки передач, разогревая масляный насос коробки передач, откуда поступает в полость кожуха масляного трубопровода,

идущего от масляного бака к двигателю, разогревая при этом масло в системе смазки;

- третий поток проходит через радиатор системы охлаждения. При запуске холодный воздух проходит через разогретые радиаторы и через заслонку зимнего забора воздуха подаётся в цилиндры тёплым.

В зимних условиях (при температуре наружного воздуха ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ ) необходимо разогреть двигатель подогревателем до температуры охлаждающей жидкости не менее чем  $80^{\circ}\text{C}$ . При достижении данной температуры включить маслозакачивающий насос для создания давления масла в системе смазки двигателя не ниже  $2,5\text{ кг/см}^2$ . Если давление масла не создаётся, то продолжить разогрев до температуры  $90-100^{\circ}\text{C}$ , периодически включая насос продолжительностью не более одной минуты. При создании маслозакачивающим насосом необходимого давления можно запускать двигатель сжатым воздухом, стартером или комбинированным способом. Давление сжатого воздуха в баллоне должно быть не менее  $80\text{ кгс/см}^2$ .

Необходимо иметь в виду, что после запуска двигателя температура масла и охлаждающей жидкости, разогретых подогревателем, первоначально будет падать. Поэтому для ускорения подготовки машины к движению (при низких температурах) рекомендуется после запуска двигателя не выключать подогреватель до тех пор, пока двигатель и система управления машиной не будут готовы к эксплуатации, жалюзи закрыть и накрыть их утеплительными ковриками.

После запуска двигателя установить обороты  $800-1000\text{ об/мин}$  с постепенным увеличением их до  $1500-1800\text{ об/мин}$ . Двигатель считается прогретым и готовым к эксплуатации при достижении температуры охлаждающей жидкости и масла не ниже  $55^{\circ}\text{C}$ .

Прогрев двигателя на большой частоте вращения коленчатого вала, а также на минимально устойчивых оборотах холостого хода не допускается.

В полевых условиях (на учениях, в боевой обстановке) поддержание машины в постоянной готовности к движению, при длительных остановках в зимних условиях эксплуатации, производится с помощью подогревателя.

Для поддержания машины в готовности к движению необходимо:

- выбрать для стоянки горизонтальную площадку, по возможности защищённую от ветра;

- после остановки двигателя закрыть все люки и двери, жалюзи и заслонки эжектора;

- жалюзи и заслонки эжектора закрыть утеплительными ковриками, а машину - укрывочным брезентом;

- периодически контролировать температуру охлаждающей жидкости по штатному термометру на центральном щитке механика-водителя;

- при понижении температуры охлаждающей жидкости до  $40^{\circ}\text{C}$  запустить подогреватель и подогреть двигатель до  $80-90^{\circ}\text{C}$ ;

- в течение всего времени стоянки при понижении температуры охлаждающей жидкости производить подогрев двигателя.

Перед началом движения необходимо снять укрывочный брезент, утеплительные коврики с жалюзи и заслонок эжектора, открыть заслонки эжектора и запустить двигатель.

В зимний период необходимо принять меры по предупреждению осмоления двигателя.

При несоблюдении правил эксплуатации силовой установки, как было сказано выше, возможно образование смолистых отложений на деталях двигателя. Признаками осмоления являются: затруднённый запуск двигателя и снижение его мощности. Для предупреждения осмоления двигателя необходимо соблюдать тепловой режим работы двигателя, а также рекомендации по его разогреву и прогреву.

В случае, если по каким-либо причинам началось осмоление двигателя, для его ликвидации необходимо проработать в движении на режиме возможно высоких нагрузок не менее 20 минут при температуре охлаждающей жидкости и масла 90-100 °С.

Список литературы

1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации БМП-2. – М.: Воениздат, 1982. – Кн. 2.
2. Изделие 675 «Памятка экипажу», 1982.
3. Школьников В.М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости: Справ. – М.: Техинформ, 1999.
4. Лепшинский И.Ю. Вопросы эксплуатации вооружения и боевой техники в зимних условиях: Учеб. пособие. – Омск: ОмГУ, 2010.

Получено 8.07.2014



## МЕТЕОРИТЫ НЕ ПОДДАЮТСЯ СВАРКЕ

Футурологи предполагают, что в будущем для строительства космических станций материалом послужат железные и железоникелевые астероиды. Проверить их пригодность для строительства взялись американские сварщики. Они не стали ловить в космосе астероид, а попытались сварить в вакууме фрагменты крупного металлического метеорита, упавшего 50 тысяч лет назад в Аризоне (США). Оказалось, что прочной сварки не получается. Высокое содержание фосфора и углерода в метеорите создает трещины в шве.

«Наука и жизнь» № 7, 2014

**ҚҰТТЫҚТАЙМЫЗ!  
ПОЗДРАВЛЯЕМ!**



**75** жас  
лесті



**ХИСАМИЕВ**

**НАЗИФ ГАРИФУЛЛИНОВИЧ,**

доктор физико-математических наук,  
профессор, заведующий кафедрой высшей  
математики, действительный член АЕН,  
член Американского математического  
общества



Назиф Гарифуллинович Хисамиев родился в 1939 году в п. Кулуджун Самарского района Восточно-Казахстанской области в семье служащего. Окончил в 1956 году Палатцынскую среднюю школу. В 1961 году с отличием окончил механико-математический факультет Казахского госуниверситета. С 1962 по 1991 год работал в Институте математики и механики НАН РК. В 1968 году защитил кандидатскую, а в 1990 году докторскую диссертации в Институте математики Сибирского отделения РАН в г. Новосибирске. В 1991 году был переведен на работу в Восточно-Казахстанский государственный университет, где работал проректором по научной работе и одновременно заведующим кафедрой алгебры и математической логики. С 1992 по 1997 год – первый заместитель Восточного отделения НАН РК. С 1997 года работает заведующим кафедрой высшей математики ВКГТУ им. Д. Серикбаева.

Научные труды Н.Г. Хисамиева посвящены элементарным теориям алгебраических систем и теории конструктивных моделей. Эти области, находящиеся на стыке алгебры, математической логики и теории алгоритмов, нашли многочисленные приложения. Им решены основополагающие проблемы Ю.Л. Ершова, С.С. Гончарова, известного английского математика А. Макинтайра, американских математиков Баумслэга Г., Дауера Е., Миллера С. Он является автором более 100 научных работ и 12 учебных пособий (четыре – на государственном, два – на английском языках).

Работы Н.Г. Хисамиева получили широкую известность среди специалистов как в нашей стране, так и за рубежом. Они опубликованы в получивших международное признание журналах «Алгебра и логика», «Сибирский математический журнал», «Siberian Advances in mathematics», «Доклады Академии наук СССР» и других. Его научные результаты по теории конструктивных абелевых групп включены отдельной главой в книгу «Handbook of Recursive Mathematics», вышедшую в 1998 году в издательстве «Elsevier: Amsterdam, Lausanne, New York, Oxford, Shannon, Singapore, Tokyo». Многие его работы переведены на английский язык. В 1994 году он выступил с докладом на Международном математическом конгрессе в г. Цюрих (Швейцария), а также с пленарными докладами на международных, республиканских конференциях по алгебре и математической логике.

Результаты по теории конструктивных моделей, полученные в Казахстане, занимают одно из ведущих мест в мире. В этом большая заслуга Н.Г. Хисамиева. Большая часть работающих в Казахстане специалистов по алгебре и математической логике (доктора наук: В. Добрица, М. Перетятыкин; кандидаты наук: К. Мейрембеков, А. Нуртазин, Б. Каленова и др.) начинали свою исследовательскую деятельность под его руководством. Н.Г. Хисамиев проводит большую научно-организационную работу. Под его руководством действуют магистратура и докторантура PhD по математике в ВКГТУ им. Д. Серикбаева. Имеет награды.



**ДОРОГОЙ ЮБИЛЯР! ЖЕЛАЕМ КРЕПКОГО ЗДОРОВЬЯ, СЧАСТЬЯ,  
ДАЛЬНЕЙШИХ ТВОРЧЕСКИХ УСПЕХОВ И ИСПОЛНЕНИЯ ВСЕХ ЗАМЫСЛОВ.**

**МЕРЕЙТОЙ ИЕСІНЕ МЫҚТЫ ДЕНСАУЛЫҚ, ТАУСЫЛМАС БАҚЫТ,  
ТВОРЧЕСТВОЛЫҚ ТАБЫС, БАРЛЫҚ ТҮПКІ ОЙЛАРЫҢЫЗДЫҢ  
ОРЫНДАЛУЫН ТІЛЕЙМІЗ!**

## РЕЗЮМЕ

**Абдеев Борис Масгутович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, канд. техн. наук, проф., доцент  
**Брим Татьяна Федоровна** – ВКГТУ, канд. техн. наук  
**Муслиманова Гульнар** – ВКГТУ, канд. техн. наук

## РАВНОПРОЧНОЕ РАДИАЛЬНОЕ ЭЛАСТОМЕРНОЕ УПЛОТНИТЕЛЬНОЕ КОЛЬЦО С ПОСТОЯННЫМ ЭКВИВАЛЕНТНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ И РЕГУЛИРУЕМЫМ НАТЯГОМ

Предложена перспективная конструкция самозаклинивающегося радиально-сжатого резинового уплотнителя, имеющего постоянное приведенное напряжение по критерию несущей способности Кулона-Сен-Венана. Представленное уплотнение обладает эквивалентной герметизацией взаимодействующих поверхностей за счет переменной ширины диаметального сечения кольца. Получено замкнутое аналитическое решение соответствующей новой фундаментально-прикладной контактной задачи линейной теории упругости, которое доведено до расчетных формул.

Кулон-Сен-Венан салмақ түсетін қабілеттілік өлшемі бойынша тұрақты келтірілген кернеуі бар өздігінен сыналатын (кептелетін) радиалды сығылған резеңкелі тығыздағыштың келешектегі үйлесімі ұсынылған. Сақинаның диаметрлі қимасының ауыспалы ендік есебінен келтірілген тығыздағыш өзара әрекеттесетін беттердің эквивалентті герметикалығына ие болады. Есептік тұжырымдарға келтірілген, сызықтық серпімділік теориясының жаңа фундаменталды қолданбалы түйіспелі есебіне сәйкестендірілген тұйық аналитикалық шешім алынды.

It is offered perspective construction of radially compressed rubber seal having a constant voltage according the criteria Coulomb-Saint-Venant. The seal has equivalent sealing interacting surfaces due to variable-width shaft diametric section of the ring. It is developed the closed analytic solution of a new fundamental and applied problems of linear elasticity theory, which has been brought to the calculation formulas.

**Асханбаев Талгат Биғабатович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, подполковник, ст. преподаватель

## ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ ДО ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

В статье изложены методические и практические советы, которыми следует руководствоваться преподавателям при проведении занятий по изучению бронетанковой техники.

Мақалада сауыпты танк техникасын меңгеру сабақтарын өткізу барысында оқушылар басшылыққа алуы тиіс әдістемелік және тәжірибелік кеңестер берілген.

This article includes methodical and practical advices to guide teachers in conducting classes of studying armored vehicle.

**Базарова Мадина Жомартовна** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, магистрант  
**Балова Татьяна Григорьевна** – ВКГТУ, канд. техн. наук, доцент

## МЕТОД ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ТРЕБОВАНИЯМ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

В статье обсуждается необходимость учёта требований отраслевой рамки квалификаций, квалификационного справочника должностей специалиста и потребностей рынка труда при разработке образовательных программ. Для оценки соответствия результатов обучения (компетенций) квалификационным требованиям трудовых функций предлагается подход, основанный на методе анализа иерархий (МАИ) и позволяющий согласовать теоретическую обобщённость результатов образовательных программ с профессиональными требованиями работодателей, что обеспечивает конкурентоспособность специалистов вуза.

Мақалада салалық біліктілік шегінің, мамандық лауазымының біліктілік анықтамалығының талаптарын және білім бағдарламаларын жасауда еңбек нарығының қажеттіліктерін ескеру жайында баяндалған. Оқыту нәтижелерінің еңбек функцияларының біліктілік талаптарына сай келуін бағалау үшін иерархияларды талдау әдісіне негізделген және білім беру бағдарламалары нәтижелерінің жұмыс берушілердің біліктілік талаптарымен теориялық ортақтығын келісуге мүмкіндік беретін әдіс ұсынылады. Ол ЖОО мамандарының бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етеді.

The article discusses the need to address the requirements of professional standards and the needs of the specialist labor market in the development of educational programs. To measure display quality academic competencies job functions, an approach based on the method of analysis Hierarchy Process (AHP). For conformity assessment of learning outcomes (competences) the qualifications of the labor functions, an approach based on the method of analysis hierarchy process (AHP) and theoretical generalization of the results of educational programs harmonizes with the professional requirements of employers that provides competitive university specialists.



**Бейбітұлы Ерлік** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, магистрант  
**Родин Анатолий Николаевич** – ВКГТУ, канд. техн. наук, проф.

#### РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕНОВЫХ КАМНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕЛКИХ (БАРХАННЫХ) ПЕСКОВ

В статье разработана рекомендация по производству силикатного кирпича из местных материалов с использованием запасов барханных песков Восточно-Казахстанской области.

Мақалада жергілікті Шығыс Қазақстан облысының ұсақ жота құмдарын қолданып силикат кірпіш дайындауға ұсыныс жасалған.

In this article we develop a recommendation for the production of silica brick from local materials using resources of blown sands of East Kazakhstan region.

**Бернацкий Анатолий Филиппович** – НГАСУ, г. Новосибирск, д-р техн. наук, проф.  
**Тергенбаева Дамира Алибековна** – ВКГТУ, преподаватель

#### РЕФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В СТРАНАХ СНГ

В статье приведены сведения о национальных приложениях к Еврокодам. Они представляют собой гармонизированные технические правила проектирования зданий и сооружений. Авторами отмечено, что в Республике Казахстан реформа началась с разработки Технического регламента «Требование к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий».

Мақалада Еврокодтарға ұлттық қосымшалар туралы мәліметтер келтірілген. Олар ғимараттар мен үймереттерді жобалаудағы үйлесімділікті көрсетеді.

Авторлар Қазақстан Республикасында реформа «Ғимараттар және үймереттердің құрылыс материалдары және бұйымдардың қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламентінің жасалуымен басталғандығын атап өткен.

In the article there are information about national annex for eurocodes. They are the harmonized technical rules design of buildings and structures. Authors show that in Kazakhstan the reform beginning from developing Technical regulations «Requirement to safety of buildings and structures, construction materials and products».

**Богатырев Михаил Федорович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, канд. техн. наук, проф.  
**Богатырев Андрей Михайлович** – ДГП «ВНИИцветмет», г. Усть-Каменогорск, с.н.с.

#### ИНФОРМАЦИЯ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИИ В КАЗАХСТАНЕ

Приведен обзор состояния экологической информации в ряде зарубежных стран и в Казахстане. Отмечены достоинства и недостатки существующей системы экологической информации в Казахстане.

Қазақстан мен бірқатар шетелдердегі экологиялық ақпараттардың күйіне шолу жасалған. Қазақстанда қазіргі кездегі қолданыстағы экологиялық ақпарат жүйесінің артықшылықтары мен кемшіліктері атап өтілген.

The paper contains review of environmental information in various foreign countries and in Kazakhstan. Advantages and disadvantages of the existing Kazakhstan environmental information system are specified.

**Богатырев Михаил Федорович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, канд. техн. наук, проф.  
**Богатырев Андрей Михайлович** – ДГП «ВНИИцветмет», г. Усть-Каменогорск, с.н.с.

#### УСЛОВИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРА НА ГАЗАХ СВИНЦОВО-ПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

На одном из предприятий степень улавливания пыли в электрофильтре, установленном непосредственно за котлом-утилизатором свинцово-плавильной печи, значительно ниже ожидаемой. Анализ факторов, влияющих на работу электрофильтра, и результаты исследований по изучению влияния удельного электрического сопротивления пыли на степень улавливания ее в электрофильтре позволили определить условия эффективной его работы.

Кәсіпорындардың бірінде тікелей қорғасын балқыту пештерінің кәделуіш қазандықтарынан кейін орнатылған электрлік сүзгілерде шаң тұту дәрежесі күтілетін шамадан айтарлықтай төмен. Электрлік сүзгілердің жұмысына әсер ететін факторлар мен шаңдардың меншікті электрлік кедергісінің электрлік сүзгілерде шаң тұту дәрежесіне әсерін зерделеу бойынша жүргізілген зерттеулерді талдау олардың тиімді жұмыс істеу шарттарын анықтауға мүмкіндік берді.

The level of dust precipitation in electrostatic precipitator installed directly behind waste heat boiler of lead smelting furnace in one of the enterprises is much lower than it was expected. Analysis of factors influencing the operational efficiency of electrostatic precipitator and the results of studies of influence of the specific electrical resistivity of dusts on efficiency of dust precipitation in electrostatic precipitator provide possibility of determination of conditions for efficient operation.

**Волков Виктор Николаевич** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, канд. техн. наук, проф.  
**Зудова Мария Станиславовна** – АО «Востокмашзавод», г. Усть-Каменогорск, магистр техн. наук  
**Жексембинова Нургуль Талгатовна** – АО «Востокмашзавод», магистрант ВКГТУ

#### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ, РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРЕССИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРОНИ КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ ИЗ СТАЛИ 110Г13Л В ПОЛУКОКИЛЬ

В статье рекомендуется повысить плотность металла, уменьшить усадочные процессы при кристаллизации стали 110Г13Л, которой заливают брони конусных дробилок. Для этого предлагается изменить подвод жидкого сплава, изменив литниковую систему и использовать полукокиль для оформления наружной поверхности литой заготовки.

Мақалада металлдың тығыздығын ұлғайту, 110Г13Л болаттың кристалдануы кезіндегі шөгү процесін азайту ұсынылады. Ол үшін сұйық қорытпалар жүретін жүйені өзгерту және құйылған дайындаманың сыртын жартылайкокильмен рәсімдеу ұсынылады.

In the article it is recommended to increase the density of the metal, reduce shrink processes by crystallization of steel 110G13L, which is wear plates of cone crushers. Therefore is proposed to change the supply of liquid alloy, changing the gating system and use half mould to mount the outer surface of casting blok.

**Герасимов Евгений Петрович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, канд. техн. наук  
**Раимханова Анара Ерлановна** – ВКГТУ, магистр техн. наук

#### УТОЧНЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ НАГРУЗОК НА ПЕРЕКРЫТИЯ УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЙ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

В статье приведены результаты исследования полезных нагрузок на перекрытия учебных аудиторий. Исследования проводились в ВКГТУ им. Д. Серикбаева.

Мақалада оқу дәрісханаларының аражабындарына түсетін пайдалы жүктемені зерттеудің нәтижелері келтірілген. Зерттеулер Д. Серікбаев атындағы ШҚМТУ-да жүргізілді.

In the article there are information about results of research temporary load on a floor of educational establishment in university. The research has been in D. Serikbaev EKSTU.

**Дудкин Михаил Васильевич** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, д-р техн. наук, проф.  
**Вавилов Андрей Владимирович** – ВКГТУ, канд. техн. наук, доцент  
**Ким Алина Игоревна** – ВКГТУ, магистрант  
**Фадеев Сергей Николаевич** – ВКГТУ, докторант

#### РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

В статье представлены результаты работы по научно-инновационному проекту «Малогабаритная самоходная установка (МСУ) для очистки тротуаров в зимнее и летнее время».

Мақалада «Қысқы және жазғы уақытта жаяужолды тазалау үшін өздігінен жүретін шағын қондырғы» ғылыми-инновациялық жобасы бойынша жұмыс нәтижелері көрсетілген.

The article presents the results of work on scientific innovation project «Compact self-propelled unit (ISU) for cleaning sidewalks in winter and summer».

**Джаналеева Кульчихан Мухитовна** – ЕНТУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, д-р геогр. наук, проф.  
**Озгелдинова Жанар Озгелдиновна** – ЕНТУ им. Л.Н. Гумилева, докторант  
**Кондратенко Михаил Геннадьевич** – ЕНТУ им. Л.Н. Гумилева, магистрант

#### ГЕОМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ БАСЕЙНА РЕКИ САРЫСУ

В статье рассматриваются геоматические факторы формирования геосистем бассейна Сарысу. Современная экзогенная динамика геосистем бассейна Сарысу. Составлена карта экзодинамических процессов речных геосистем.

Мақалада Сарысу өзені алабы геожүйелерінің геоматикалық қалыптасу факторлары, сонымен бірге Сарысу өзені алабы геожүйелерінің қазіргі экзогендік динамикасы қарастырылды. Өзен геожүйелерінің экзодинамикалық үдерісінің картасы жасалды.

The article considers geomatic factors of geosystem formation in Sarysu basin. Modern exogenous dynamics of geosystems Sarysu basin. Map of exodynamic processes river geosystems.

**Жомарткызы Гульназ – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, докторант PhD**  
**Балова Татьяна Григорьевна – ВКГТУ, канд. техн. наук, доцент**

#### МОНИТОРИНГ РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ШКОЛ ВУЗА

В статье рассматриваются вопросы системы управления знаниями вуза и организации мониторинга развития научных школ вуза.

Предложена модель научного сотрудника вуза, а также подход к выявлению научных школ вуза и их использование в системе управления знаниями. Модель научного сотрудника вуза отражает уровень продуктивности научной деятельности на основе расчета энтропии и общей оценки научной деятельности. Подход к выявлению научных школ вуза основан на кластеризации научного сообщества вуза по общим интересам.

Бұл мақалада жоғары оқу орнының білімді басқару жүйесінде ғылыми қызметкердің үлгісі және ғылыми мектептерді анықтау тәсілдемесі ұсынылып отыр. Жоғары оқу орнының ғылыми қызметкерінің үлгісі энтропияны есептеу негізінде ғылыми қызметтің өнімділігін және ғылыми қызметтің жалпы бағалануын сипаттаудан тұрады. Жоғары оқу орнының ғылыми мектептерін анықтау тәсілдемесі ғылыми қоғамды ортақ қызығушылықтары негізінде кластеризациялау әдісіне негізделген.

This article deals with the university researcher model, the approach to the university's scientific schools identification and application of them. The model of a specialist which reflects the level of research activity productivity based on the entropy calculation and the overall scientific activity evaluation. The approach to the university's scientific schools identification based on the clustering of the university's academic community by their common interests.

**Запасный Валерий Владимирович – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, канд. техн. наук, проф., чл.-корр. АЕН РК**  
**Асанов Даулет Асанович – ВКГТУ, НИЛ «Атмосфера», инженер**  
**Черепанов Николай Игоревич – ВКГТУ, НИЛ «Атмосфера», инженер**  
**Болаткызы Гулнур – ВКГТУ, студентка**  
**Шушаников Александр Михайлович – ТОО «Рахмановские ключи», ВКО, директор**

#### ИЗУЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ В САНАТОРИИ «РАХМАНОВСКИЕ КЛЮЧИ» И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ОТДЫХАЮЩИХ

В статье на основании инструментальных замеров изучено радиационное состояние в санатории «Рахмановские ключи», включая содержание радона в воздухе и воде. Анализ полученных результатов показал, что радиационная обстановка в санатории ниже допустимой санитарной нормы в два раза и аналогична радиационному фону в городах Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан. Вода для хозяйственно-питьевого водоснабжения по содержанию в ней радона и другим показателям также соответствует санитарным нормам. Содержание радона в атмосферном воздухе жилых помещений не превышает 30 % от нормативной величины. Термальные воды санатория «Рахмановские ключи» относятся к очень слаборадоновым, но имеют очень высокий оздоровительный эффект по ряду заболеваний.

Мақалада құралдық өлшемдер арқылы «Рахман қайнары» шипажайының радиациялық жағдайы, ауа мен судағы радонның мөлшері зерттелген. Алынған нәтижелердің талдауы шипажайдың радиациялық жағдайының шектелген санитарлық нормалардан екі есе төмендігін және Қазақстан Республикасы Шығыс Қазақстан облысы қалаларының радиациялық жағдайына тең екендігін көрсетті. Шаруашылық және ішуге арналған су радон және басқа көрсеткіштердің мөлшері бойынша санитарлық нормаларға сәйкес. Тұрғын үйлердің атмосфералық ауасындағы радон мөлшері нормативтік шаманың 30 %-ынан аспайды. «Рахман қайнары» шипажайының термалдық сулары өте аз радондыларға жатады, бірақ бірқатар аурулар бойынша жоғары сауықтырушылық қасиеттері бар.

In the article research of radiation situation in the «Rahmanovskie klyuchi» sanatorium on the basis of instrumental measurements, including content of radon in air and water. Analysis of the results showed that the radiation situation in the sanatorium below acceptable sanitary standards twice and similar background radiation in the cities of the East Kazakhstan. Domestic drinking water respond of sanitary standards of radon content in it and other indicators. The concentration of radon in the air of living quarters does not exceed 30 % of the normative values. Thermal water of «Rahmanovskie klyuchi» sanatorium refer to a very weak radon, but have very high health benefits for a number of diseases.

**Зуев Владимир Макарович – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, подполковник**

#### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В МИРЕ И В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Настоящая статья предназначена для информирования студентов о перспективах развития гибридных автомобилей в мире и в Республике Казахстан. В статье изложены история

Мақалада студенттерге әлемде және Қазақстан Республикасында будандасқан автомобильдердің болашақтағы дамуы туралы ақпарат береді. Мақалада будандасқан автомобильдердің шы-

This state gives information for student about prospects of development hybrid car in our country. State sets out history of how hybrid automobile was appeared, the devel-

возникновения гибридных автомобилей, их развитие, положение в настоящее время, достоинства и недостатки таких автомобилей и стимулирование государством будущих владельцев гибридных автомобилей в плане их приобретения, так как вопросы экологии стоят в мире сейчас очень остро, а гибридные автомобили почти не имеют вредных выбросов в атмосферу.

ғу тарихы, қазіргі кезде және болашақта дамуы, жетістіктері мен кемшіліктері туралы және мемлекеттің олардың болашақ иелерін сатып алуары үшін ынталандыруы баяндалған, өйткені әлемдегі экология мәселесі өте күрделі, ал будандасқан автомобильдер атмосфераға зиянды заттарды шығармайды дерлік.

opment way, role of hybrid car in nowadays, explaining high quality and defects of this unusual car. Also this state shows how government stimulate future owners who wants to buy this kind of car, because question about ecology problems in first stage and hybrid cars don't pollute atmosphere.

**Касенова Айзат Нурбековна** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, магистрант  
**Рахметуллина Сауле Жадыгеровна** – ВКГТУ, канд. техн. наук

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ДВУХСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА АДАПТИВНЫХ СЕТОК

В данной статье предложен подход решения задачи теплопроводности с использованием метода адаптивных сеток. Поскольку в процессе теплопередачи в двухслойных материалах от источника воздействия функция, характеризующая температуру, претерпевает сильные изменения вблизи области воздействия, то использование адаптивных сеток является одним из оптимальных подходов при решении такого рода задач. Для расчетов используется метод конечных разностей, метод переменных направлений на равномерной неподвижной сетке и на адаптивной сетке, а также метод прогонки.

Мақалада адаптивті торлар әдісін пайдаланып жылуөткізгіштік есебін шешу жолдары ұсынылған. Екіқабатты материалдардағы жылу тасымалдау үдерісінде әсер ету ошағынан температураны сипаттайтын функция әсер ету аймағы маңында қатты өзгерістерге ұшырайтындықтан, адаптивті торларды пайдалану мұндай есептерді шешуде ең тиімді әдістердің бірі болып табылады. Есептеулер үшін ақырғы айырымдар әдісі, бірқалыпты жылжымайтын тордағы және адаптивті тордағы айналымы бағыттар әдісі, сонымен қатар қуалау әдісі қолданылады.

In this article approach of the solution of a problem of heat conductivity with use of a method of adaptive grids is offered. As in the course of a heat transfer in two-layer materials from an influence source the function characterizing temperature, undergoes strong changes near influence area, use of adaptive grids is one of optimum approaches at the solution of such tasks. For calculations the method of final differences, method of the variable directions on a uniform motionless grid and on an adaptive grid, and also a pro-race method is used.

**Киялбай С.Н.** – Казахская автомобильно-дорожная академия им. Л.Б. Гончарова, г. Алматы, канд. техн. наук, доцент

**Мухаметчанова Д.А.** – Казахская автомобильно-дорожная академия им. Л.Б. Гончарова, преподаватель  
**Бекмуратов Н.А.** – Казахская автомобильно-дорожная академия им. Л.Б. Гончарова, магистрант

#### СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНИЯ АВТОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ КАЗАХСТАНА: ОБСУЖДЕНИЯ И МНЕНИЯ

В статье проанализированы этапы развития и структурные изменения управления автодорожной отрасли Казахстана. Здесь отмечены особенности формирования международных транспортных коридоров, усовершенствование нормативных требований к дорожно-ремонтным работам и материалам, создание государственных учреждений «Облжоллаборатория», региональных учебных центров и т.п. Кроме того, в статье также дана оценка новой структуре управления автодорожной отрасли Казахстана, т.е. созданию АО «НК КазАвтоЖол».

Мақалада Қазақстанның автожол саласын басқарудың құрылымдық өзгерісі мен даму сатыларына қысқаша сараптама жасалған. Онда халықаралық көліктік дәліздердің құрылуы, жол-құрылыс жұмыстары мен материалдарына нормативтік талаптардың күшеюі, «Облжолзертхана» мемлекеттік мекемелерінің құрылуы, аймақтың оқу орталықтарының ашылуы т.с.с. өзекті істердің жолға қойылуы, сонымен қатар «ҚазАвтоЖол ҰК» АҚ ашылуы мен оның болашағы туралы кейбір түйінді мәселелер қарастырылған

The stages of development and structural changes of management of road-transport industry of Kazakhstan are analysed in the article. The features of forming of international transport corridors, improvement of normative requirements to road-repair works and materials, creation of public institutions of «Regional travelling laboratory», are here marked, regional educational centers etc. In addition, in the article also дана to the estimation to new structure of management of road-transport industry of Kazakhstan, i.e. to creation of Joint-stock company «NC of KazAutoRoad».

**Лобанов Виктор Дмитриевич** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, преподаватель

#### ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ БМП-2 В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

В статье рассмотрены актуальные вопросы эксплуатации военной техники в зимних условиях.

Мақалада әскери техниканы қысқы жағдайларда пайдаланудың өзекті мәселелері қарастырылған.

The given work concerns with the actual questions about the usage of military equipments in winter condition.

**Маликова Феруза Умирзаховна** – КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, докторант PhD

**Киселева Ольга Владимировна** – КазНТУ им. К.И. Сатпаева, докторант PhD

**Харитонов Петр Тихонович** – ПГУ, г. Пенза, канд. техн. наук, проф.

#### ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ АВТОГЕНЕРАТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ЕМКОСТНЫХ ДАТЧИКОВ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Рассмотрен вариант измерительного автогенераторного преобразователя на основе интегратора для емкостных датчиков физических параметров. Представлены основные аналитические зависимости и условия для обеспечения малой погрешности преобразователя и результаты экспериментальных исследований. Обозначены примеры практического применения измерительного автогенераторного преобразователя в измерителях физических величин.

Физикалық параметрлердің сыйымдылық тегіне арналған интегратор негізіндегі өлшегіш автогенераторлы түрлендіргіштің түрі қарастырылған. Түрлендіргіштің аздаған қателігін және тәжірибелік зерттеулердің нәтижесін қамтамасыз ету үшін негізгі аналитикалық тәуелділіктер мен шарттар көрсетілген. Физикалық шамалардың өлшегіштеріндегі автогенераторлы өлшегіш түрлендіргішті іс жүзінде қолдану мысалдары белгіленген.

Considered the option of measuring autogeneration of the Converter on the basis of the integrator for capacitive sensors of physical parameters. Presents the basis analytical dependences and conditions for maintenance of a small error Converter and results of experimental researches. Identified examples of practical application of the measuring autogeneration of the Converter in the measurement of physical quantities.

**Мукаев Жандос Толеубекович** – ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, докторант PhD

**Джаналеева Кульчихан Мухитовна** – ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, д-р геогр. наук, проф.

#### АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ НИКЕЛЯ В ПОЧВАХ БАССЕЙНА ОЗЕРА АЛАКОЛЬ

Исследованы почвы бассейна оз. Алаколь. Определены основные физико-химические свойства почв, валовое содержание и подвижная форма никеля. Дана оценка уровня концентраций никеля, рассмотрен характер его внутривертикального распределения. Рассчитан коэффициент корреляционной зависимости содержания никеля от показателей физико-химических свойств.

Алақөл көлі алабының топырақтары зерттелген. Топырақтардың физикалық-химиялық ерекшеліктері, құрамындағы никелдің жалпы және қозғалмалы мөлшері анықталды. Топырақ құрамындағы қозғалмалы мөлшері бағаланып, топырақ кескініндегі таралу ерекшеліктері қарастырылды. Топырақтың физикалық-химиялық көрсеткіштеріне қатысты қорғасын мөлшерінің корреляциялық тәуелділік коэффициенті саналды.

The soils of Lake Alakol were explored. The basic physical and chemical properties of soils, and the total content of mobile forms of nickel. The estimation of the level of concentration of nickel, considered the nature of its internal profile distribution. The correlation coefficient between nickel concentration and physical and chemical properties of soils were calculated.

**Нетесов Александр Александрович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, студент

**Рахметуллина Сауле Жадыгеровна** – ВКГТУ, канд. техн. наук

**Бубликов Алексей Александрович** – ВКГТУ, инженер, магистр техники и технологий

**Хасенова Зарина Толеубековна** – ВКГТУ, преподаватель

#### РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ «МЕТЕО» ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ЭКО ПРОГНОЗ»

В данной статье рассмотрены вопросы разработки подсистемы «Метео» информационной системы «ЭКО прогноз». Разрабатываемое приложение необходимо для управления мезомасштабной моделью и извлечения выходных метеоданных для их дальнейшего использования при мо-

Берілген мақалада «ЭКО прогноз» ақпараттық жүйесінің «Метео» атаулы ішкі жүйесін жобалау мәселелері қарастырылған. Құрастырылған ішкі жүйе мезомасштабты үлгіні басқару және атмосфералық ауаның ластануын үлгілеу, ластау көздерінің орналасуын

This article describes problems of development of the «Meteo» subsystem of information system «EKO Forecast». The developed application is necessary for management of mesoscale model and extraction of output meteorological data for their further use when modeling process of

делировании процесса переноса загрязняющих веществ и локализации источников загрязнения.

анықтау үшін қажетті метео мәліметтерді меңгеру үшін қажет.

transfer of polluting substances and localization of sources of pollution.

**Проскуряков Иван Максимович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, студент

**Рахметуллина Сауле Жадыгеровна** – ВКГТУ, канд. техн. наук

**Денисова Наталья Федоровна** – ВКГТУ, канд. физ.-мат. наук

**Буликос Алексей Александрович** – ВКГТУ, инженер, магистр техники и технологий

#### АДАПТАЦИЯ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «ЭКО ПРОГНОЗ» ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

В данной статье рассмотрены вопросы адаптации web-приложения «ЭКО прогноз» для мобильных устройств с использованием технологии адаптивного web-дизайна. Разработанная мобильная версия позволяет использовать такие функции информационной системы «ЭКО прогноз», как моделирование динамики атмосферы, моделирование загрязнения атмосферного воздуха, определение размещения источников загрязнения, визуализация результатов моделирования.

Берілген мақалада адаптивті web-дизайн технологиясын қолданумен бірге жылжымалы құрылғылар үшін «ЭКО болжам» web-қосымшасының бейімделуі мәселелері қарастырылған. Құрастырылған жылжымалы нұсқа «ЭКО болжам» ақпараттық жүйесінің атмосфера динамикасын үлгілеу, атмосфералық ауаның ластануын үлгілеу, лақтау көздерінің орналасуын анықтау, үлгілеу нәтижелерін визуализациялау сияқты функцияларын қолдануға мүмкіндік береді.

This article describes problems of the «ECO forecast» web-application adaptation to mobile devices using technology of adaptive web design. Developed mobile version allows to use such «ECO forecast» information system functions as modeling of atmospheric dynamics, of air pollution, finding the locations of pollution sources, visualization of simulation results.

**Рыбакова Дина Анатольевна** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, ст. преподаватель

**Бакланов Александр Евгеньевич** – ВКГТУ, канд. физ.-мат. наук, доцент

**Квасов Андрей Иванович** – ВКГТУ, д-р техн. наук, проф.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНВЕЙЕРНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ

Использование современных технологий управления теплопунктами, объединёнными в единую сеть, позволит значительно сэкономить электрическую энергию и более правильно осуществить распределение тепла в жилых и промышленных помещениях.

В работе предлагается методика типизации задач в АСУ теплопункта с конвейерным типом обработки данных, так как одним из этапов организации технологии обработки данных является этап определения типовых задач и типовых последовательностей задач, которые организуются в конвейерный план обработки данных. Очевидно, что при организации однотипных последовательностей задач в конвейерный план повышается эффективность работы распределённых АСУ.

Біртұтас желіге біріктірілген жылу пунктін басқаруда заманауи технологияларды пайдалану электр көзін үнемдеуге, тұрғын үй және өнеркәсіп ғимараттарында жылуды дұрыс тартуға мүмкіндік жасайды.

Жұмыста АБЖ жылу пункттерінің мәліметтері конвейерлі типпен өңделеді және мәліметтерді өңдеу технологиясындағы ұйымдастыру кезеңі болып табылады. Бұл мәліметтерді конвейерлі түрде өңдеу болғандықтан типтеу әдістемесі ұсынылады.

Use of modern technologies by management by heatpoints united in a uniform network, will allow to save considerably electric energy and it is more correct to carry out heat distribution in inhabited and industrial rooms.

In work the technique of typification of tasks in heatpoint ACS with conveyor type of data processing as one of stages of the organization of technology of data processing is the stage of definition of standard tasks and standard sequences of tasks which will be organized in the conveyor plan of data processing is offered. It is obvious that at the organization of the same sequences of tasks in the conveyor plan overall performance of distributed ACS increases.

**Сатыбалдиев Ораз Сатыбалдиевич** – КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, д-р пед. наук, проф.

**Мухамедиев Габит Хамитович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, канд. физ.-мат. наук

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СТЕРЖНЯ МЕТОДОМ ФУРЬЕ

Работа посвящена вопросу о построении решения задачи для урав-

Жұмыс кесіндідегі жылу өткізгіштік теңдеуі үшін қойылған біртекті

The paper is concerned with the issue of constructing solutions of

нения теплопроводности на отрезке с неоднородными граничным и начальным условиями. Как правило, подобная задача решается путем сведения ее, посредством замены искомой функции, к задаче с однородным граничным условием. В данной работе предлагается способ построения решения задачи, не используя замены искомой функции.

емес шекаралық және бастапқы шартты есебінің шешімін құру мәселесіне бағышталған. Әдетте мұндай есеп оны, белгісіз функцияны ауыстыру арқылы, біртекті шекаралық шартты есебіне келтіру жолымен шешіледі. Берілген жұмыста есептің шешімін белгісіз функцияны ауыстырмай-ақ құру жолы ұсынылады.

the heat equation for the interval with heterogeneous boundary and initial conditions. Typically, this problem is solved by reducing it by replacing the unknown function to a problem with homogeneous boundary conditions. This paper proposes a method of constructing a solution without using replacement of the sought function.

**Эккерт Павел Александрович** – ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск, магистрант  
**Турганбаев Еркен Максұтович** – ВКГТУ, д-р PhD, канд. физ.-мат. наук

#### ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ

Работа посвящена актуальной проблеме недостаточно полной интеграции между Республиканскими образовательными информационными системами сбора и анализа данных. Эта проблема возникает не только в образовательной сфере, но и практически во всех статистических информационных системах. В работе предложена схема интеграции национальных образовательных баз данных и информационной системы образовательной статистики, при применении которой можно добиться действительно положительных результатов в оперативности сбора данных, а также в увеличении полноты статистической информации при минимуме экономических затрат.

Жұмыс Республикалық білім беру ақпараттық жүйесінің жиынтығы және мәліметтерді талдау арасындағы толық интеграцияға жеткіліксіз өзекті мәселелерге арналған. Бұл мәселе білім саласында туындап қана қоймай, сонымен қатар тәжірибелік тұрғыдан алғанда барлық статистикалық ақпараттық жүйелерде кездеседі. Ұсынылған жұмыс бойынша экономикалық шығын мөлшерін азайтуда, оперативті мәліметтер жинауда, сонымен қатар статистикалық ақпараттың толық көлемде болуында оңтайлы нәтижелерге қол жеткізу мақсатында қолдануға болатын ұлттық білім беру мәліметтер базасы және білім беру статистикалық ақпараттық жүйелер интеграциясының сызбасы ұсынылған.

The paper deals with an important problem of the weak integration among the Republican information systems of data collection and analysis. This problem arises not only in education but in almost all statistical information systems. We propose an approach to the integration of national educational databases and the Information System of Educational Statistics. It helps to achieve positive results in the efficiency of data collection and to increase the completeness of the statistical information at a minimum economic cost.

## МАЗМҰНЫ

## СОДЕРЖАНИЕ

| ЖЕР ТУРАЛЫ ГЫЛЫМДАР   |    | НАУКИ О ЗЕМЛЕ  |    |
|---|----|--|----|
| <i>Джаналеева К.М., Озгелдинова Ж.О., Кондратенко М.Г.</i> Сарысу өзені алабы геожүйелерінің геоматикалық қалыптасу ерекшеліктері   | 3  | <i>Джаналеева К.М., Озгелдинова Ж.О., Кондратенко М.Г.</i> Геоматические особенности формирования геосистем бассейна реки Сарысу   | 3  |
| <i>Мукаев Ж.Т., Джаналеева К.М.</i> Алакөл көлі алабының топырағының құрамындағы никельді талдау  | 9  | <i>Мукаев Ж.Т., Джаналеева К.М.</i> Анализ содержания никеля в почвах бассейна озера Алакөл  | 9  |
| ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР   |    | ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ  |    |
| <i>Абдеев Б.М., Брим Т.Ф., Муслиманова Г.</i> Тұрақты эквивалентті кернеулі және реттелмелі керілісті тең беріктікті радиалды эластомерлі тығыздағыш сақина   | 16 | <i>Абдеев Б.М., Брим Т.Ф., Муслиманова Г.</i> Равнопрочное радиальное эластомерное уплотнительное кольцо с постоянным эквивалентным напряжением и регулируемым натягом   | 16 |
| <i>Волков В.Н., Зудова М.С., Жексембинова Н.Т.</i> Қазіргі пайдаланыстағы технологияны жетілдіру, 110Г13Л болатынан жасалатын конусты ұнтақтағыштың бронін жартылайкокильге құю арқылы жетілдірілген технология жасау және енгізу | 21 | <i>Волков В.Н., Зудова М.С., Жексембинова Н.Т.</i> Совершенствование существующей технологии, разработка и внедрение прогрессивной технологии изготовления брони конусной дробилки из стали 110Г13Л в полукокиль | 21 |
| <i>Дудкин М.В., Вавилов А.В., Ким А.И., Фадеев С.Н.</i> Қала аумағын қыс уақытында тазалауға қажетті инновациялық жабдықты жасау  | 25 | <i>Дудкин М.В., Вавилов А.В., Ким А.И., Фадеев С.Н.</i> Разработка инновационного оборудования для зимнего содержания городских территорий   | 25 |
| <i>Зуев В.М.</i> Әлемде және Қазақстан Республикасында будандасқан автокөліктердің даму болашағы  | 32 | <i>Зуев В.М.</i> Перспективы развития гибридных автомобилей в мире и в Республике Казахстан  | 32 |
| <i>Қиялбай С.Н., Мухаметчанова Д.Ә., Бекмуратов Н.А.</i> Қазақстанның автожол саласын басқарудың құрылымдық өзгерістері мен оның даму кезеңдері: сараптамалар мен пікірлер  | 37 | <i>Қиялбай С.Н., Мухаметчанова Д.А., Бекмуратов Н.А.</i> Структурные изменения и этапы развития управления автодорожной отрасли Казахстана: обсуждения и мнения  | 37 |
| ҚҰРЫЛЫС ЖӘНЕ СӘУЛЕТ   |    | СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА  |    |
| <i>Бейбітұлы Е., Родин А.Н.</i> Ұсақ жота құмдарын қолданып қабырға тастарын дайындауға арналған құрамдар жасау зерттемесі  | 44 | <i>Бейбітұлы Е., Родин А.Н.</i> Разработка составов для изготовления стеновых камней с использованием мелких (барханных) песков  | 44 |
| <i>Бернацкий А.Ф., Тергенбаева Д.А.</i> ТМД елдеріндегі техникалық реттеу жүйесін өзгерту   | 48 | <i>Бернацкий А.Ф., Тергенбаева Д.А.</i> Реформирование системы технического регулирования в странах СНГ  | 48 |
| <i>Герасимов Е.П., Раимханова А.Е.</i> Жоғары оқу орындарындағы оқу дәрісханаларының аражабындарына түсетін пайдалы жүктемені анықтау   | 52 | <i>Герасимов Е.П., Раимханова А.Е.</i> Уточнение полезных нагрузок на перекрытия учебных аудиторий высших учебных заведений  | 52 |
| ЭКОЛОГИЯ  |    | ЭКОЛОГИЯ   |    |
| <i>Богатырев М.Ф., Богатырев А.М.</i> Қазақ-  |    | <i>Богатырев М.Ф., Богатырев А.М.</i> Инфор-   |    |



|  |     |  |     |
|--|-----|--|-----|
| стандағы экология саласындағы ақпараттар   | 56  | мация в области экологии в Казахстане  | 56  |
| <i>Богатырев М.Ф., Богатырев А.М.</i> Электрлік сүзгілердің қорғасын балқыту пештерінің газдарында тиімді жұмыс істеу шарттары   | 60  | <i>Богатырев М.Ф., Богатырев А.М.</i> Условия эффективной работы электрофильтра на газе свинцово-плавильной печи   | 60  |
| <i>Знапский В.В., Асанов Д.А., Черепанов Н.И., Болатқызы Г., Шушаников А.М.</i> «Рахман қайнары» шипажайының радиациялық жағдайын зерттеу және демалушылардың денсаулығына әсері | 66  | <i>Знапский В.В., Асанов Д.А., Черепанов Н.И., Болатқызы Г., Шушаников А.М.</i> Изучение радиационного состояния в санатории «Рахмановские ключи» и его влияние на здоровье отдыхающих | 66  |
| <b>МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ, ИНФОРМАТИКА</b>  |     | <b>МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ХИМИЯ, ИНФОРМАТИКА</b>  |     |
| <i>Жомартқызы Г., Балова Т.Г.</i> Жоғары оқу орындарының ғылыми мектептерінің мониторингі  | 72  | <i>Жомартқызы Г., Балова Т.Г.</i> Мониторинг развития научных школ вуза  | 72  |
| <i>Қасенова А.Н., Рахметуллина С.Ж.</i> Адаптивті торлар әдісін қолданып екіқабатты материалдардағы термодинамикалық процестерді үлгілеу   | 79  | <i>Қасенова А.Н., Рахметуллина С.Ж.</i> Моделирование термодинамических процессов в двухслойных материалах с использованием метода адаптивных сеток                                    | 79  |
| <i>Маликова Ф.У., Киселева О.В., Харитонов П.Т.</i> Физикалық шамалардың сыйымдылық тегігіне арналған өлшегіш автогенераторлы түрлендіргіш                                       | 86  | <i>Маликова Ф.У., Киселева О.В., Харитонов П.Т.</i> Измерительный автогенераторный преобразователь для емкостных датчиков физических величин   | 86  |
| <i>Нетесов А.А., Рахметуллина С.Ж., Бубликов А.А., Хасенова З.Т.</i> «ЭКО прогноз» ақпараттық жүйесінің «Метео» ішкі жүйесін жобалау   | 90  | <i>Нетесов А.А., Рахметуллина С.Ж., Бубликов А.А., Хасенова З.Т.</i> Разработка подсистемы «Метео» информационной системы «ЭКО прогноз»  | 90  |
| <i>Проскуряков И.М., Рахметуллина С.Ж., Денисова Н.Ф., Бубликов А.А.</i> Мобильді құрылғылар үшін «ЭКО прогноз» web қосымшасының бейімделуі                                      | 95  | <i>Проскуряков И.М., Рахметуллина С.Ж., Денисова Н.Ф., Бубликов А.А.</i> Адаптация web-приложения «ЭКО прогноз» для мобильных устройств  | 95  |
| <i>Рыбакова Д.А., Бакланов А.Е., Квасов А.И.</i> Жылу пункттерінің жұмысын реттеу үшін деректерді өңдеудің конвейерлі жүйесін қолдану  | 101 | <i>Рыбакова Д.А., Бакланов А.Е., Квасов А.И.</i> Использование конвейерной системы обработки данных для регулирования работы тепловых пунктов  | 101 |
| <i>Сатыбалдиев О.С., Мұхамедиев Г.Х.</i> Фурье әдісін қолданып сым темірдің суу заңдылығын есептеу   | 105 | <i>Сатыбалдиев О.С., Мухамедиев Г.Х.</i> Исследование охлаждения металлического стержня методом Фурье  | 105 |
| <i>Эккерт П.А., Турганбаев Е.М.</i> Білім беру статистикасының мәліметтерін жинау және талдау ақпараттық жүйелерінің интеграциясы  | 110 | <i>Эккерт П.А., Турганбаев Е.М.</i> Интеграция информационных систем сбора и анализа данных образовательной статистики   | 110 |
| <b>ГУМАНИТАРЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР</b>   |     | <b>ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ</b>  |     |
| <i>Базарова М.Ж., Балова Т.Г.</i> Кәсіби компетенциялардың талаптарына сай оқу бағдарламаларының оқыту нәтижелерін сәйкестендіруді бағалау әдісі                                 | 114 | <i>Базарова М.Ж., Балова Т.Г.</i> Метод оценки соответствия результатов обучения образовательной программы требованиям профессиональных компетенций                                    | 114 |

| ӘСКЕРИ ҒЫЛЫМДАР   | ВОЕННЫЕ НАУКИ  |
|---|--|
| <i>Асханбаев Т.Б.</i> Сауытты танк техникасының екінші дүниежүзілік соғысқа дейінгі даму тарихы 121 | <i>Асханбаев Т.Б.</i> История развития бронетанковой техники до второй мировой войны 121   |
| <i>Лобанов В.Д.</i> ЖӘҰМ-2 күш беретін қондырғысын қысқы жағдайларда пайдалану ерекшеліктері 128    | <i>Лобанов В.Д.</i> Особенности эксплуатации силовой установки БМП-2 в зимних условиях 128 |
| Мерейтой иелері 133   | Наши юбиляры 133   |

**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 - Редакторлар  
С.В. Зудяева, Г.Т. Жантасова  
Корректоры - Корректорлар  
С.В. Зудяева, Г.Т. Жантасова  
Руководитель издательства О.Н. Николаенко

Материалдарды компьютерде терген және беттеген

Набор, верстка, изготовление оригинал-макета  
Е.И. Богатырева

Басуға 26.09.2014 қол қойылды.  
Форматы 84×108/16. Офсет қағазы.  
Көлемі: 13,87 есептік баспа табағы, 15,42 шартты баспа табағы  
Таралымы 350 дана. № 1144-14 тапсырыс.  
Бағасы келісім бойынша.

Подписано в печать 26.09.2014.  
Формат 84×108/16. Бумага офсетная.  
Объем: 13,87 уч.-изд. л., 15,42 усл. печ. л.  
Тираж 350 экз. Заказ № 1144-14.  
Цена договорная.

Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті  
070010, Өскемен қаласы, Серікбаев көшесі, 19  
Восточно-Казахстанский государственный технический университет  
070010, г. Усть-Каменогорск, ул. Серикбаева, 19