

ISSN 1694-6065

ИНСТИТУТ ГЕОМЕХАНИКИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР
НАН КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КОМИТЕТ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ КЫРГЫЗСТАНА



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА, ГЕОМЕХАНИКА,
ГЕОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
№ 29 (3), 2017 г

БИШКЕК-2017

ISSN 1694-6065

ИНСТИТУТ ГЕОМЕХАНИКИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР НАН
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КОМИТЕТ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ КЫРГЫЗСТАНА



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА, ГЕОМЕХАНИКА,
ГЕОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
№ 29 (3), 2017 г

БИШКЕК-2017

УДК 624.131: 627.824.04

**ТРАНСФОРМАЦИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И
ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПЛОЩАДКАХ
ВЫСОКОГОРНЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ**

Ю.Г. Алешин, И.А.Торгоев

Институт геомеханики и освоения недр НАН КР

Приводятся результаты геофизических исследований на площадке размещения хвостохранилища рудника Кумтор. Установлены особенности геологического разреза основания дамбы, изменений гидрогеологических и геокриологических условий под влиянием техногенного сооружения.

Ключевые слова: дамба хвостохранилища, температура грунтов, фильтрационный поток, многолетняя мерзлота.

**ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫК ЖАНА ГИДРОГЕНДИК ПРОЦЕССТЕРДИ
БИЙИК ТООЛУ УЧАСТКАЛАРДЫ ТРАНСФОРМАЦИАЛОО**

Ю.Г. Алешин, И.А.Торгоев

Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын
геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институту

Кумтор кенинин калдыктарын сактоо боюнча сыноо иликтөөлөрүнүн жыйынтыгы. Дамбанын пайдубалы геологиялык бөлүмүнүн өзгөчөлүктөрү, жасаган структуралардын таасири астында гидрологиялык шарттардын өзгөрүшү.

Баштапкы сөздөр: калдыктарды сактоочу жайдын дамбасын, кыртыштын температурасы, чыпкалоо агымы, көп жылдык катмар.

**TRANSFORMATION OF HYDROGEOLOGICAL AND GEOCRYOLOGICAL
PROCESSES AT THE SURFACE OF HIGH-MOUNTAIN TAILINGS**

Yu. G. Aleshin, I.A. Torgoev

Institute of geomechanics and development of a subsoil NAS KR

**Рецензируемое научно-периодическое
издание**

Редакционная коллегия:

Главный редактор

К.Ч. Кожоголов, член-корр. НАН КР, д.т.н., профессор, ifmgr@yandex.ru

Ответственный секретарь

А.К. Орозобекова, к.ф.-м.н., с.н.с., oakk@mail.ru

Члены редколлегии

Айтматов И.Т. – акад. НАН КР, д.т.н., проф
Жайнаков А.Ж. – акад. НАН КР, д.ф.-м.н., профессор

Бримкулов У.Н. – член-корр. НАН КР, докт. техн. наук, профессор

Шаршекеев О. – член-корр. НАН КР, д.ф.-м.н., профессор

Жаманбаев М.Ж. – д.ф.-м.н., профессор

Чечейбаев Б.Ч. – д.ф.-м.н., профессор

Бийбосунов Б.И. – д.ф.-м.н., профессор

Рудаев Я.И. – д.ф.-м.н., профессор

Чормонов М. Б. – д.ф.-м.н., профессор

Рычков Б.А. – д.ф.-м.н., профессор

Исманбаев А.И. – д.ф.-м.н., профессор

Бийбосунов А.И. – д.ф.-м.н.

Жусупбаев А.Д. – д.ф.-м.н., профессор

Кабаева Г.Д. – д.ф.-м.н.

Тажибаев К.Т. – д.т.н., профессор

Никольская О.В. – д.т.н.

Толобекова Б. – д.т.н.

Жолдошев Б.О. – д.т.н.

Материалы напечатаны с оригиналов авторов. Журнал индексируется в библиографической базе РИНЦ.

УДК 531

ББК 22.25

© Институт геомеханики и освоения недр
НАН КР и Комитет по теоретической и
прикладной механике Кыргызстана, 2017

Журнал издается
с января
2001 года

Выходит 4 раза в год

Учредитель:
Институт геомеханики
и освоения недр
Национальной
Академии наук
Кыргызской
Республики.

Адрес редакции:
Кыргызская
Республика,
г. Бишкек,
ул. Медерова, 98,

тел: +996 312 54 11 15,
+996 312 54 11 17,
+996 554 62 40 68
факс: +996 312 54 11 17

Журнал
зарегистрирован в
Министерстве
юстиции КР
Свидетельство
№ 2179 от 25.03.2016

ISSN 1694-6065

Подписано к печати
28.09.2017 г.
Тираж 200 экз.
Заказ 493

Отпечатано в
типографии КГУСТА

The results of geophysical studies at the site of the tailing dump of the Kumtor mine are presented. Specific features of the geological section of the base of the dam, changes in hydrogeological and geocryological conditions under the influence of man-made structures are established.

Keywords: tailing dump, soil temperature, filtration flow, permafrost.

Контроль и управление устойчивостью дамб хвостохранилищ остается одной из самых актуальных проблем горнопромышленной гидро-геомеханики, несмотря на совершенствование методов, и алгоритмов расчетов, появления мощной вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения. Недостаточность информации о состоянии и свойствах реальных материалов, слагающих дамбу, основания и бортовые примыкания, а также о процессах, протекающих в них, при всей сложности и надежности программ расчетов, хорошего дизайна представления результатов не позволяют их интерпретировать с высокой надежностью. К тому же, использование материалов разовых или редко проводимых инженерных исследований таких объектов при высокой динамичности геологических процессов, особенно в зоне горного техногенеза, является недостаточно корректным, поскольку они отражают прошлое состояние объекта [1].

Большая часть накопителей горнопромышленных отходов (ГПО) в Кыргызстане заложено и до сих закладываются в узких долинах горных рек, у подножий или на бортах крутых склонов; почти все они овражно-балочного типа с сезонным водостоком талых и ливневых вод в сторону техногенного сооружения, перехват которых нагорными канавами не всегда эффективен, что определяется типом грунтов, качеством гидроизоляции, развитостью денудационных процессов на окружающих склонах, качеством обслуживания. Гидрогенный, сейсмический и оползневой факторы здесь являются основными, провоцирующими аварии и аварийные ситуации на этих объектах. В высокогорных условиях многолетней мерзлоты большую роль в подпитке материала захоронения и удерживающих дамб талыми водами играют

многочисленные талики, прорезающие борта хвостохранилища на глубину большую, чем глубина нагорной Канавы. Дополнительным фактором, медленно трансформирующим криолитзону участка, является отепляющий эффект огромной массы «хвостов», сбрасываемых в виде пульпы с обогатительной фабрики.

На руднике Кумтор, на высоте от 3650 до 3700 м эксплуатируется крупнейшее в Центральной Азии хвостохранилище [2] с проектным объемом отходов более 100 млн. м³, высотой дамбы около 47 м и длиной гребня более 4 км. (рис.1). Дамба построена в районе вечной мерзлоты рядом с озером ледника Петрова на участке поймы и меандров реки Арабель, воды которой перед началом строительства объекта были отведены в специально сооруженный канал, расположенный гипсометрически выше (приблизительно на 40м), чем поверхность хвостохранилища, что также является дополнительным фактором угрозы в долгосрочном аспекте. Массив пород в основании дамбы представлен переслаиванием преимущественно гравийно-галечниковых грунтов с песчаным или пылевато-глинистым заполнителем и маломощными прослоями и линзами суглинков и супесей аллювиально-пролювиального генезиса $a-pQ_{II-IV}$. С глубины 10-20м залегают отложения морены (gQ_{III}), представленные дресвяно-щебнистыми грунтами преимущественно с пылевато-глинистым заполнителем. Мониторинг дамбы хвостохранилища с 1998 года указывал на возникновение деформаций в результате ползучести, которые наблюдались в пределах основания дамбы в неглубоких зонах, где обнаружены насыщенные льдом илистые/суглинистые грунты, ранее находившиеся в мерзлом состоянии, но в процессе строительства и эксплуатации сооружения оттаяли. Для того, чтобы стабилизировать дамбу, добывающая компания предприняла строительство упорного клина, в процессе которого удалялись насыщенные льдом грунты у подножья дамбы на глубину около 10м с последующим заполнением

траншеи уплотнённым гравийно-щебнистым материалом для обеспечения так называемого «дверного стопора» и приостановки ползучести дамбы. В числе прочих методов исследования гидрогеологических процессов на хвостохранилище в этот период нами были использованы геофизические: электроразведка в вариантах 2D электротомографии, измерения фильтрационного потенциала (СП) и термометрия [3]. Изучались низовой откос дамбы, грунты основания в нижнем бьефе и гидрогеологические особенности дамбы отводного канала р. Арабель.

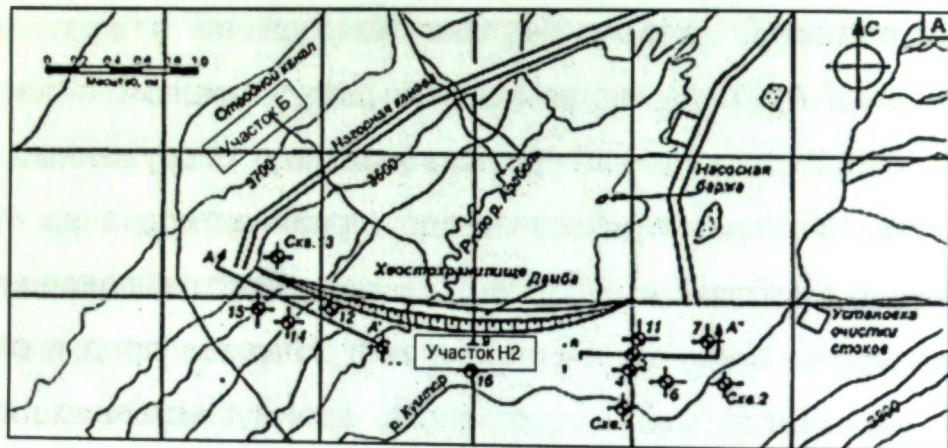


Рис. 1. План размещения хвостохранилища ЗИФ рудника Кумтор

Подпойменный талик р. Арабель, несмотря на отвод воды, спустя более 10 лет характеризовался в разрезе наибольшей глубиной до 12,5м, шириной до 140 м (рис. 2). Большая ширина этого талика связана с тем, что он приурочен к субгоризонтальному участку меандрирования реки, на котором она изменяла течение почти на 180°. В настоящее время этот меандр русла находится под дамбой. Второй подрусловый талик имеет глубину до 7,5м и шириной от 45 до 50м. Оба талика являются несквозными, поскольку мощность многолетнемерзлых пород на участке превышает 55 м (небольшая глубина электроразведки). Здесь инклинометры регистрировали наибольшую величину субгоризонтального смещения дамбы. Мощность сезонно-талого слоя в

зоне влияния отводного канала изменяется в интервале от 1,4 до 1,8м, а в зоне влияния нагорной канавы- от 1,7 до 2,2м. В зоне, приуроченной к крутому повороту русла канала с СВ на ЮВ (см.рис.1), в мёрзлом массиве отложений среднечетвертичной морены выявлена щелеобразная субвертикальная полоса пород, находящихся в пограничном состоянии замерзания-оттаивания, шириной ~20м, в которой отмечена фильтрация подземных вод с выходом на дневную поверхность (рис.3); вода по термоэрозийной ложбине стекает в нагорную канаву. Термометрия подземных вод, выклинивающихся из-под низового откоса дамбы, ограждающей восточный берег отводного канала, проведённая в летний период года, показала, что при средней температуре воды на момент измерения в канале $9 \pm 1^\circ\text{C}$ температура грунтовых вод заключена в диапазоне от $0,9$ до $8,4^\circ\text{C}$. Это указывает на то, что выклинивающиеся на дневную поверхность воды являются не только талыми активного слоя (при температуре от 1 до 2°C), но также водами отводного канала температурой от 5 до 7°C при температуре воды в канале иногда до 13°C . Из этого следует что фильтрация на ряде участков дамбы отводного канала р. Арабель прамоточная, что в перспективе приведет к заболачиванию западного борта ложбины хвостохранилища, развитию термопросадок, обводнению материала захоронения. Долговременные аспекты этой проблемы необходимо тщательно изучить.

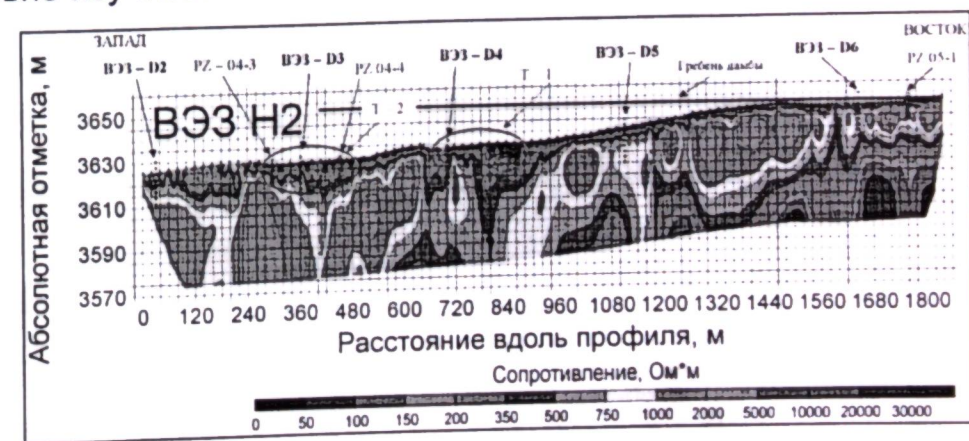


Рис. 2. Геоэлектрограмма грунтов основания дамбы хвостохранилища на центральном и восточном участке

Кровля мерзлых грунтов, являясь водоупором, во многом определяет современное положение уровня фильтрационных вод в теле дамбы (кривую уровня водной депрессии), хотя последние, взаимодействуя с мерзлыми грунтами, определяют и положение самой мерзлой кровли. Имея ввиду нестационарный в течении года термический режим грунтов и нестабильную температуру сбрасываемых в хвостохранилище отходов на пляж, на различных участках дамбы следует ожидать заметную вариацию уровня фильтрационных вод на контакте дамбы и ее основания вдоль линии фронта. Детерминированная составляющая изменения уровня потока по фронту связана с изменением уклонов основания дамбы в месте ее заложения на восточном и западном бортах сая, где геокреологические условия и уклоны прямо определяют положение этого уровня и значительную латеральную составляющую вектора подземного потока. Узкие, щелеобразные врезы в мерзлой кровле, заполненные талыми грунтами и приуроченные к меандрам бывшего русла р. Арабель играют роль дрен такого потока, который пополняет сохранившейся подрусловый сток реки, с выносом их на площадку нижнего бьефа. Это хорошо заметно на графиках ЕП, снятых вдоль геофизических профилей по простиранию дамбы (рис. 4): пики фильтрационного потенциала приурочены к меандрам бывшего русла р. Арабель.

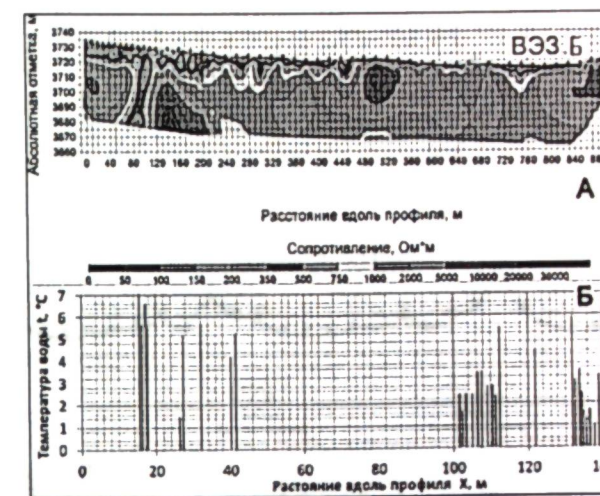


Рис.3. Геоэлектротомограмма массива грунтов восточного борта отводного канала р. Арабель (А) и распределение температуры выклинивающихся вод (Б)

Сооружение упорного клина в основании низового откоса дамбы хвостохранилища изменило гидрогеологическую картину на участке техногенеза. Грунты упорного клина, находясь в отепленном состоянии, в первое время после укладки их в траншею на глубину, значительно превышающую мощность сезонно-талого слоя, находящиеся в обводненном состоянии и обладающие коэффициентом фильтрации в 6-7 раз и больше, чем прилегающие к дамбе природные грунты, выполняют роль крупной дрены и коллектора, перехватывающих фильтрационный поток фронтального распространения на контакте дамбы с основанием и транспортирующих их в сторону бывшего русла р. Арабель, пополняя подрусловый сток. Надмерзлотные воды нижнего бьефа также устремились к этой дрене, что на какое-то время благоприятно сказалось на состоянии грунтов площадки подножья низового откоса. Однако остаётся непонятным какова будет гидрогеологическая конфигурация фильтрационного потока по мере промерзания грунтов упорного клина.

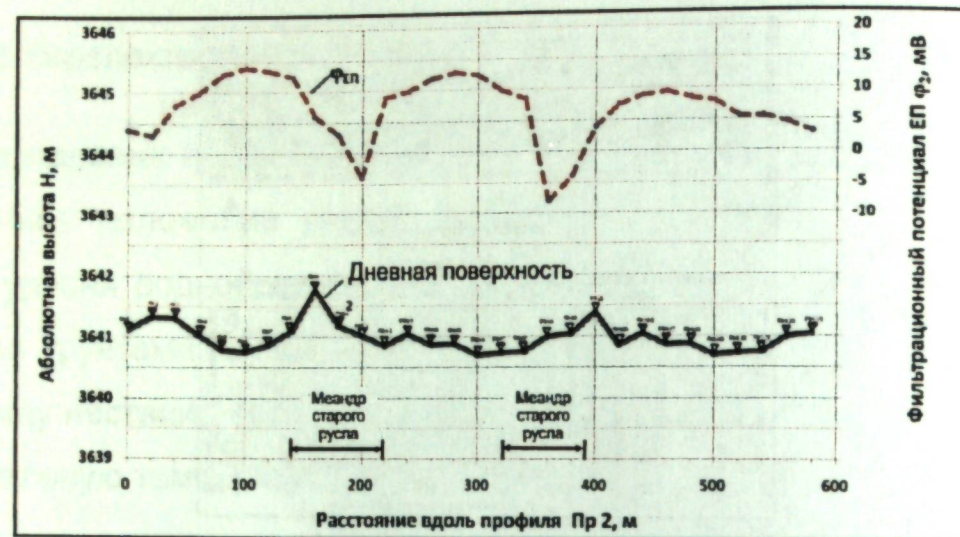


Рис. 4. Распределение величин фильтрационного потенциала вдоль геофизического профиля по простирацию дамбы в ее центральной части

Для количественной оценки параметров фильтрации в долговременном аспекте необходимо проведение комплексных режимных наблюдений за фильтрационным потоком центрального участка дамбы и площадки нижнего бьефа. Редкая сеть пьезометров и термисторов не позволяет выявить небольшие аномальные участки фильтрационного поля, которые могут развиваться во времени. Надо иметь в виду, что во многих пьезометрах в период проведения геофизических работ фиксировались ледовые пробки, вследствие чего невозможно выявить динамику уровня вод, тем более-межмерзлотных. Режимные геофизические измерения как наиболее оперативные и дешевые в этом случае позволят получить не только качественную, но также количественную оценку параметров фильтрационного поля в низовом откосе и основании дамбы, проследить динамику выделенных основных фильтрационных потоков по мере наращивания дамбы и объемов уложенных «хвостов». При этом может быть получена картина трансформации геокриологического состояния грунтов техногенной зоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айтматов И.Т., Алешин Ю.Г., Торгоев И.А. Высокогорные хвостохранилища: концептуальные основы обеспечения безопасности // Известия НАН КР, 2011, №1. С. 53-63.
2. Торгоев И.А., Алешин Ю.Г. Геоэкология и отходы горнопромышленного комплекса Кыргызстана. Бишкек: Илим. 2009. – 240 с.
3. Физико-геологическое моделирование верхней части разреза в условиях многолетней мерзлоты / Вахромеев Г.С., Павлов О.В., Джурик В.И., Дмитриев А.Г. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 128 с.

УДК 622.232.5:622.271.325

**РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ДЛЯ
СОЗДАНИЯ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
КОМПЛЕКСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

А.И.Бийбосунов, Г.И.Бийбосунова, С.Т. Жусупбекова

Кыргызский национальный университет им. Ж.Баласагына,
Кыргызский национальный аграрный университет им. К.Скрябина

О создании научно-технического задела для разработки гидротранспортных топливно-энергетических комплексов на основе приготовления, гидротранспортирования и прямого сжигания суспензионного водоугольного топлива (ГТТЭК).

Ключевые слова: транспортирование угля, водоугольная суспензия, угольных месторождений

**ТАТААЛ ГЕОЛОГИЯЛЫК ШАРТТАРДА КӨМҮРТЕК КЕНДЕРИН
ПАЙДАЛАНУУ ОТУН-ЭНЕРГЕТИКА КОМПЛЕКСИНИН ТҮЗҮҮ ҮЧҮН
ИЛИМИЙ-ТЕХНИКАЛЫК НЕГИЗИН ТҮЗҮҮ**

А.И.Бийбосунов, Г.И.Бийбосунова, С.Т. Жусупбекова

Ж.Баласагын атындагы Кыргыз улуттук университети,
К.Скрябин атындагы Кыргыз улуттук агрардык университети

Технологиялык алдын ала белгилөө боюнча даярдыктар гидротранспорттук жана көмүр суу аралашмасы отун (ГТТЕК) түздөн-түз күйүү негизинде энергетикалык комплексти курууга гидротранспортту иштеп чыгуу.

Баштапкы сөздөр: көмүр ташуу, көмүр-суу аралашмасы, көмүр кендери.

**DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL BASES
FOR CREATION OF HYDROTRANSPORT FUEL AND ENERGY
COMPLEXES WITH THE USE OF COAL DEPOSITS IN COMPLEX MINING
AND GEOLOGICAL CONDITIONS**

A.I.Biibosunov, G.I.Biibosunova, S.T. Zhusupbekova

Kyrgyz National University. J. Balasagyn,
Kyrgyz National Agrarian University. K. Skryabin

On the creation of a scientific and technical reserve for the development of hydrotransport fuel and energy complexes based on the preparation, hydro transport and direct combustion of suspended water coal fuel.

Keywords: coal transportation, coal-water suspension, coal deposits

В настоящее время в Кыргызстане и многих других странах происходит переосмысление роли и места угля в обеспечении энергетической и экономической безопасности государств. При этом увеличение доли угля в топливном балансе стран является стабилизирующим фактором защиты от возникновения глубоких энергетических кризисов. Об этом свидетельствуют постоянно растущие объемы добычи угля, в т.ч. энергетических марок.

Несмотря на то, что Кыргызская Республика занимает 4 место среди стран СНГ по запасам бурых и каменных углей, содержание которых оценивается в 4 млрд. т, основной вклад в топливно-энергетический баланс страны вносят гидроэлектростанции (до 90%), что приводит к нарушениям устойчивой работы энергосистемы, особенно в маловодные периоды, и дефициту мощности на промышленном севере страны. Таким образом, вовлечение угольных ресурсов в топливно-энергетический баланс, является актуальной задачей для Кыргызской Республики, решение которой послужит основной базой для развития интеграционных процессов между странами Центральной Азии и Российской Федерацией по

рациональному использованию водно-энергетических ресурсов трансграничных рек Нарын-Сырдарья и Амударья, что послужит гарантией мира и стабильности в регионе.

Однако сложные горно-геологические условия размещения основных месторождений твердого топлива в Киргизии, а также отсутствие в районах залегания угля железных дорог и соответствующей логистической инфраструктуры, выдвигают на первый план необходимость развития в стране топливно-энергетических комплексов, включающих трубопроводный гидротранспорт угля от месторождений к потребителям – горно-металлургическим и энергетическим предприятиям.

В связи с этим, решение задач по научно-теоретическому и технологическому сопровождению проблем создания гидротранспортных топливно-энергетических комплексов (ГТТЭК) является в настоящее время крайне актуальным для развития не только Кыргызской Республики, но и всего региона Центральной Азии.

Вместе с тем при добыче и транспортировании угля до мест его переработки или до потребителя возникают существенные экологические и экономические проблемы. Особенно остро данные проблемы проявляют себя при добыче угля в сложных горно-геологических условиях, которые в настоящее время присущи многим угольным месторождениям, как в России, так и в других странах.

Развитие угольной генерации в Кыргызской республике является важным фактором энергетической безопасности страны. При этом разработка существующих угольных месторождений, а также освоение новых связано с решением острых транспортных проблем при доставке угля от мест его добычи до ТЭЦ. А с учетом того, что большая часть угольных месторождений республики расположена в горных районах, где отсутствует необходимая инфраструктура, разработка оптимальной системы транспортирования угля является чрезвычайно актуальной.

Учитывая, что уголь является одним из «грязных» топлив по сравнению с другими видами органического топлива, для сокращения его негативного воздействия на окружающую среду должны использоваться экологически чистые угольные технологии.

Использование наиболее эффективных решений транспортной проблемы энергетических углей позволит топливно-энергетическому комплексу (ТЭК) Кыргызской Республики эффективно освоить необходимые объемы перевозок топлива при наименьших затратах и максимальном сохранении экологической обстановки в местах добычи и использования угля.

В настоящее время основными видами транспорта угля от мест его добычи до мест его переработки или до потребителя являются железнодорожный и автомобильный. Помимо значительных экономических затрат данные виды транспорта являются источником загрязнения окружающей среды.

Например, при транспортировании угля из Кузбасса до г. Новосибирска по железной дороге потери угля от выдувания и течей из вагонов составляют 0,7%, а при погрузке и выгрузке – 0,5-1%. В результате, например, среднее количество угля, недополучаемое ТЭЦ-5 в г.Новосибирске составляет 15,5 тыс. т в год.

Расчеты показывают, что при существующих потерях угля при перевозке железнодорожным транспортом на один погонный метр пути транспортирования приходится до 1000 кг рассеянного угля. Однако в настоящее время последствия воздействия угольной пыли на окружающую среду в достаточной мере еще не изучены. Можно лишь отметить, что косвенным воздействием угольных потерь на окружающую среду является загрязнение близлежащих водоемов смываемой дождевыми и ливневыми стоками угольной пылью, а также запыление атмосферы близлежащих населенных пунктов.

Еще одной серьезной проблемой при транспортировании угля

является смерзаемость угля в вагонах в зимнее время. При этом главной причиной смерзаемости является наличие в транспортируемом угле значительного количества угольной мелочи некондиционной влажности (до 15%).

Таким образом, актуальной проблемой для угледобывающих предприятий является, с одной стороны - экологизация процессов добычи и транспортирования угля, а с другой стороны - снижение эксплуатационных затрат.

Одним из перспективных направлений решения данной проблемы является использование гидравлического транспорта. Гидравлический транспорт угля по трубопроводам, как один из видов непрерывного магистрального транспорта, имеет целый ряд принципиальных достоинств:

- позволяет достичь технологической однородности процессов угледобычи, транспортирования, обогащения и обезвоживания;
- обеспечивает непрерывность угольного грузопотока высокой производительности без погрузочно-разгрузочных работ;
- создает предпосылки для полностью автоматизированных и дистанционно управляемых систем транспорта с высокими технико-экономическими показателями;
- упрощает систему складирования;
- снижает вредное воздействие на окружающую среду;
- позволяет повторно использовать земельные отводы после окончания строительства.

В настоящее время в США успешно эксплуатируется углепровод Блэк-Меса длиной 430 км, диаметром 457 мм, производительностью 5 млн. т. угля в год. По углепроводу насосами перекачивается на ТЭЦ водоугольная суспензия с размолотым углем (крупность частиц 0-1(3) мм, массовая доля твердой фазы 50%). На электростанции суспензия обезвоживается в центрифугах и отстойниках и обезвоженный уголь

после помола в шаровых мельницах сжигается в котельных агрегатах. Фугат, образующийся при обезвоживании суспензии, сгущается в сгустителях и также подается на сжигание через форсунки.

В последние годы промышленного освоения достигла технология получения и использования экологически чистого водоугольного топлива (ВУТ). Водоугольное топливо – это смесь тонкоизмельченного угля с водой и реагентом-пластификатором. Для придания суспензии свойств стабильности и текучести в суспензию вводится небольшое количество реагента-пластификатора. В результате образуется искусственная дисперсная система, представляющая новый вид топлива из угля - композиционное водоугольное топливо (ВУТ).

Водоугольные суспензии во многих случаях имеют более универсальные свойства по сравнению с твердыми или жидкими видами топлива, так как обладают качествами как первого, так и второго вида.

Преимущества водоугольных суспензий, как экологически чистого топлива, состоят в следующем:

- снижение токсичности во всех технологических операциях (приготовление, транспортирование, хранение, использование);
- взрыво- и пожаробезопасность во всех технологических операциях (приготовление, транспортирование, хранение, использование);
- отсутствие опасности в загрязнении почвы и водоемов;
- отсутствие пыли и загрязнений при хранении и транспортировании;
- снижение вредных выбросов в атмосферу при сжигании.

Кроме того, водоугольные суспензии обеспечивают:

- сохранение технологических свойств при хранении и транспортировании;
- использование ограниченных площадей, в т.ч. подземных, при хранении;
- возможность транспортирования трубопроводным, речным, морским, авто- или железнодорожным транспортом;

-технологичность при использовании за счет уменьшения погрузочно-разгрузочных операций и сокращения числа механизмов и сооружений;

-возможность полной механизации и автоматизации процессов приготовления, транспортирования и использования.

Для решения данных проблем в СССР в 1986-1989 г.г. был разработан, построен и запущен в эксплуатацию уникальный гидротранспортный топливно-энергетический комплекс по приготовлению, гидротранспортированию и прямому сжиганию угля в виде водоугольного топлива в котлах ТЭЦ - опытно-промышленный углепровод «Белово - Новосибирск». Эксплуатация указанного комплекса подтвердила высокую эффективность заложенных технологических решений. Вместе с тем были установлены существенные недостатки, заключающиеся в следующем:

- высокая энергоемкость (до 190кВт·ч/т, а, следовательно, высокая стоимость) процесса приготовления ВУТ;

- дефицитность и высокая стоимость реагента-пластификатора;

-низкая надежность принятой технологии гидравлического транспорта.

Основная идея предлагаемого проекта заключается в разработке научно-технологических основ для создания гидротранспортных топливно-энергетических комплексов с использованием угольных месторождений в сложных горно-геологических условиях. При этом предлагается разработать новые перспективные технологические и технические решения по подготовке суспензионного угольного топлива, его надежному гидравлическому транспортированию и прямому сжиганию в топках угольных котлов с обеспечением снижения эксплуатационных затрат и требуемых экологических показателей.

Существенной новизной предлагаемых технологических и технических решений при создании гидротранспортных топливно-

энергетических комплексов является:

- использование эффекта бимодального распределения частиц при подготовке суспензионного угольного топлива;

- применение комбинированного способа мокрого измельчения угля с использованием высокоинтенсивных вибрационных мельниц и стержневых измельчителей-гомоенизаторов;

-использование недефицитных реагентов-пластификаторов, полученных на основе местного сырья, для приготовления суспензионного угольного топлива;

-применение технологии гидравлического транспортирования полученного топлива с использованием калибровочных шаров, в том числе изготовленных из полиуретана или льда;

-использование камер специальной конструкции для загрузки и выгрузки калибровочных шаров;

-применение комбинированной технологии сжигания суспензионного угольного топлива с использованием вихревого и слоевого способа сжигания.

Создание научно-технического задела для разработки гидротранспортных топливно-энергетических комплексов на основе приготовления, гидротранспортирования и прямого сжигания суспензионного водоугольного топлива (ГТТЭК).

Создание подобных ГТТЭК для Кыргызской республики является основным вариантом максимального перевода энергообъектов Кыргызской Республики на использование собственных топливно-энергетических ресурсов для удовлетворения внутренней потребности страны в электроэнергии, потребности в экспорте, а также потребности в тепловой энергии на 2015-2035 гг. Кроме того, разработанные научно-технологические решения являются основой по модернизации котлоагрегатов существующих станций и котельных при

широкомасштабном переводе на сжигание кыргызских углей непроектного качества.

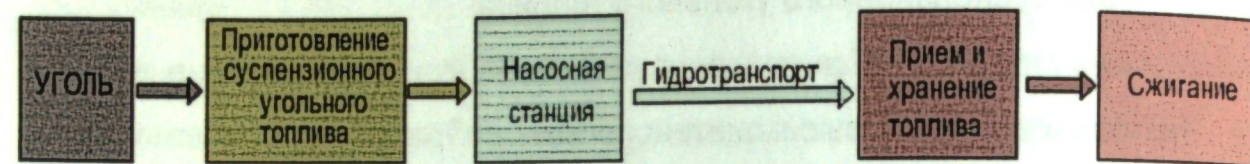


Рис.1 – Технологическая схема гидротранспортного топливно-энергетического комплекса

На рисунке 1 представлена общая технологическая схема, предлагаемого к разработке ГТЭК. В соответствии с данной схемой гидротранспортный топливно-энергетический комплекс состоит из трех основных частей:

- терминал подготовки топлива;
- блок гидротранспорта;
- терминал приема и сжигания топлива.

За основу технологии приготовления стабильного и пригодного для гидротранспортирования и прямого сжигания суспензионного угольного топлива принимается использование эффекта бимодального гранулометрического распределения частиц угля.

При разработке научно-технологических основ приготовления водоугольной суспензии за методологическую основу принимается метод получения статически и динамически устойчивых дисперсных систем, тонкие частицы твердой фазы последних, состоящие главным образом из глинистых гидрофильных частиц, которые составляют несущую среду, куда помещаются более крупные и, как правило, гидрофобные угольные частицы. Данная модель была разработана для водоугольных суспензий с крупностью частиц 0-500 мкм. В

предлагаемом проекте в качестве основы несущей среды намечается использовать тонкоизмельченную водоугольную суспензию (кл.0-50мкм), получаемую путем виброизмельчения части исходного угля (30-40%), модифицированную за счет применения комплексной пластифицирующей добавки. Остальная часть угля измельчается мокрым способом в стержневом измельчителе-гомогенизаторе, в присутствии тонкоизмельченной водоугольной суспензии. В качестве комплексной пластифицирующей добавки используется реагент, полученный на основе бурых углей. Максимальная крупность частиц твердой фазы в суспензии повышается до 1(3) мм. Таким образом, за счет использования эффекта бимодального гранулометрического состава появляется возможность существенно увеличить массовую долю твердой фазы (до 55-70 %) с сохранением стабильности и требуемой текучести, что приведет к стабилизации структурно-реологических и теплофизических характеристик с увеличением низшей теплоты сгорания.

Использование эффекта бимодального распределения частиц угля с применением соответствующих комплексных добавок позволит создать несущую стабильную среду, состоящую из тонких угольных частиц крупностью 0-50 (100) мкм, в промежутках между частицами которой размещены частицы крупностью 0,5-1,0(3) мм. При этом содержание промежуточных частиц составляет минимально возможное количество. При бимодальном распределении частиц твердой фазы обеспечивается их плотная упаковка в суспензии, что повышает содержание твердой фазы. Кроме того, учитывая, что зольность тонких угольных частиц существенно выше зольности их крупных классов, то их шихтовка позволяет стабилизировать зольность твердой фазы готовой суспензии и повысить ее низшую теплоту сгорания. Бимодальное распределение частиц обеспечивается за счет комбинированной технологии мокрого измельчения угля, при которой тонкодисперсные

частицы образуются за счет высокоинтенсивного виброизмельчения части угля (30-40%), а грубодисперсные частицы получаются при помоле остальной части угля (60-70%) в стержневом измельчителе-гомогенизаторе с добавлением тонкодисперсной суспензии. В этом случае тонкодисперсная суспензия играет роль «подушки», которая позволяет обеспечить получение минимального количества промежуточных классов угля в готовой высококонцентрированной суспензии.

На блоке гидротранспорта предлагается применение технологии транспортирования водоугольной суспензии в ламинарном и переходном режимах с использованием калибровочных шаров.

Для эффективного транспортирования водоугольной суспензии намечается использовать как ламинарный, так и переходный режимы течения по трубопроводу с периодической калибровкой его сечения калибровочными шарами. В качестве материала для изготовления калибровочных скребков намечается использовать полиуретан, дерево, лед.

Теоретические и экспериментальные исследования данных режимов позволят определить оптимальные параметры гидротранспортирования, обеспечивающие низкие удельные энергозатраты на транспорт и сохранение внутреннего диаметра трубопровода при его эксплуатации (отсутствие осадка и минимально возможный абразивный износ стенок трубопровода).

На терминале приема и сжигания топлива предлагается использование технологии комбинированного вихревого сжигания суспензионного угольного топлива с дожиганием крупных частиц угля в слое.

При разработке физико-математической модели сжигания водоугольной суспензии будет использована концепция сжигания водоугольного топлива, согласно которой при горении рассматривается

взаимодействие с окислителем в высокотемпературной среде как чисто угольных крупных частиц, так и образующихся при распылении топлива водоугольных капель, состоящих из множества частиц твердой фазы. В связи с этим будут выявлены закономерности влияния на процесс сжигания марки угля (или выхода летучих веществ), его зольность и содержание жидкой фазы.

Для эффективного прямого сжигания суспензионного угольного топлива намечается разработать специальные топочные устройства с применением вихревой системы сжигания тонких частиц и дожиганием крупных частиц угля в слое. Для стабилизации температуры горения предлагается использовать регулируемую рециркуляцию горячих газов в зону горения. При этом намечается разработать специальные пневмомеханические форсунки для распыления водоугольной суспензии, которые позволят существенно снизить расходы энергии на собственные нужды.

Помимо этого, уровень вредных выбросов при использовании данной технологии сжигания существенно ниже предельно допустимых значений.

Вихревая технология сжигания обеспечивает удержание распыленных капель (частиц) суспензионного угольного топлива в топках котлов и полное выгорание органической части забалластированного влагой и золой топлива (достижение эффективности сжигания более 97%), что намного превышает этот показатель при сжигании рядового угля в слоевой топке. Минеральные компоненты угля при выгорании водоугольных суспензий агломерируются. Степень улавливания зольных агломератов достигает 99–99,5%, что резко сокращает выбросы твердых частиц в атмосферу (в десятки раз).

Дожигание крупных частиц угля, находящихся в подаваемом

топливе, осуществляется на механизированной колосниковой решетке, находящейся внизу вихревой камеры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мурко В.И. Результаты исследования вредных выбросов при сжигании суспензионного угольного топлива, Журнал Сибирского Федерального университета, серия «Техника и технологии», – 2012. <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/3202>.
2. Мурко В.И., Джундубаев А.К., Баранова М.П., Бийбосунов А.И., Кулагин В.А. «Гидротранспортные топливно-энергетические комплексы». Монография, Сиб. Федер. Ун-т, 2015 г.

УДК 532.546

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФфуЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ХРАНИЛИЩАХ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

А.Б. Чечейбаев, Б. Чечейбаев

Институт фундаментальных наук КНУ им. Ж. Баласагына

Рассматриваются дифференциальные уравнения диффузии радиоактивных отходов в пористой среде. Используя аппарат уравнений математической физики, находятся аналитические решения уравнения диффузии при различных начальных и граничных условиях.

Ключевые слова: радиоактивные отходы, уравнение диффузии, начальные и граничные условия, дельта-функция Дирака, аналитическое решение.

РАДИОАКТИВДҮҮ ТАШТАНДЫЛАРДЫ САКТООЧУ ЖАЙДАГЫ ДИФфуЗИЯЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ АНАЛИТИКАЛЫК ТҮРДӨ ИЗИЛДӨӨ

А.Б. Чечейбаев, Б. Чечейбаев

Ж. Баласагын атындагы КУУ

Радиоактивдүү таштандылардын көңдөйлүү чөйрөдөгү диффузиясынын дифференциалдык теңдемелери каралган. Математикалык физиканын аппаратын колдонуу менен диффузия теңдемесинин аналитикалык чыгарылыштары ар кандай баштапкы жана чектик шарттар үчүн табылган.

Баштапкы сөздөр: Радиоактивдүү таштандылар, диффузия теңдемеси, баштапкы жана чектик шарттар, Дирактын дельта-функциясы, аналитикалык чыгарылыш.

ANALYTICAL INVESTIGATION OF THE DIFFUSION PROCESSES IN DEPOSITS OF LIQUID RADIOACTIVE WASTES

A. Checheibaev, B. Checheibaev

Kyrgyz National University named after J. Balasagyn

The diffusion differential equation of radioactive wastes in porous medium is considered. The analytical solutions of diffusion equations have been obtained in different cases of initial and boundary conditions.

Keywords: radioactive wastes, diffusion equation, initial and boundary conditions, Dirac delta function, analytical solution.

Одной из актуальных проблем экологии в Кыргызской Республике является вопрос изучения движения радионуклидов в приповерхностных хранилищах жидких радиоактивных отходов (РАО). РАО имеют в качестве барьера подстилающий экран. Согласно [1], в качестве материала для создания барьеров применяются уплотненные глины, имеющие низкий коэффициент фильтрации. Скорость фильтрации в барьере настолько мала, что основным механизмом переноса радионуклидов является молекулярная диффузия. Для долгосрочного моделирования безопасности хранилищ жидких РАО в [1] предлагается математическая модель диффузии.

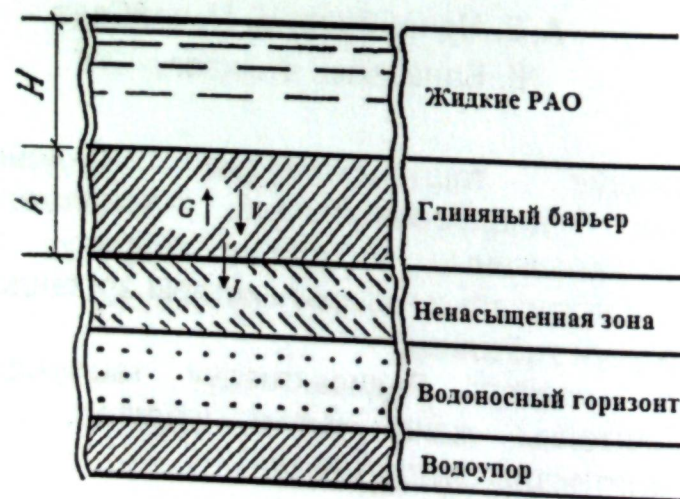


Рис. 1. Вертикальный разрез хранилища жидких РАО, согласно [1]: V - скорость фильтрации через барьер; $G = \frac{H}{h}$ - градиент напора в барьере; J - плотность диффузионного потока на выходе из барьера.

Предположим, что инженерный барьер является ограниченной областью $0 < x < h$, на одной границе которой (при $x = 0$) отсутствует поток радионуклидов, а на другой (при $x = h$) концентрация радионуклидов равна нулю.

Миграция радионуклидов в жидкой фазе пористой среды барьера происходит за счет молекулярной диффузии, которая математически описывается уравнением в частных производных второго порядка [1]:

$$(n_0 + K_d \cdot \rho) \cdot \frac{\partial}{\partial t} C(x, t) = D \cdot \frac{\partial^2}{\partial x^2} C(x, t) \quad (1)$$

с граничными условиями

$$\frac{\partial}{\partial x} C(x, t) = 0 \quad \text{при } x = 0, \quad (2)$$

$$C(x, t) = 0 \quad \text{при } x = h \quad (3)$$

и начальным условием

$$C(x, t) = \frac{E}{a \cdot b \cdot (n_0 + K_d \cdot \rho)} \cdot \delta(x) \quad \text{при } t = 0, \quad (4)$$

где t - время, год; x - координата вертикальной оси барьера, м; $C(x, t)$ - концентрация радионуклида в жидкой фазе пористой среды, Бк/м³; E - исходная активность области источника, Бк; a - длина основания хранилища, м; b - ширина основания хранилища, м; n_0 - активная пористость; K_d - коэффициент распределения радионуклида между твердой и жидкой фазами среды (коэффициент межфазного распределения), $\frac{м^3}{кг}$; ρ - объемная плотность пористой среды, $\frac{кг}{м^3}$; D - фильтрационный коэффициент молекулярной диффузии воды, $\frac{м^2}{год}$; $\delta(x)$ - дельта-функция Дирака.

Решение задачи типа (1)-(4) приводится в справочнике А.Д. Полянина [2]. Задачу (1)-(4) можно в общем виде представить так [2]:

$$\frac{\partial w}{\partial t} = a \cdot \frac{\partial w^2}{\partial x^2}, \quad (5)$$

$$w = f(x) \quad \text{при } t = 0, \text{ (начальное условие)} \quad (6)$$

$$\frac{\partial w}{\partial x} = g_1(t) \quad \text{при } x = 0, \text{ (граничное условие)} \quad (7)$$

$$w = g_2(t) \quad \text{при } x = l, \text{ (граничное условие)} \quad (8)$$

где $f(x), g_1(t), g_2(t)$ – заданные функции.

Согласно [2], решение задачи (5)-(8) представимо в следующей форме:

$$w = \int_0^l f(\xi) G(x, \xi, t) d\xi - a \int_0^t g_1(\tau) G(x, 0, t - \tau) d\tau - a \int_0^t g_2(\tau) H(x, t - \tau) d\tau, \quad (9)$$

где функция $G(x, \xi, t)$ выражается в виде бесконечной суммы

$$G(x, \xi, t) = \frac{2}{l} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \cos \left[\frac{\pi \cdot (2n+1)x}{2l} \right] \cdot \cos \left[\frac{\pi \cdot (2n+1)\xi}{2l} \right] \cdot \exp \left[-\frac{a\pi^2 \cdot (2n+1)^2 \cdot t}{4 \cdot l^2} \right],$$

а функция $H(x, t)$ находится путем нахождения частной производной от функции $G(x, \xi, t)$ по переменной ξ :

$$H(x, t) = \frac{\partial}{\partial \xi} G(x, \xi, t) \Big|_{\xi=l}$$

Следовательно, решение задачи (1)-(4) можно выразить так:

$$w(x, t) = \frac{E}{a \cdot b \cdot (n_0 + K_d \cdot \rho)} \cdot \int_0^h \delta(\xi) G(x, \xi, t) d\xi,$$

или

$$w(x, t) = \phi \cdot \int_0^h \delta(\xi) G(x, \xi, t) d\xi,$$

$$\text{где } \phi = \frac{E}{a \cdot b \cdot (n_0 + K_d \cdot \rho)}.$$

Оценим теперь значение определенного интеграла $\int_0^h \delta(y) G(x, y, t) dy$.

Отметим, что

$$G(x, y, t) = \frac{2}{l} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \cos \left[\frac{\pi \cdot (2n+1)x}{2h} \right] \cdot \cos \left[\frac{\pi \cdot (2n+1)y}{2h} \right] \cdot \exp \left[-\frac{a\pi^2 \cdot (2n+1)^2 \cdot t}{4 \cdot h^2} \right],$$

$$\text{где } a = \frac{D}{n_0 + K_d \cdot \rho}.$$

Используем известное свойство дельта-функции Дирака:

$$\int_0^h \delta(y) G(x, y, t) dy = G(x, 0, t).$$

В случае решения задачи (1)-(4) имеет место соотношение

$$w(x, t) = \phi \cdot \int_0^l \delta(y) G(x, y, t) dy = \phi \cdot G(x, 0, t)$$

Следовательно, аналитическое решение задачи (1)-(4) можно представить так:

$$C(x, t) = \frac{2\phi}{h} \sum_{n=0}^{\infty} \cos \left[\frac{\pi(2n+1)x}{2h} \right] \cos \left[\frac{\pi(2n+1)y}{2h} \right] \exp \left[-\frac{a\pi^2(2n+1)^2 t}{4 \cdot h^2} \right] \Big|_{y=0}$$

В силу того, что $a = \frac{D}{n_0 + K_d \cdot \rho}$, окончательный вид функции концентрации радионуклидов в жидкой фазе пористой среды выглядит так:

$$C(x, t) = \frac{3E}{abh(n_0 + K_d \rho)} \sum_{n=0}^{\infty} \cos \left[\frac{\pi(2n+1)x}{2l} \right] \exp \left[-\frac{\pi^2 D^2 (2n+1)^2 t}{4h^2(n_0 + K_d \rho)} \right] \quad (10)$$

Таким образом, мы определили аналитическое решение (10) уравнения диффузии радиоактивных отходов (1) при начальных и граничных условиях (2)-(4).

Рассмотрим теперь задачу миграции радионуклидов в следующей постановке. Необходимо найти концентрацию радионуклидов в жидкой фазе пористой среды $C(x, t)$ из уравнения диффузии в полубесконечной области $[0; +\infty)$

$$(n_0 + K_d \cdot \rho) \cdot \frac{\partial}{\partial t} C(x, t) = D \cdot \frac{\partial^2}{\partial x^2} C(x, t) \quad (11)$$

при условиях выполнения граничного условия

$$\frac{\partial}{\partial x} C(x, t) = 0 \quad \text{при } x = 0 \quad (12)$$

и начального условия

$$C(x, t) = \frac{E}{a \cdot b \cdot (n_0 + K_d \cdot \rho)} \cdot \delta(x) \quad \text{при } t = 0, \quad (13)$$

где $\delta(x)$ - дельта-функция Дирака.

Аналитическое решение задачи (11)-(13) ищется для полубесконечной области $[0; +\infty)$.

Согласно [2], уравнение диффузии вида

$$\frac{\partial w}{\partial t} = a \cdot \frac{\partial w^2}{\partial x^2} \quad (14)$$

при начальном условии

$$w = f(x) \quad \text{при } t = 0 \quad (15)$$

и граничном условии

$$\frac{\partial w}{\partial x} = g(t) \quad \text{при } x = 0, \quad (16)$$

где $f(x)$, $g_1(t)$, $g_2(t)$ – заданные функции.

Задача (14)-(16) имеет следующее аналитическое решение:

$$w(x, t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi at}} \int_0^{+\infty} \left\{ \exp\left[-\frac{x-\xi}{4at}\right] + \exp\left[-\frac{x+\xi}{4at}\right] \right\} f(\xi) - \sqrt{\frac{a}{\pi}} \int_0^t \exp\left[-\frac{x^2}{4a(t-\tau)}\right] \frac{g(\tau) d\tau}{\sqrt{t-\tau}}, \quad (17)$$

В случае решения нашей задачи (11)-(13) имеет место тождество $g(t) \equiv 0$. Так как справедливо равенство

$$\int_0^{+\infty} \left\{ \exp\left[-\frac{x-y}{4at}\right] + \exp\left[-\frac{x+y}{4at}\right] \right\} \delta(y) dy = 2 \cdot \exp\left[-\frac{x}{4at}\right], \quad (18)$$

точное аналитическое решение задачи (11)-(13) можно выписать в следующем виде:

$$C(x, t) = \frac{E}{ab\sqrt{\pi \cdot D} \cdot \sqrt{n_0 + K_d \cdot \rho}} \cdot \exp\left[-\frac{x \cdot (n_0 + K_d \cdot \rho)}{4 \cdot D \cdot t}\right] \quad (19)$$

Таким образом, мы определили концентрацию радионуклидов в жидкой фазе пористой среды в идеальном случае, когда толщина

инженерного барьера равна бесконечности, т.е. точное аналитическое решение задачи (11)-(13).

Полученные аналитические решения (10) и (19) могут послужить решениями тестовых задач расчета миграции радионуклидов в жидкой фазе, используемых для валидации разрабатываемых новых вычислительных алгоритмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р.Б. Шарафутдинов, О.Н. Ушанова, В.И. Корж. Моделирование диффузии радионуклидов из приповерхностных хранилищ РАО// Ядерная и радиационная безопасность, 2008, №1, с. 18-25.
2. А.Д. Полянин. Линейные уравнения математической физики. – М.: Издательская фирма «Физико-математическая литература», 2001. – 575 с.

УДК:519 712.2:519.246

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НАХОЖДЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА

Б.Ы. Аширбаев, М.Т. Шаршеева
КГТУ им. И. Раззакова, КГУСТА им. Н. Исанова

В данной работе построен алгоритм решения задачи нахождения статистических характеристик случайного процесса. Рассмотрен пример применения предложенного алгоритма.

Ключевые слова: математическое ожидание выходного сигнала, переходная матрица, ковариационная матрица, ковариационная функция.

КОКУС ПРОЦЕССИНИН СТАТИСТИКАЛЫК МҮНӨЗДӨӨЧҮЛӨРҮН ТАБУУ МАСЕЛЕСИНИН ЧЫГАРЫЛЫШЫНЫН АЛГОРИТМАСЫ

Б.Ы. Аширбаев, М.Т. Шаршеева
И. Раззаков ат. КМТУ, Н. Исанов ат. КМКАТУ

Илимий макалада кокус процессинин статистикалык мүнөздөөчүлөрүн табуу маселесинин чыгарылышынын алгоритмасы түзүлдү. Сунушталган алгоритма колдонулган маселе чыгарылды.

Баштапкы сөздөр: чыгуу сигналынын математикалык күтүүсү, өтмө матрица, ковариациалык матрица, ковариациалык функция.

ALGORITHM OF SOLVING THE OBJECTIVE TO OBTAIN THE STATISTICAL CHARACTERISTICS OF A RANDOM PROCESS

B.Y. Ashirbayev, M.T. Sharsheeva
KSTU them. I. Razakova, KSUCTA them. N. Isanova

In this paper, an algorithm for solving the problem of finding the statistical characteristics of a random process is constructed. An example of the application of the proposed algorithm is considered.

Keywords: mathematical expectation of the output signal, transition matrix, covariance matrix, covariance function.

1. Постановка задачи

Пусть объект управления описывается уравнением

$$\dot{X}(t) = A(t)X(t) + B(t)U(t), \quad X(t_0) = X_0, \quad (1)$$

где $A(t)$, $B(t)$ – матрицы размера $(n \times n)$, $(n \times r)$ соответственно, $X(t)$ – n -мерный случайный процесс, X_0 – n -мерный случайный вектор, характеризующий начальное состояние системы.

В уравнении (1) $U(t)$ – r -мерный случайный процесс, вектор входного сигнала, с математическим ожиданием

$$m_u(t) = M[U(t)] = \int_{R^n} up(t, u) du \quad (2)$$

где $p(t, u)$ – плотность вероятности случайного процесса $U(t)$ и ковариационной функцией

$$R_u(t_1, t_2) = M\{[U(t_1) - m_u(t_1)][U(t_2) - m_u(t_2)]^T\}. \quad (3)$$

Известно [1-4], что в стационарных случайных процессах ковариационная функция зависит от разности своих аргументов и определяется по формуле

$$R_u(t_1, t_2) = S_0(t_1)\delta(t_1 - t_2) \quad (4)$$

и если система задана уравнением (1), то закон изменения математического ожидания определяется как

$$\dot{m}_x(t) = A(t)m_x(t) + B(t)m_u(t), \quad m_x(t_0) = m_0, \quad (5)$$

где t_1 и t_2 – два момента времени.

Также известно [1-4], что частным случаем случайных процессов является белый шум $Q(t)$, имеющий нулевое математическое ожидание и ковариационную функцию вида

$$R_Q(t_1, t_2) = S_0(t_1)\delta(t_1 - t_2), \quad (6)$$

где $S_0(t_1)$ – интенсивность шума, симметрическая неотрицательно определенная матрица, $\delta(t_1 - t_2)$ – симметрическая дельта-функция, определяемая соотношениями

$$\int_a^b f(t)\delta(t - \tau)dt = \begin{cases} 0, & \tau \in (-\infty; a) \cup (b; +\infty), \\ f(\tau), & \tau \in (a; b), \\ 0,5f(a), & \tau = a, \\ 0,5f(b), & \tau = b, \end{cases} \quad (7)$$

для любой непрерывной функции в точке τ .

2. Алгоритм решения задачи

Выведем соотношения ковариационной матрицы $R_x(t)$ и ковариационной функции $R_x(t_1, t_2)$ вектора состояния $X(t)$.

Введем обозначения:

$$P_x(t) = M[X(t)X^T(t)], \quad P_{xu}(t) = M[X(t)U^T(t)], \quad P_{ux}(t) = M[U(t)X^T(t)] \quad (8)$$

и определим ковариационную матрицу

$$\begin{aligned} R_x(t) &= M\{[X(t) - m_x(t)][X(t) - m_x(t)]^T\} = \\ &= M[X(t)X^T(t)] - M[X(t)m_x^T(t)] - M[m_x(t)X^T(t)] + \\ &+ m_x(t)m_x^T(t) = P_x(t) - m_x(t)m_x^T(t). \end{aligned} \quad (9)$$

С учетом (1) и (8) получаем

$$\begin{aligned} \dot{P}_x(t) &= M[\dot{X}(t)X^T(t)] + M[X(t)\dot{X}^T(t)] = \\ &= A(t)M[X(t)X^T(t)] + B(t)M[U(t)X^T(t)] + M[X(t)X^T(t)]A^T(t) + \\ &+ M[X(t)U^T(t)]B^T(t) = \\ &= A(t)P_x(t) + B(t)P_{ux}(t) + P_x(t)A^T(t) + P_{xu}(t)B^T(t). \end{aligned} \quad (10)$$

Сначала найдем $P_{xu}(t)$. Применяя формулу Коши для уравнения (5) имеем:

$$m_x(t) = \Phi(t, t_0)m_0 + \int_{t_0}^t \Phi(t, \tau)B(\tau)m_u(\tau)d\tau, \quad (11)$$

где $\Phi(t, \tau)$ – переходная матрица, являющаяся решением уравнения

$$\frac{\partial \Phi(t, \tau)}{\partial t} = A(t)\Phi(t, \tau), \quad \Phi(\tau, \tau) = E. \quad (12)$$

С учетом формулы (8) и полагая, что X_0 и $U(T)$ не коррелированы ($R_{x_0u} = 0$) имеем:

$$\begin{aligned} P_{xu}(t) &= M[X(t)U^T(t)] = \\ &= M\left[\Phi(t, t_0)X_0U^T(t) + \int_{t_0}^t \Phi(t, \tau)B(\tau)U(\tau)U^T(t)d\tau\right] = \\ &= \Phi(t, t_0)m_0m_u^T(t) + \int_{t_0}^t \Phi(t, \tau)B(\tau)M[U(\tau)U^T(\tau)]d\tau. \end{aligned} \quad (13)$$

Теперь определим взаимную ковариационную функцию:

$$\begin{aligned} R_{xu}(t_1, t_2) &= M\{[X(t_1) - m_x(t_1)][U(t_2) - m_u(t_2)]^T\} = \\ &= M[X(t_1)U^T(t_2)] - m_x(t_1)m_u^T(t_2) - m_x(t_1)m_u^T(t_2) + \\ &+ m_x(t_1)m_u^T(t_2) = P_{xu}(t_1, t_2) - m_x(t_1)m_u^T(t_2). \end{aligned} \quad (14)$$

С учетом соотношений: (4), (8), (9) и (14) имеем:

$$\begin{aligned} M[U(\tau)U^T(t)] &= P_u(\tau, t) = m_u(\tau)m_u^T(t) + R_u(\tau, t) = \\ &= m_u(\tau)m_u^T(t) + S_0(\tau)\delta(\tau - t). \end{aligned}$$

Тогда

$$\begin{aligned} P_{xu}(t) &= \Phi(t, t_0)m_0m_u^T(t) + \int_{t_0}^t \Phi(t, \tau)B(\tau)m_u(\tau)m_u^T(t)d\tau + \\ &+ \int_{t_0}^t \Phi(t, \tau)B(\tau)S_0(\tau)\delta(\tau - t)d\tau. \end{aligned} \quad (15)$$

Пусть переходная матрица $\Phi(t_1, t_2)$ удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial \Phi(t_1, t_2)}{\partial t_1} = A(t_1)\Phi(t_1, t_2), \quad \Phi(t_2, t_2) = E. \quad (16)$$

Используя (7) и (11) из (15) имеем

$$\begin{aligned} P_{xu}(t) &= m_x(t)m_u^T(t) + \frac{1}{2}\Phi(t, t)B(t)S_0(t) = \\ &= m_x(t)m_u^T(t) + \frac{1}{2}B(t)S_0(t). \end{aligned} \quad (17)$$

Аналогично можно показать, что

$$P_{ux}(t) = m_u(t)m_x^T(t) + \frac{1}{2}S_0(t)B^T(t). \quad (18)$$

Поэтому

$$\begin{aligned} \dot{P}_x(t) &= A(t)P_x(t) + P_x(t)A^T(t) + B(t)m_u(t)m_x^T(t) + \\ &+ m_x(t)m_u^T(t)B^T(t) + B(t)S_0(t)B^T(t). \end{aligned} \quad (19)$$

Продифференцировав (9), с учетом (5), (19) и

$$\begin{aligned} P_x(t) &= R_x(t) + m_x(t)m_x^T(t), \text{ получим уравнение:} \\ \dot{R}_x(t) &= \dot{P}_x(t) - \dot{m}_x(t)m_x^T(t) - m_x(t)\dot{m}_x^T(t) = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= A(t)P_x(t) + P_x(t)A^T(t) + B(t)S_0(t)B^T(t) + B(t)m_u(t)m_x^T(t) + \\
&\quad + m_x(t)m_u^T(t)B^T(t) - A(t)m_x(t)m_x^T(t) - B(t)m_u(t)m_x^T(t) - \\
&\quad - m_x(t)m_x^T(t)A^T(t) - m_x(t)m_u^T(t)B^T(t) = \\
&= A(t)R_x(t) + A(t)m_x(t)m_x^T(t) + R_x(t)A^T(t) + m_x(t)m_x^T(t)A^T(t) + \\
&\quad + B(t)S_0(t)B^T(t) - A(t)m_x(t)m_x^T(t) - m_x(t)m_x^T(t)A^T(t) = \\
&= A(t)R_x(t) + R_x(t)A^T(t) + B(t)S_0(t)B^T(t), \text{ т.е. уравнение} \\
\dot{R}_x(t) &= A(t)R_x(t) + R_x(t)A^T(t) + B(t)S_0(t)B^T(t), \quad R_x(t_0) = R_0, \quad (20)
\end{aligned}$$

где $R_x(t)$ – симметрическая неотрицательно определенная матрица.

Из (16) и (20) имеем соотношения для ковариационной функции:

$$R_x(t_1, t_2) = \begin{cases} \Phi(t_1, t_2)R_x(t_2), & t_1 \geq t_2, \\ R_x(t_1)\Phi^T(t_2, t_1), & t_1 \leq t_2. \end{cases} \quad (21)$$

Таким образом, алгоритм определения статистических характеристик состоит в следующем:

1. Решая уравнение (5), находим закон изменения математического ожидания выходного сигнала $m_x(t)$.
2. Решая уравнение (20), определяем закон изменения ковариационной матрицы $R_x(t)$.
3. Находим переходную матрицу, удовлетворяющую уравнению (16) и ковариационную функцию по формуле (21).

Пример 1. Дана система уравнений

$$\dot{X}_1(t) = -X_1(t) + X_2(t), \quad X_1(0) = X_{10},$$

$$\dot{X}_2(t) = -2X_2(t) + U(t), \quad X_2(0) = X_{20},$$

где $U(t)$ – входной сигнал с $m_u(t) = 1$, $R_u(t_1, t_2) = \delta(t_1 - t_2)$. Начальное

состояние $X_0 = (X_{10} \ X_{20})^T$ характеризуется параметрами: $m_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$,

$$R_0 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Требуется найти математическое ожидание $m_x(t)$ и ковариационную матрицу $R_x(t)$.

Так как $A(t) = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 0 & -2 \end{pmatrix}$ и $B(t) = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$, уравнения (5), (20) имеют

вид:

$$\dot{m}_x(t) = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 0 & -2 \end{pmatrix} m_x(t) + \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} m_u(t), \quad m_x(0) = m_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad (22)$$

$$\dot{R}_x(t) = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 0 & -2 \end{pmatrix} R_x(t) + R_x(t) \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 1 & -2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 1 \end{pmatrix},$$

$$R_x(0) = R_0 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (23)$$

Уравнения (22) и (23) перепишем в виде

$$\dot{m}_{x_1}(t) = -m_{x_1}(t) + m_{x_2}(t), \quad m_{x_1}(0) = 0, \quad (24)$$

$$\dot{m}_{x_2}(t) = -2m_{x_2}(t) + 1, \quad m_{x_2}(0) = 0.$$

$$\dot{R}_{x_{11}}(t) = -2R_{x_{11}}(t) + 2R_{x_{12}}(t), \quad R_{x_{11}}(0) = 0, \quad (25)$$

$$\dot{R}_{x_{12}}(t) = -R_{x_{11}}(t) - R_{x_{22}}(t), \quad R_{x_{12}}(0) = 0,$$

$$\dot{R}_{x_{22}}(t) = -4R_{x_{22}}(t), \quad R_{x_{22}}(0) = 1.$$

Решения уравнения (24) и (25) определяют законы изменения математического ожидания и ковариационной матрицы выходного

сигнала: $m_{x_1}(t) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}e^{-2t} - e^{-t}$, $m_{x_2}(t) = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}e^{-2t}$,

$$R_{x_{11}}(t) = 2e^{-2t} - \frac{2}{3}e^{-t} - \frac{4}{3}, \quad R_{x_{12}}(t) = \frac{1}{3}e^{-4t} - \frac{1}{3}e^{-t}, \quad R_{x_{22}}(t) = e^{-4t}.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Казаков И.Е., Гладков Д.И. Методы оптимизации стохастических систем. – Москва, Наука, 1987. – 357 с.
2. Колосов Г.Е. Синтез оптимальных автоматических систем при случайных возмущениях. – Москва, Наука, 1981. – 235 с.
3. Пугачев В.С., Сеницын И.Н. Стохастические дифференциальные системы. – Москва, Наука, 1987. – 284 с.
4. Черноусько Ф.Л., Колмановский В.Б. Оптимальное управление при случайных возмущениях. – Москва, Наука, 1978. – 422 с.

УДК 544.57:547:533.9

**ВЗАИМОСВЯЗЬ МОЛЯРНОЙ АНИЗОТРОПИИ ДИАМАГНИТНОЙ
ВОСПРИИМЧИВОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТ РАСКРУЧИВАНИЕ ЭФИРОВ
ХОЛЕСТЕРИНА КРОВИ**

С. Б. Идиев

Таджикский государственный университет коммерции.
г. Душанбе, Республика Таджикистан

Изучено взаимосвязь молярной анизотропии диамагнитной восприимчивости сложных эфиров холестерина крови. Выяснено, что с ростом эфиров холестерина в крови увеличивается его магниточувствительная способность. Определенно формула, которой описывает коэффициент раскручивание эфиров холестерина крови.

Ключевые слова: кровь, сложный эфиров холестерина, магниточувствительная способность, анизотропия диамагнитной восприимчивости, номер гомологического ряда, коэффициент раскручивание.

**КАНДАГЫ ХОЛЕСТЕРИНДИН АЙЛАНУУ КОЭФФИЦИЕНТИНИН
МОЛЯРДЫК АНИЗОТРОПИЯНЫН ДИАМАГНИТТИК КАБЫЛДАГЫЧ
ОРТОСУНДАГЫ ӨЗ АРА БАЙЛАНЫШ**

С. Б. Идиев

Таджикстан мамлекеттик комерциялык университети
Таджикстан республикасы, Душанбе шаары

Кандагы холестериндин татаал эфири анизотропиялык диамагниттик кабылдагычынын молярдык өз ара байланышы изилденген. Кандагы холестерин эфиринин өсүшү менен анын магниттик сезүү жөндөмүнүн жогорулашы аныкталган. Кандагы холестерин эфирин бөлүп алуу коэффициентин мүнөздөөчү формула аныкталган.

Баштапкы сөздөр: кан, холестериндин татаал эфири, магниттин сезгичтүү жөндөмдүүлүгү, анизотропиялык диамагниттик кабылдагыч, гомологиялык катардын номери, айлануу коэффициенттери.

**THE RELATIONSHIP BETWEEN THE MOLAR ANISOTROPY OF
DIAMAGNETIC SUSCEPTIBILITY AND THE COEFFICIENT OF
UNTWISTING OF BLOOD CHOLESTEROL ESTERS
TAJIK STATE UNIVERSITY OF COMMERCE**

S. B. Idiev

Tajik State University of Commerce.
Republic of Tajikistan, Dushanbe

The interrelation of the molar anisotropy of the diamagnetic susceptibility of the blood cholesterol esters was studied. It was found out that with increasing cholesterol esters in the blood, its magnetosensitive capacity increases. The formula definitely, which describes the coefficient of unwinding the blood cholesterol esters.

Keywords: blood, cholesterol esters, magnetosensitive capacity, anisotropy of diamagnetic susceptibility, number of homologous series, coefficient of unwinding.

Холестерин ($C_{27}H_{46}O$) нерастворим в воде, и в живых системах осаждается в виде моногидрата. Холестерин легко образует комплексы с солями кальция ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$) и марганца ($MnCl_2 \cdot 6H_2O$): в них на две молекулы холестерина приходится одна молекулы соли. Эти комплексы плохо растворяются в органических растворителях. Формирование таких комплексов вполне вероятно и в организме человека, что может приводить к отложению холестерина в стенках сосудов, что в конечном итоге привести к их сужению или даже закупорке [1]. В результате этого, «прикрытия» приток крови, а вместе с ним и кислорода к тканям уменьшится. Мозг, лишенный доступа кислорода погибает через несколько минут. При атеросклерозе повышается содержание сложные эфиры холестерина в крови. Чем больше сложные эфиры холестерина в крови, тем выше опасность развития атеросклероза.

Мировая статистика свидетельствует об увеличении смертности от сердечно - сосудистых заболеваний. В этой связи выдвигается проблема предупреждения и лечения атеросклероза. Главное внимание в этой проблеме уделяется атеросклерозу сосудов сердца и сосудов мозга, так как небольшие изменения в их стенках со временем приводит к закупорке сосудов.

Связь между потреблением ненасыщенных и насыщенных жирных кислот и содержанием холестерина в крови стала рассматриваться как ключ для решения проблемы атеросклероза. Если содержание насыщенных кислот с холестерином проявляют значительно большую способность к отложению в стенку кровеносного сосуда, то совсем противоположно, содержание жирных ненасыщенных кислот понижает уровень холестерина в крови и предупреждает его отложение в стенку сосудов. Конечно, здесь может иметь место и влияние солнечной активности и энергия магнитных бурь на живой организм [2,3].

Хорошо известно, что заболевания сердечнососудистой системы самые распространенные в мире, связаны с содержанием сложные эфиры холестерина в крови и геомагнитной пульсации при Солнечной активности [2].

Жирные кислоты, встречающиеся в природных липидах, содержит чётные число углеродных атомов и можно считать чётные число гомологического ряда. У человека 10% от общего холестерина находится в связанном состоянии, то есть, в видов эфиры холестерина. Около 90 % холестерина в органах и тканях находятся в свободном состоянии. В норме в крови человека содержится 150-200 мг холестерина [4]. Жирные кислоты соединяя с холестерином, образуют сложные эфиры холестерина.

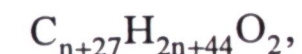
Природа диамагнетизма сводится к поляризационным, а не ориентационным. Причиной ориентации молекул диамагнитного вещества в магнитном поле является анизотропия диамагнитной

восприимчивости. В первичном молекулярном звено молекулярную систему кроме белок - ионное окружение - вода, считается звеном клеточные мембраны и системе сложные эфиры холестерина крови и их жидкокристаллическим состояниям [5].

С ростом эфиры холестерина в крови увеличивается его магниточувствительная способность. Молярная анизотропия диамагнитной восприимчивости молекул эфиры холестерина крови определена нами [6] по формуле:

$$\Delta\chi''_M = (n + \alpha)\Delta\chi_{M,CH_2}, \quad (1)$$

где n – номер гомологического ряда сложные эфиры холестерина, определяются по выражению



$\Delta\chi_{M,CH_2}$ – молярная анизотропия диамагнитной восприимчивости гомологического звена CH_2 , $\alpha = 30,5334$ – постоянная величина.

Вклад $\Delta\chi_{M,CH_2}$ на одно гомологическое звено CH_2 составляет около $3 \cdot 10^{-6}$ единиц, т.е. не многим более 3% от анизотропии основной молекулы.

Из формулы (1) следует, что анизотропия диамагнитной восприимчивости эфиры холестерина крови линейно увеличивается с ростом номера гомологического ряда и делает их более чувствительными к воздействию магнитного поля [6].

Во многих случаях молекулы эфира холестерина в крови обладают формой закрученной спирали (рис. 1.а). Поэтому молекулярная структура имеет винтовую ось симметрии. Эта винтовая структура характеризуется шагом спирали P расстоянием, на котором происходит поворот молекулы на 360 градусов. Он определяется по формуле:

$$P = \frac{360^\circ}{\alpha} r, \quad (2)$$

где r - расстояние между слоями, α - угол между двумя слоями эфира холестерина крови.

Спиральная структура является самым распространенным архитектурным элементом, характерными для биологических молекул и живых структур. Его распространенность свидетельствует о том, как можно понимать свойства сложные эфиры холестерина крови для интерпретации механизмов возникновения функционирования разнообразных биологических систем.

Холестерическая спираль удивительна тем, что четкое чередование в ней касается только ориентации молекул. Холестерическая жидкость свободно течет вдоль плоскостей, они могут перескакивать из слоя в слой, поворачиваясь на угол α .

Шаг спирали для номеров гомологического ряда в пределах от 2 до 24 можно представить в виде:

$$P = P_0 \left(\frac{n_0}{n} \right)^\alpha, \quad (3)$$

где $P_0 = 3,2 \cdot 10^{-7} \text{ м}$, $n_0 = 2,5$ и $\alpha = 0,99 \pm 0,12$ - постоянные величины, которые найдены способом наименьших квадратов. Из выражения (3) вытекает, что увеличение сложные эфиры холестерина в крови приводит к росту ее спиралообразующий способность, которая в свою очередь приводит к патологическому эффекту - атеросклерозу, служащий основой инфаркта миокарда и тромбозы.

Внезапные повышения уровня солнечной активности и связанная с нею геомагнитная пульсация низкой частоты ($10^{-3} \div 10 \text{ Гц}$) может вывести больной организм из состояния устойчивого равновесия и обострению болезни.

Теперь, если вместо n в (3) подставить его значение из (1) и учитывая, что $\alpha = 1$ получим связь шага спирали с величиной анизотропии диамагнитной восприимчивости в виде:

$$P = \frac{P_0 n_0 \Delta \chi_{M, CH_2}}{\Delta \chi_M'' - r \Delta \chi_{M, CH_2}} = \frac{A}{\Delta \chi_M'' - B}, \quad (4)$$

где $A = P_0 n_0 \Delta \chi_{M, CH_2}$, $B = r \Delta \chi_{M, CH_2}$ - константы.

В уравнение (4) при $\Delta \chi_M''$ стремящихся к величина B , шаг спирали полностью раскручивается (рис. 1.в).

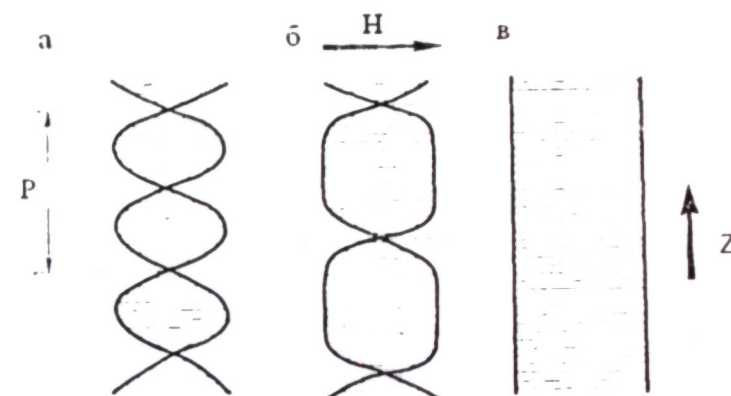


Рис. 1. Шаг спирали во внешнем магнитном поле, (а) структура холестерина крови в отсутствии магнитного поля, (б) в поле меньше критического, (в) в поле больше критического

Такое условие достигается под действием магнитного поля напряженности [6]:

$$H = \frac{\pi^2}{P} \sqrt{\frac{K_{22}}{\Delta \chi_M''}}, \quad (5)$$

Из формулы (1), (3) и (5) можно найти взаимосвязь молярной анизотропии диамагнитной восприимчивости и коэффициент раскручивания сложные эфиры холестерина крови.

$$K_{22} = \frac{H^2 P^2}{\pi^4} \left(\frac{n_0}{n} \right)^{2\alpha} (n + \alpha) \Delta \chi_{M, CH_2}, \quad (6)$$

где, n - номер гомологического ряда сложные эфиры холестерина крови. Из формулы (6) видно, что коэффициент раскручивания сложные эфиры холестерина крови прямо пропорционален молярной анизотропии диамагнитной восприимчивости, квадрату напряженности

магнитного поля и обратно пропорционален квадрату номер
гомологического ряда сложные эфиры холестерина крови.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике. Т.2, Беларусь, 2003, Интерпрессервис, 463с.
2. Пиров Т.Т., Ёгибеков П.Ё. Жидкий кристалл и живой организм. Душанбе, 2008, Эр-граф, 114с.
3. Ёгибеков П.Ё., Идиев С.Б. Воздействие магнитного поля на крови живого организма. ТАУ, Земледелец, 3(63), Душанбе, 2014, Мехргон ТАУ, с.81-84.
4. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия 1982 - Москва Медицина, 752с.
5. Горский Ф.К., Ахромова А., Башун М. Анизотропия диамагнитной восприимчивости в гомологическом ряду эфиров холестерина и насыщенных карбоновых кислот. Сб. Жидкие кристаллы и их применение. 1980, Минск, с.88-91.

УДК330.43

МОДЕЛЬ БИНАРНОГО ВЫБОРА

А.Майрамбек к., Ж.С.Токсобаева
КНУ им Ж.Баласагына

Модели бинарного выбора широко используются в экономических и социальных исследованиях, особенно в экономике труда, при проведении анализа на микроуровне. Рассматривается их специфические свойства на примере модели.

Ключевые слова: Индивидуум, фактор, вероятность, линейная форма модели, математическое ожидание, нормальный закон.

БИНАРДЫК ТАНДОО МОДЕЛИ

А. Майрамбек к., Ж.С.Токсобаева
КНУ им Ж.Баласагына

Микрокаржылоо боюнча талдоо жүргүзүп, ал эми бинардык тандоо модели, өзгөчө эмгек экономикада, көп-экономикалык жана коомдук изилдөөлөр колдонулат. моделге, алардын өзгөчө касиеттери болуп эсептелет.

Баштапкы сөздөр: Индивидуум, фактор, моделдин сызыктуу формасы, математикалык күтүү, нормалдык закон

BINARY SELECTION MODEL

A.Mayrambek K., Zh.S.Toksobaeva
KSU named of Zh. Balasagyn

Models of binary choice are widely used in economic and social studies, especially in the labor economy, when conducting analysis at the micro level. Their specific properties are considered using the model as an example.

Keywords: Individual, factor, probability, linear form of the model, mathematical expectation, normal law.

Индивидуум в определенный период времени может работать или искать работу ($y=1$) или не делать этого ($y=0$). Предположим, что состояние "работать" или "не работать" определяется набором факторов (возраст, семейное положение, образование, опыт работы и т. д.), и соответствующие вероятности можно представить в следующем виде:

$$\begin{aligned} P(y=1) &= F(\alpha'x); \\ P(y=0) &= 1-F(\alpha'x). \end{aligned} \quad (1)$$

Вектор коэффициентов α отражает влияние факторов, например, характеризующих положение индивидуума в обществе, на рассматриваемую вероятность.

Одной из основных проблем при построении моделей бинарного выбора является обоснование функционала $F(\alpha'x)$. Например, предположим, как и в случае "классических" эконометрических моделей, что вероятности соответствующих событий могут быть представлены в виде линейной функции от значений рассматриваемых факторов:

$$F(\alpha'x) = \alpha'x = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \dots + \alpha_n x_n, \quad (2)$$

где $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ — параметры модели; x_1, \dots, x_n — значения независимых факторов.

Тогда, приняв $\hat{y}_t = M[y_t | x_t] = F(\alpha'x_t)$, соответствующую эконометрическую модель можно представить в следующем виде:

$$y_t = M[y_t | x_t] + (y_t - M[y_t | x_t]) = \alpha'x_t + \varepsilon_t. \quad (3)$$

где $M[y_t | x_t] = \hat{y}_t$ — условное математическое ожидание переменной y_t при условии, что вектор независимых переменных равен x_t .

Линейная форма модели представляет определенное удобство для раскрытия содержания, входящих в нее слагаемых. Прежде всего заметим, что между их значениями выполняется следующие соотношения (см. табл. 1).

Таблица 1

y_t	$P(y_t = \dots) = \hat{y}_t$	ε_t
1	$\alpha'x_t$	$1 - \alpha'x_t$ (с вероятностью $\alpha'x_t$)
0	$1 - \alpha'x_t$	$-\alpha'x_t$ (с вероятностью $1 - \alpha'x_t$)

Из табл.1. следует, что ошибки ε_t модели (3) имеют следующие характеристики:

$$\begin{aligned} M[\varepsilon_t] &= \alpha'x_t(1 - \alpha'x_t) + (1 - \alpha'x_t)(-\alpha'x_t) = 0; \\ D[\varepsilon_t | x_t] &= \alpha'x_t(1 - \alpha'x_t)^2 + (1 - \alpha'x_t)(-\alpha'x_t)^2 = \alpha'x_t(1 - \alpha'x_t)(1 - \alpha'x_t + \alpha'x_t) = \\ &= \alpha'x_t(1 - \alpha'x_t). \end{aligned} \quad (4)$$

где $D[\varepsilon_t | x_t]$ — условная дисперсия ошибки ε_t при условии, что вектор независимых переменных равен x_t .

Рассмотрим в качестве критерия выбора оценок параметров модели (3) минимум суммы дисперсий ее ошибок ε_t :

$$\begin{aligned} s^2 &= \sum_{y_t=1} (1 - \alpha'x_t)^2 + \sum_{y_t=0} (-\alpha'x_t)^2 = \sum_{i=1}^T \alpha'x_{it}(1 - \alpha'x_{it})^2 + \sum_{i=1}^T (1 - \alpha'x_{it})(-\alpha'x_{it})^2 = \\ &= \sum_{i=1}^T \alpha'x_{it}(1 - \alpha'x_{it}) = \sum_{i=1}^T D[\varepsilon_t | x_t] \rightarrow \min. \end{aligned} \quad (5)$$

Используя МНК для оценки параметров модели (3) при критерии (5), получим следующую систему "нормальных" уравнений, относительно неизвестных оценок a_0, a_1, \dots, a_n :

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial s^2}{\partial a_0} = 0 &= \frac{\partial}{\partial a_0} \sum_i (a_0 + a_1 x_{1i} + \dots + a_n x_{ni}) - \sum_i (a_0 + a_1 x_{1i} + \dots + a_n x_{ni})^2; \\ \dots \\ \frac{\partial s^2}{\partial a_n} = 0 &= \frac{\partial}{\partial a_n} \sum_i (a_0 + a_1 x_{1i} + \dots + a_n x_{ni}) - \sum_i (a_0 + a_1 x_{1i} + \dots + a_n x_{ni})^2. \end{aligned} \right.$$

Выполнив дифференцирование с учетом попарной независимости коэффициентов между собой и со значениями факторов $x_{it}, i=1, 2, \dots, T$, эту систему можно представить в следующем виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} 2T \cdot a_0 + a_1 \sum_i x_{1i} + \dots + a_n \sum_i x_{ni} = T; \\ a_0 \sum_i x_{1i} + 2a_1 \sum_i x_{1i}^2 + \dots + a_n \sum_i x_{1i} \cdot x_{ni} = \sum_i x_{1i}; \\ \dots \\ a_0 \sum_i x_{ni} + \dots + a_1 \sum_i x_{1i} \cdot x_{ni} + \dots + 2a_n \sum_i x_{ni}^2 = \sum_i x_{ni}. \end{array} \right.$$

В свою очередь, последняя система может быть представлена в векторно-матричном виде следующим образом:

$$\begin{pmatrix} 2T & \sum_i x_{1i} & \dots & \sum_i x_{ni} \\ \sum_i x_{1i} & 2\sum_i x_{1i}^2 & \dots & \sum_i x_{1i} x_{ni} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_i x_{ni} & \sum_i x_{ni} x_{1i} & \dots & 2\sum_i x_{ni}^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \dots \\ a_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} T \\ \sum_i x_{1i} \\ \dots \\ \sum_i x_{ni} \end{pmatrix} \quad (6)$$

или в компактной форме записи как

$$X \cdot a = z, \quad (7)$$

где матрица $X = \begin{pmatrix} 2T & \sum_i x_{1i} & \dots & \sum_i x_{ni} \\ \sum_i x_{1i} & 2\sum_i x_{1i}^2 & \dots & \sum_i x_{1i} x_{ni} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_i x_{ni} & \sum_i x_{ni} x_{1i} & \dots & 2\sum_i x_{ni}^2 \end{pmatrix}$ и вектор-столбец

$$z = [T, \sum_i x_{1i}, \dots, \sum_i x_{ni}]'$$

Из выражения (7) непосредственно вытекает, что неизвестные оценки параметров бинарной модели линейного типа могут быть получены на основании следующего выражения:

$$a = X^{-1} \cdot z, \quad (8)$$

Однако линейная интерпретация (2) закона распределения вероятностей достаточно "неудобна" по своим "эконометрическим следствиям".

Во-первых, заметим, что из выражения (4) вытекает, что ошибка ε гетероскедастична, поскольку дисперсия ошибки зависит от вектора x . В

таких условиях оценки параметров α модели (3), полученные на основе выражения (8), являются неэффективными. Для получения эффективных оценок ее параметров, необходимо использовать обобщенный МНК.

Во-вторых, любой метод оценки параметров линейных моделей бинарного выбора не дает гарантий, что результат произведения $\alpha'x$ может принимать значения только на интервале $[0, 1]$. С учетом выражения (4) несложно заметить, что при отрицательных значениях этого произведения и значениях больших единицы будет иметь место и другой абсурдный результат – отрицательная дисперсия остатков. Это обстоятельство существенно ограничивает область применения линейной модели бинарного выбора. На практике она используется только для предварительной обработки данных и для сопоставления с результатами, полученными более тонкими методами.

Из приведенных рассуждений вытекает, что модель бинарного выбора должна удовлетворять двум условиям:

$$\lim_{\alpha'x \rightarrow +\infty} P(Y=1) = 1$$

и

$$\lim_{\alpha'x \rightarrow -\infty} P(Y=1) = 0, \quad (9)$$

где $\alpha'x \rightarrow +\infty$ – область значений x , при которых $P(y=1)=1$, а $\alpha'x \rightarrow -\infty$ – область значений x , при которых $P(y=1)=0$.

При этом между значениями составных частей регрессионного уравнения должно выполняться следующее соответствие (см. табл.2).

Таблица 2

y_i	$P(y_i = \dots) = \hat{y}_i$	ε
1	$F(\alpha'x_i)$	$1 - F(\alpha'x_i)$
0	$1 - F(\alpha'x_i)$	$-(1 - F(\alpha'x_i))$

Условиям (9) отвечает, например, функция $F(\alpha'x)$, близкая к закону нормального распределения, график которой представлен на рис. 2. Ее использование позволяет снять рассмотренные выше ограничения моделей бинарного выбора. Модели с функционалом, обладающим свойством "нормального закона", в литературе получили название

probit-моделей:
$$P(Y=1) = \int_{-\infty}^{\alpha'x} \varphi(u) du = \Phi(\alpha'x). \quad (10)$$

где $\Phi(\cdot)$ – функция стандартного нормального распределения, зависящая от значений факторов x и параметров α , $\varphi(u)$ – функция плотности распределения стандартной нормальной переменной u .

В предположении о независимости и гомоскедастичности ошибок ε_i функцию $\varphi(u)$ можем записать в следующем виде:

$$\begin{aligned} \varphi(\alpha'x_i) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(y_i - \alpha'x_i)'(y_i - \alpha'x_i)}{\sigma^2}\right] \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \frac{\sum \varepsilon_i^2}{\sigma^2}\right] \end{aligned} \quad (11)$$

Заметим, что σ^2 в выражении (11) является неизвестным параметром, который должен быть оценен, как и вектор параметров α .

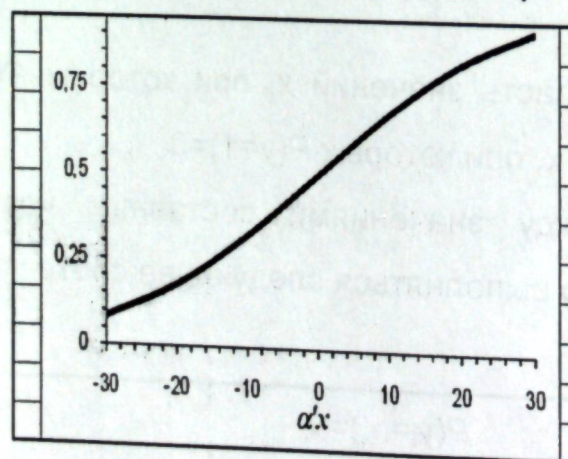


Рис.2 График функции закона распределения, близкого к нормальному.

Из выражения (11) вытекает, что между значениями независимой переменной y_i и $\varphi(\alpha'x_i)$ выполняется следующее соотношение (см. табл. 3).

Таблица 3

y_i	$\varphi(\alpha'x_i)$
1	$\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(1 - \alpha'x_i)'(1 - \alpha'x_i)}{\sigma^2}\right]$
0	$\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(-\alpha'x_i)'(-\alpha'x_i)}{\sigma^2}\right]$

Не менее широко в моделях бинарного выбора используется и логистическое распределение:

$$P(Y=1) = \frac{e^{\alpha'x}}{1 + e^{\alpha'x}} = \Lambda(\alpha'x). \quad (12)$$

где $\Lambda(\cdot)$ представляет собой интегральную функцию логистического распределения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доугерти К. Введение в эконометрику. М.: ИНФРА – М., 1997.
2. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика: Начальный курс. М.: Дело, 2000.

УДК 53.577.3

ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МОЛЕКУЛЫ ГЕМОГЛОБИНА КРОВИ

С. Б. Идиев

Таджикский государственный университет коммерции,
г. Душанбе, Республика Таджикистан

Выяснено, уравнения описывающая молярная анизотропия диамагнитной восприимчивости и энергия магнитного поля, действующая на молекулы гемоглобина крови. Определенно, что величина магнитной энергии, действующая на молекулы гемоглобина крови для всех видов животных на много порядков больше, чем тепловой энергии. Это свидетельствует, а том, что магнитное поле Земли влияет на ориентацию животных.

Ключевые слова: гемоглобин крови, молярная анизотропия, энергия магнитного поля Земли, тепловой энергии, конвекционных токов.

КАНДАГЫ ГЕМОГЛАБИНДИН МОЛЕКУЛАСЫНА МАГНИТТИК ТАЛААНЫН ЭНЕРГИЯСЫНЫН ТААСИРИ

С. Б. Идиев

Таджикстан мамлекеттик комерциялык университети
Таджикстан республикасы, Душанбе шаары

Кандагы гемоглабиндин молекуласына, магниттик талаанын энергиясынын жана диамагниттик кабылдагычынын молярдык анизотропиясынын теңдемеде чечмелениши такталган. Магниттик энергиянын чондугунун таасири, бардык тирүү жандыктардын түрлөрүнүн кандын гемоглабинин жылуулук энергиясы бир топ жогору экендиги аныкталган. Жердин магнит талаасы жаныбардын ориентациясына таасири бар экендиги күбөлөндүрүлөт.

Баштапкы сөздөр: кандын гемоглабини, молярдык анизотропия, жердин магнит талаасынын энергиясы, жылуулук энергия, конвекциялык ток.

THE IMPACT ENERGY OF THE MAGNETIC FIELD ON THE MOLECULE OF HEMOGLOBIN BLOOD

S. B. Idiev

Tajik State University of Commerce,
Republic of Tajikistan, Dushanbe

The equation describing the molar diamagnetic susceptibility anisotropy and the energy of the magnetic field acting on the molecules of hemoglobin is found. Identified that the amount of magnetic energy, acting on a molecule of hemoglobin for all kinds of animals in many orders of magnitude greater than the thermal energy. This indicates, and that the Earth's magnetic field affects the orientation of the animal.

Keywords: blood hemoglobin, molar anisotropy, energy of the magnetic field of the Earth, heat, convection currents.

Магнитоупорядоченное состояние крови формируется, когда магнитные моменты молекулы гемоглобин параллельны и одинаково ориентированы и обладают магнитным моментом, даже при отсутствии внешнего намагничивавшего поля. При наличии внешнего поля молекулы ориентируются вдоль поля, увеличивая намагниченность до определённого предела, а при снижении напряженности поля намагниченность снижается. Магнитные поля сильно повлияют на молекулы гемоглобина крови. Изменение магнитное поле может повлиять на изменение внутренних связей молекулы гемоглобина. В магнитном поле к крови живого организма более активно будет притягиваться атомы и молекулы гемоглобина. Для их оценки необходимо знать магнитный момент гемоглобина [1,2,3] и энергию магнитного поля.

Эритроциты всех млекопитающих имеют вид двояковогнутых дисков, их диаметр одинаков и составляет 7,5 мкм. На 100 мл кровиконцентрация гемоглобина составляет 15 г. Небольшое увеличение содержания эритроцитов в крови млекопитающих резко увеличивает вязкость крови.

Поступательно – вращательное движение эритроцитов в русле кровотока, и наличие в эритроцитах зарядов обуславливают возникновения конвекционных токов [4]. Кроме того, в состав крови есть, других многочисленных компонентов и ионы металлов, поэтому ток крови в сосудах вызывают появление магнитных полей в кровотоке. Магнитное поле эритроцита возникающее в результате круговых токов имеет вид (рис.1). Поскольку сосуды снабжают кровью абсолютно все участки тела, то, значит, магнитное поле есть в организме повсюду. Уменьшение магнитного поля в окружающей среде приводит к нарушению магнитного поля в кровеносной системе, вследствие чего возникает нарушение кровообращения, нарушается транспортировка кислорода и питательных веществ к органам и тканям, что приводит к развитию болезни.

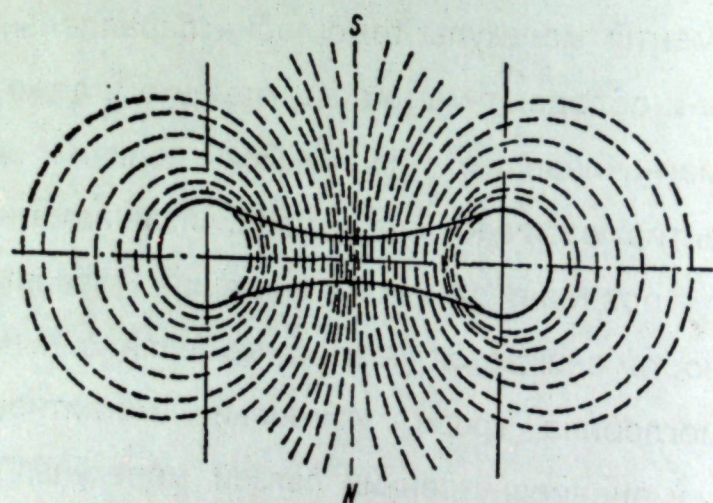


Рис. 1. Магнитное поле эритроцита, возникающее в результате действия конвекционных токов при вращении оси S-N

Как показали Френкель и Блейкмор ориентация в магнитном поле возможна в том случае, если магнитная энергия больше тепловой энергии [5], то есть $\frac{MH \cos \phi}{kT} \gg 1$, где M – магнитный момент гемоглобин крови, H – напряженность магнитного поля, ϕ – угол между направлением векторами индукция магнитного поля (H) и магнитный

момент (M), k – постоянная Больцмана и T – температура.

Магнитный момент, действующий на молекулы гемоглобина согласно [1] равен:

$$M = 5,9M_B = 5,9 \frac{eh}{2m} = 5,47 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{Тл}},$$

где $M_B = \frac{eh}{2m} = 9,27 \cdot 10^{-24} \text{ Дж/Тл}$ – магнетон Бора, $e = q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ – заряд эритроцита, h – постоянная Планка, m – масса молекулы гемоглобина.

С другой стороны, магнитный момент равен [2]:

$$M = \Delta\chi \cdot H, \quad (1)$$

где $\Delta\chi$ – анизотропия диамагнитной восприимчивости молекулы гемоглобина.

Молярная анизотропия диамагнитной восприимчивости молекулы гемоглобина определяется по выражению

$$\Delta\chi_i = N_A \Delta\chi = N_A \frac{M}{H}, \quad (2)$$

где N_A – число Авогадро. Подставляя числовые значения $M = 5,47 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{Тл}}$, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ и $H = 6,4 \cdot 10^3 \text{ А/м}$ в (2) получим

$$\Delta\chi_m = 5,14 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{мол}.$$

Энергия магнитного поля, действующая на молекулы гемоглобина крови, впервые было рассчитано в настоящей работе. Поскольку энергия магнитного поля, действующая на молекулы гемоглобина крови прямо пропорционально $E_H \sim H^2 \Delta\chi \cos^2 \phi$, то в полностью ориентированной системе записывается в виде:

$$E_H = \frac{1}{2} m_0 N_r H^2 (\chi_{//} - \chi_{\perp}) \cos^2 \phi = \frac{1}{2} m_0 N_r H^2 \Delta\chi \cos^2 \phi, \quad (3)$$

где m_0 – масса молекулы гемоглобина, N_r – общее число молекулы гемоглобина крови кооперативно ориентированных по направлению магнитного поля, $\chi_{//}$ и χ_{\perp} аксиальная и радиальная составляющая

магнитная восприимчивости.

Если молекулы ориентированы по полю, тогда $\varphi = 0$, $\cos\varphi = 1$ и учитывая, что $\Delta\chi = (\chi_{\parallel} - \chi_{\perp})$.

В этом случае формула (3) принимает вид:

$$E_H = \frac{1}{2} m_0 N_r H^2 \Delta\chi \quad (4)$$

Подставляя (1) в (4) получим $E_H = \frac{1}{2} m_0 N_r H M \quad (5)$

Принимая $m_0 = 7,04 \cdot 10^{-23}$ кг и $N_r = 10,29 \cdot 10^{21}$ [6], из (5) получим $E_H = 1268 \cdot 10^{-22}$ Дж. Это значение больше чем тепловой энергии

$$kT = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300K = 41,4 \cdot 10^{-22} \text{ Дж.}$$

Когда энергия магнитного поля больше теплового, то животные ориентируются по магнитному полю. Это означает, что магнитное поле Земли может влиять на ориентацию животных.

Число N_r в (5) можно выразить через число эритроцитов следующим образом $N_r = N_3 n$, где $n = 4,12 \cdot 10^8$ число молекул гемоглобина в одном эритроците млекопитающих.

Значение характеризующие влияние энергии магнитного поля для различных видов животных приведены в таблице 1. Величины C и V были рассчитаны на основе данных, которые приведены в [7].

Таблица 1

Энергия магнитного поля для различных видов животных

	Масса животного m , кг	Концентрация эритроцитов в крови C , $10^{15} / m^3$	Объем крови V , $m^3 \cdot 10^{-3}$	Число эритроцитов в организме N_3 , 10^{12}	Число молекул гемоглобина в крови N_r , 10^{20}	Энергия магнитного поля E , 10^{-22} , Дж
Лошадь	300	6,85	27,6	189	778,68	9577,76

КРС	200	6,25	14,7	91,87	378,5	4655,5
Коза	40	13,6	2,36	32,1	132,25	1626,7
Человек	70	5	5	25	102,9	1268
Обезьяна	60	6	4	24	98,88	1216,2
Собака	30	5,37	2,1	11,28	46,47	571,6
Кошка	3	8,6	0,189	1,625	6,695	82,34
Кролик	5	5,62	0,262	1,47	6,06	745,4

Из проведенных расчетов следует, что величина магнитной энергии, действующая на молекулы гемоглобина крови для всех видов животных на много порядков больше, чем тепловая энергия, следовательно, животные проявляют способность ориентироваться по магнитному полю.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волькенштейн М.В. Строение и физические свойства молекул - М.:АН СССР, 1955, 355с.
2. Ёгибеков П.Ё., Ёгибеков М.П. Влияние низкочастотной геомагнитной пульсации на патологические эффекты при солнечной активности. ММК. Худжант, 2002, С.56-59.
3. Ёгибеков П.Ё., Идиев С.Б. Воздействие магнитного поля на крови живого организма. ТАУ, Земледелец, 3(63), Душанбе, Мехргон ТАУ, 2014, С.81-84.
4. Чижевский А.Л. Электрические и магнитные свойства эритроцитов. АН Украинской ССР- Киев, «Наукова думка», 1973, 94с.
5. Биогенный магнетит и магниторецепция. Новое о биомagnetизме: Т.2: Пер. с англ./ Под ред. Дж. Киршвина, Д. Джонса, Б. Мак – Фаддена. – М.: Мир, 1989, 525с.
6. Ёгибеков П.Ё., Идиев С.Б. Определение масса и плотности гемоглобина крови. Материалы международной научно практической

конференции. «Современные проблемы точных наук и их преподавания», посвященной 20-летию Конституции Республики Таджикистан и 75-летию профессора Шарифова Дж. Ш. Курган-Тюбе, Ношир-С, 2014, С.31-34.

7. Чижевский А.Л. Структурный анализ движущейся крови // Площадь поверхности и объем лейкоцитов // – М.: АН СССР, 1959, 475с.

УДК 004

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СВЯЗИ С ВЫПУСКНИКАМИ КАФЕДРЫ

Н.Турдукожо кызы

Институт современных информационных технологий в образовании

Эффективное управление документооборотом кафедры является одной из важнейших задач. Оно охватывает большое количество информации, циркулирующей между лицами, вовлеченных в этот процесс: студентов, преподавателей, работодателей, выпускников. Для облегчения и улучшения качества работы персонала кафедры создаются автоматизированные системы, которые позволяют внести в процесс благоприятные и значимые изменения. Одним из вариантов реализации автоматизированной системы, призванной решить проблему связи с выпускниками, является веб-приложение.

Ключевые слова: веб приложение, выпускник, кафедра, разработка, учет.

КАФЕДРАНЫН БҮТҮРҮҮЧҮЛӨРҮ МЕНЕН БАЙЛАНЫШКА ВЕБ- ТИРКЕМЕ ИШТЕП ЧЫГУУ

Н.Турдукоже кызы

Билим берүүдөгү заманбап маалыматтык технологиялар институту

Кафедранын иш кагаздарын жүргүзүүнү эффективдүү башкаруу эң маанилүү тапшырмалардын бири болуп саналат. Ал бул процесске тартылган жактардын: студенттердин, окутуучулардын, жумуш берүүчүлөрдүн, бүтүрүүчүлөрдүн ортосунда айлантылуучу чоң сандагы маалыматтарды камтыйт. Анын персоналдарынын жумушчунуну сапатын жеңилдетүү жана жакшыртуу үчүн автоматташтырылган система түзүлүүдө. Бул процесске ыңгайлуулук жана маанилүү

өзгөрүүлөрдү алып келет. Бүтүрүүчүлөр менен байланышка тиешелүү болгон көйгөйлөрдү чечүүгө автоматташтыруу системасын ишке ашыруунун варианттарынын бири болуп веб-тиркеме саналат.

Баштапкы сөздөр: веб-тиркеме, бүтүрүүчү, кафедра, иштеп чыгуу, эсепке алуу.

DEVELOPMENT OF WEB APPLICATION FOR COMMUNICATION WITH GRADUATES OF THE CHAIR

N.Turdukojo k.

Institute of Modern Information Technologies in Education

Effective management of the chair document circulation is one of the most important tasks. It covers a large number of information circulating between persons, involved in the process: students, teachers, employers, graduates. To facilitate and improve the quality of work of the staff of the chair are automated systems that allow make to favorable and significant changes. One embodiment of an automated system designed to solve the problems of communication with graduates in the web- application.

Key words: web-application, graduate, chair, development, accounting.

Введение. Основная цель функционирования кафедры - удовлетворение потребностей в обучении или повышении квалификации с использованием новых образовательных технологий и качественного обеспечения учебного процесса.

Эффективное и качественное управление кафедрой основанное на применении информационных технологий является одним из основных условий для ее успешного развития, а также выпуска востребованных рынком труда специалистов. Что в свою очередь увеличивает конкурентоспособность кафедры на рынке образовательных услуг.

Мониторинг конкурентоспособности образовательной программы отражается в уровне востребованности выпускников, так как трудоустройство выпускников является основным критерием обеспечения качества предоставляемых кафедрой образовательных

услуг. В связи с этим одной из важнейших задач кафедры является непрерывная работа с выпускниками, позволяющая обеспечить связь с работодателями посредством мониторинга трудоустройства каждого выпускника, их карьерного роста для оказания профессиональной поддержки путем консультаций и дополнительного профессионального образования. Успешная деятельность кафедры на рынке предоставления образовательных услуг ориентированная на конечного потребителя - работодателя отражена на рисунке 1.

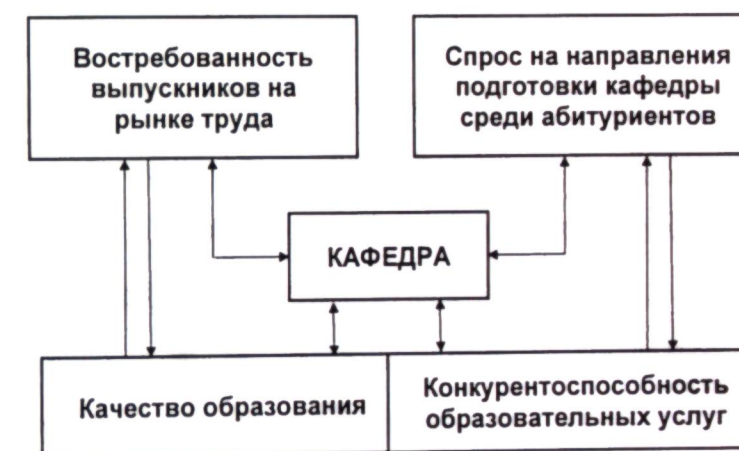


Рис. 1 Деятельность кафедры на рынке предоставления образовательных услуг

Так как практически все современные виды деятельности немислимы без использования современных информационных средств и компьютерных технологий, необходимо автоматизировать этот процесс путем разработки веб-приложения «Выпускники кафедры».

Предметом деятельности кафедры является: осуществление учебного процесса, формирование отчетности, проведение различных работ (УМР, НИР, НИРС, СРС и т.д.), осуществление контроля над учебным процессом.

Проанализировав работу кафедры, выявлено, что информация о выпускниках хранится в неудобном и разрозненном виде. В связи с этим

появилась необходимость автоматизации этого процесса, путем разработки и внедрения нового веб-приложения, подходящего под конкретную область применения.

В рамках предпроектного анализа и исследования предметной области выделим «узкие» места, которые необходимо устранить в дальнейшем: хранение информации о выпускниках в бумажном виде, сложный процесс обработки данных о выпускниках, потеря информации о выпускниках, создание ошибочных дубликатов информации о выпускниках, увеличение времени на поиск конкретных сведений о выпускниках.

Таким образом, создаваемый проект должен быть внутренним и частично внешним: обмен информацией и документами происходит между сотрудниками кафедры, а часть информации доступна сторонним пользователям. Проект позволит автоматизировать процесс непрерывной работы и связи с выпускниками кафедры, и предназначен для сотрудников кафедры и сторонних посетителей (например, выпускников или просто других заинтересованных лиц). Проект предназначен для реализации следующих действий: представления информации о выпускниках всех выпусков по образовательному направлению кафедры в удобной форме для всех пользователей, предоставлять возможность связи для выпускников.

Проект не будет учебным, не будет интегрирован с другими системами, так же он не будет внедрен в других подразделениях ВУЗа.

Так как одной из важных задач кафедры является взаимодействие с выпускниками, необходимо сохранять и поддерживать информацию о выпускниках в актуальном виде, которую можно условно разбить на следующие группы: личная информация, контактная информация, информация об образовании, полученном на кафедре, информация об образовании в других ВУЗах, информация о карьере. Благодаря информационным технологиям, информацию о выпускниках можно

хранить в электронном виде. В отличие от существующего на данный момент, бумажного документооборота - автоматизация позволит не только отображать данные из базы данных, но и редактировать их, систематизировать и создавать различные отчетные документы о выпускниках. Кроме того, это позволит осуществлять быстрый поиск по базе данных и создавать отчеты при помощи конструктора, которые упростят работу и сократят затрачиваемое на это время.

Отметим, преимущества веб-приложения: централизованное хранение данных, отсутствие специальных требований к аппаратной платформе, мобильность и удаленная работа, контроль и отчетность исполнения, кроссплатформенность.

Веб-приложение позволит: оперативно обновлять информацию о выпускниках, сократить время на поиск и обработку информации, установить связи с выпускниками университета, привлечь выпускников к участию в профориентационной работе, сократить случаи потери информации, избежать создания дубликатов, позволит искать конкретную информацию в базе данных, сократить материальные затраты кафедры, сократить временные затраты кафедры, автоматизировать составление отчетности, получать быстрый доступ ко всей информации, хранящейся на сервере.

Веб-приложение предназначено для повышения оперативности и качества работы кафедры. Основным назначением веб-приложения является организация работы с информацией и данными о выпускниках кафедры и работодателями.

В рамках использования веб-приложения на данный момент необходимо автоматизировать следующие процессы: добавление, редактирование, удаление, поиск информации о выпускнике, добавление, редактирование, удаление информации о группе, поиск групп, добавление, редактирование, удаление информации о мероприятиях, просмотр участников мероприятий, запись на участие в

мероприятиях, поиск мероприятий, получение сообщений обратной связи, поиск сообщений, приглашение, регистрация новых пользователей, удаление, блокирование, разблокирование, поиск пользователей, редактирование личной информации пользователя, получение отчетных документов, сортировка результатов поиска.

Веб-приложение создается с целью: хранения информации в электронном виде, упростить процесс обработки информации, уменьшить время на поиск сведений, исключить потерю информации, исключить создание ошибочных дубликатов.

В результате создания веб-приложения должны быть улучшены значения следующих показателей: времени сбора и обработки первичной информации, времени получения необходимых сведений и информации, времени получения отчетов.

Все данные веб-приложения должны храниться в структурированном виде под управлением реляционной СУБД. Исключения составляют файлы данных, предназначенные для просмотра и скачивания (изображения, видео, документы и т.п.). Такие файлы сохраняются в файловой системе, а в базе данных размещаются имя файла, на который будет ссылаться система.

Для реализации веб-приложения должны использоваться скриптовый язык (PHP 5.0 или выше), язык разметки (HTML), каскадные таблицы стилей (CSS), прототипно-ориентированный сценарный язык (JavaScript).[2]

Сайт должен быть выполнен на русском языке и кыргызском языках.

Информация, размещаемая на сайте, разделяется на два типа: общедоступная, доступная для зарегистрированных пользователей.

Пользователей сайта можно разделить на три типа, в соответствии с уровнями доступа и возможностями, которые им предоставляет тот или иной уровень: администратор, редактор, сторонний пользователь.

Сторонние пользователи имеют доступ только к общедоступной части сайта. Доступ к административной части имеют пользователи с правами администратора. К ограниченной административной части имеют доступ только пользователи с правами редактора.

Доступ к закрытой части должен осуществляться с использованием уникального логина и пароля. Приглашение на регистрацию выдается пользователем с правами администратора.

К веб-приложению предъявляются различные требования, а именно к: системе в целом, к надежности, защите информации от несанкционированного доступа, хранению и восстановлению данных, составу, структуре и организации данных в системе, техническому и программному обеспечению и так далее.

Программное обеспечение клиентской части должно удовлетворять следующим требованиям: браузер: Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, Safari, Google Chrome, операционная система: любая, с поддержкой указанных браузеров, включенная поддержка JavaScript и COOKIES [3].

Аппаратное обеспечение серверной части должно удовлетворять следующим требованиям: операционная система: Windows Server 2012, СУБД: Microsoft SQL Server 2012, поддержка скриптов PHP 5.0 или выше [4].

Отметим, что разработка веб-приложения и внедрения на кафедру не потребует дополнительных технических средств и материальных затрат, так как необходимые для системы сервисы и оборудование уже используются. Кафедра оснащена ими в достаточной мере для осуществления и дальнейшего поддержания данного проекта. В деле производительности труда проект повысит эффективность работы сотрудников кафедры за счет более оперативной работы по всем показателям, установленных на предыдущем этапе проектирования.

Выводы. В данной статье проведен предпроектный анализ и

исследование предметной области – деятельности кафедры, в частности процесса непрерывной работы и связи с выпускниками кафедры и дано техническое обоснование разработке веб-приложения для связи с выпускниками кафедры. В рамках дальнейших мероприятий планируется улучшить скорость работы системы, упростить интерфейс, добавить новые функции, добавить возможность проведения анкетирования работодателей и выпускников, после проведения опроса среди пользователей системы, добавить возможность выбора языков (русский, кыргызский и английский).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарднер Л., Григсби Д. Разработка веб-сайтов для мобильных устройств; Питер -Москва, 2013. - 448 с.
2. Дронов В. PHP 5/6, MySQL 5/6 и Dreamweaver CS4. Разработка интерактивных Web- сайтов; БХВ-Петербург, - Москва, 2009, - 544 с.
3. Прохоренок Н. Разработка Web-сайтов с помощью Perl и MySQL; БХВ-Петербург - Москва, 2009. - 550 с.
4. Веллинг, Л. Разработка Web-приложений с помощью PHP и MySQL: 3-е издание. Л.Веллинг, Л. Томсон. - М.: Вильямс, 2006. - 870с.

УДК.330.44

МОДЕЛИ ПОСТРОЕННЫЕ НА ОСНОВЕ LOGIT-МОДЕЛЯМИ

А. Майрамбек к., Б.Б.Омуралиева
КНУ им Ж.Баласагына

Одно из направлений использования результата (3) в анализе рассматриваемых явлений связано с оценками так называемого маржинального эффекта факторов, входящих эту модель.

Ключевые слова: probit- и logit-модели, маржинальный эффект, средний маржинальный эффект, логистическое распределение, тяжелый хвост, плотность безусловного распределения

LOGIT-МОДЕЛИНИН НЕГИЗИНДЕ ТҮЗҮЛГӨН МОДЕЛДЕР

А. Майрамбек к., Б.Б.Омуралиева
Ж.Баласагын атын. КМУ

Натыйжада пайдалануу багыттарынын бири (3) себеп, маргиналдуу, күчүнө деп аталган баа берүү менен байланышкан маселе боюнча көрүнүштөрдү анализ модели киргизилген

Баштапкы сөздөр: Probit- жана logit-модель, маргиналдуу эффект, орточо маргиналдуу таасири, логистик бөлүштүрүү, "оор куйругу", шартсыз тыгыздыгы бөлүштүрүү

MODELS BUILT-UP BASED ON LOGIT MODELS

A. Mayrambek K., B.B. Omuralieva
KSU named of Zh. Balasagyn

One of the directions of using the result (3) in the analysis of the phenomena under consideration is associated with estimates of the so-called marginal effect of the factors entering this model.

Keywords: probit- and logit-models, marginal effect, average marginal effect, logistic distribution, heavy tail, unconditional distribution density

Логистическое распределение имеет более "тяжелый хвост", чем нормальное. Практика показывает, что при отсутствии существенного преобладания одной альтернативы над другой, а также для выборок с небольшим разбросом переменных, выводы, полученные на основе **probit- и logit-моделей**, как правило, совпадают.

В общем случае из выражения $P(y=0)=1-F(\alpha'x)$. (1)

для модели бинарного выбора вытекает, что условное математическое ожидание зависимой переменной при заданном наборе факторов может быть определено следующим выражением:

$$M[y_i|x_i]=0 \cdot [1-F(\alpha'x_i)]+1 \cdot F(\alpha'x_i)=F(\alpha'x_i). \quad (2)$$

Одно из направлений использования результата (2) в анализе рассматриваемых явлений связано с оценками так называемого маржинального эффекта факторов, входящих в модель. Маржинальный эффект фактора x_{it} , $i=1,2,\dots,n$; $t=1,2,\dots,T$ показывает изменение функции $F(\alpha'x_i)$ (характеризующей вероятность того, что $y=1$) при изменении фактора x_{it} на единицу.

Маржинальные эффекты факторов x_i для модели бинарного выбора оцениваются на основе следующего выражения:

$$\partial M[y_i|x_i]/\partial x_i = \{ \partial F(\alpha'x_i) / \partial (\alpha'x_i) \} \cdot \alpha = f(\alpha'x_i) \cdot \alpha, \quad (3)$$

где $f(\cdot)$ – плотность безусловного распределения, соответствующая интегральному распределению $F(\cdot)$ и дифференцирование осуществляется по вектору x_i . В частности, для нормального распределения маржинальный эффект рассчитывается по формуле

$$\partial M[y_i|x_i]/\partial x_i = \phi(\alpha'x_i) \cdot \alpha, \quad (4)$$

где $\phi(\cdot)$ – плотность стандартного нормального распределения.

Для логистического распределения производная функции этого закона по факторам x_i функция $f(\alpha'x_i)$ имеет следующий вид:

$$\partial \Lambda[\alpha'x_i]/\partial x_i = e^{\alpha'x} / (1+e^{\alpha'x})^2 = \Lambda(\alpha'x_i) \cdot [1-\Lambda(\alpha'x_i)]. \quad (5)$$

Соответственно в *logit*-модели маржинальные эффекты определяются как

$$\partial M[y_i|x_i]/\partial x_i = \Lambda(\alpha'x_i) \cdot [1-\Lambda(\alpha'x_i)] \cdot \alpha, \quad (6)$$

Из выражений (3)–(6) вытекает, что величина маржинального эффекта для *probit*- и *logit*-моделей зависит от значений независимых факторов x . В связи с этим полезно будет определить так называемый "средний маржинальный эффект" в области существования значений независимых факторов.

На практике возможны два подхода к его оценке. Первый основан на усреднении значений независимых факторов, т. е. сначала рассчитываются выборочные средние всех факторов \bar{x}_i , $i=1,2,\dots,n$, а затем для оценки среднего эффекта определяется $f(\alpha'\bar{x}) \cdot \alpha$. В соответствии со вторым подходом маржинальные эффекты оцениваются для каждого наблюдения, затем по полученным оценкам этих индивидуальных маржинальных эффектов определяется его среднее значение.

Поскольку функция

$$\begin{aligned} \varphi(\alpha'x_i) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(y_i - \alpha'x_i)^2}{\sigma^2}\right] \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \frac{\sum \varepsilon_i^2}{\sigma^2}\right] \end{aligned}$$

у рассматриваемых моделей непрерывна, то в соответствии с теоремой Слуцкого* на больших выборках оба подхода будут давать один и тот же набор средних маржинальных эффектов. Но это неверно для малых выборок. Практика показывает, что в этом случае лучшие результаты дает второй подход, основанный на усреднении индивидуальных маржинальных эффектов.

* Пусть каждая из последовательностей $\{x_i^T\}$ сходится по вероятности к константе: $\text{plim}_{T \rightarrow \infty} x_i^T = c_i$, $i=1,\dots,n$, и пусть функция g непрерывна в точке (c_1, \dots, c_n) . Тогда $\text{plim}_{T \rightarrow \infty} g(x_1^T, \dots, x_n^T) = g(c_1, \dots, c_n)$.

Заметим, что средний маржинальный эффект бинарной независимой переменной (например, c) можно определить как следующую разность: $P[y=1|\bar{x}, c=1]-P[y=1|\bar{x}, c=0]$, где \bar{x} — вектор выборочных средних значений остальных независимых переменных x .

Обратим внимание на то, что результаты моделей бинарного выбора могут иметь разнообразное содержание. В частности, их можно проинтерпретировать в терминах выгоды или ущерба. Рассмотрим такую интерпретацию на примере модели крупной покупки. Исходными данными (наблюдаемыми переменными) в этом случае являются сведения о покупке (1 — покупка сделана, 0 — в противном случае) и факторы, характеризующие субъекта, потребителя (доход, пол, возраст и т. д.). Далее предполагается, что покупка имеет место, если она приносит выгоду потребителю, и покупка отсутствует, если такой выгоды нет, и даже возможен "ущерб" (например, покупка бесполезна).

Ненаблюдаемую (латентную) выгоду, получаемую t -м потребителем от покупки, будем моделировать как переменную y_i^* , определяемую следующим выражением:

$$y_i^* = \alpha'x_i + \varepsilon_i, \quad (7)$$

где $\alpha'x_i$ в данном случае называется индексной функцией (index funktion); ε_i — ошибка модели, в отношении которой делается предположение, что она имеет стандартное нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.

Вероятность получения t -м потребителем выгоды от покупки может быть определена следующим образом:

$$P(y_i^* > 0) = P(\alpha'x_i + \varepsilon_i > 0) = P(\varepsilon_i > -\alpha'x_i). \quad (8)$$

Если распределение симметрично (каковыми являются нормальное и логистическое), то выражение (8), можно представить в следующем виде:

$$P(y_i^* > 0) = P(\varepsilon_i < \alpha'x_i) = F(\alpha'x_i). \quad (9)$$

В качестве примера модели типа (7)–(9) рассмотрим модель миграции, разработанную Нейкостингом и Циммером (Nakosteen, Zimmer, 1980). В ее основе лежит предположение о том, что индивидуум принимает решение о переезде, если это приносит ему определенную выгоду, которая оценивается на основе сопоставления доходов в настоящем и "новом" месте его проживания, затрат на переезд.

Доход y_p^* , который индивидуум может получить в данной местности настоящего проживания за год, определяется как

$$y_p^* = \alpha'x_p + \varepsilon_p, \quad (10)$$

где α — вектор значений параметров; x_p — вектор независимых переменных, характеризующих индивидуума, например, возраст, образование, опыт работы, и т. д.; ε_p — ошибка модели.

Если индивидуум переезжает на новое место, то его доход y_m^* будет определяться согласно следующему выражению:

$$y_m^* = \beta'x_m + \varepsilon_m, \quad (11)$$

где β — вектор значений параметров; x_m — вектор независимых переменных, состав которых может как совпадать, так и не совпадать с составом компонент вектора x_p (включать, например, возможность получения более престижной должности); ε_m — ошибка модели.

Переезд связан с определенными затратами C^* , которые могут быть связаны линейной зависимостью со статусом индивидуума (предприниматель, наемный работник, семейный или несемейный и т. д.):

$$C^* = \gamma'z + u, \quad (12)$$

где z — вектор независимых переменных, характеризующих статус индивидуума; u — ошибка модели.

С учетом вышперечисленного выгода от переезда может быть представлена в следующем виде:

$$N = y_m^* - y_p^* - C = \beta x_m - \alpha' x_p - \gamma z + (\varepsilon_m - \varepsilon_p - u) = \delta w + \varepsilon, \quad (13)$$

где w – вектор независимых переменных, характеризующих индивидуума, условия его жизнедеятельности в местах его жительства и т. п., которые влияют на уровень доходов и затраты на переезд; $\varepsilon = \varepsilon_m - \varepsilon_p - u$ – ошибка модели.

В целом, вероятность переезда $P(N=1)$ определяется следующим образом:

$$P(N > 0) = P(\delta w + \varepsilon > 0) = P(\varepsilon > -\delta w). \quad (14)$$

Выражение (14) полностью соответствует выражению (8).

Альтернативную интерпретацию данных об индивидуальных предпочтениях дает модель случайной полезности (random utility model). Согласно этой интерпретации латентные (ненаблюдаемые) переменные предыдущей задачи, т. е. y_m и y_p , представляют собой полезности для индивидуума двух выборов (переехать или не переехать). В другом примере латентные переменные могут характеризовать полезность аренды дома и полезность владения домом. Статистика индивидуальных выборов, т. е. значения $y_i=1$ и $y_i=0$, дают возможность оценить, какая из альтернатив имеет большую полезность при соответствующих наборах факторов, но при этом величина полезности остается неопределенной. Обозначим полезность аренды дома через U^a , а полезность владения домом – через U^b . Наблюдаемый индикатор y_i равняется 1, если $U^a > U^b$, и равняется 0, если $U^a \leq U^b$.

Общая постановка модели случайной полезности выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} U^a &= \alpha'_a x + \varepsilon_a; \\ U^b &= \alpha'_b x + \varepsilon_b. \end{aligned} \quad (15)$$

где α_a и α_b – различающиеся между собой вектора параметров модели; индексы a и b характеризуют варианты выбора. Тогда, вероятность

выбора варианта a (наблюдаемая переменная y принимает значение 1) определяется по следующей формуле:

$$\begin{aligned} P(y=1|x) &= P[U^a > U^b] = P[(\alpha'_a x + \varepsilon_a - \alpha'_b x - \varepsilon_b) > 0] = \\ &= P[(\alpha_a - \alpha_b)'x + \varepsilon_a - \varepsilon_b > 0|x] = P[\alpha'x + \varepsilon > 0|x]. \end{aligned} \quad (16)$$

На практике по известным значениям наблюдаемой переменной y_i оценивается вектор $\alpha = \alpha_a - \alpha_b$.

Рассмотренные выше модели использовали, так называемые индивидуальные данные. Каждое наблюдение содержало набор значений $[y_i, x_i]$, характеризующих реальный выбор отдельного индивидуума и соответствующий вектор независимых факторов. Вместе с тем, часто при построении моделей бинарного выбора используются групповые данные, которые выражают результаты подсчетов или пропорций. Обозначим через k_t количество индивидуумов, имеющих одинаковые значения, характеризующих их признаков (т. е. одинаковый вектор x_t). Индекс t в этом случае выражает различные вектора признаков x_t и соответствующие количества индивидуумов k_t , обладающих ими. Пусть наблюдаемая зависимая переменная N_t выражает долю индивидуумов, у которых $y_i=1$, в общем числе индивидуумов k_t . С учетом этого информация для фиксированного индекса t выглядит как $[k_t, N_t, x_t]$, $t=1, \dots, T$. Для сгруппированных таким образом данных представим зависимость доли N_t от факторов-признаков, характеризующих индивидуумов t -й группы, в следующем виде:

$$\begin{aligned} N_t &= F(\alpha'x_t) + \varepsilon_t = \pi + \varepsilon_t, \\ M[\varepsilon_t] &= 0; \\ D[\varepsilon_t] &= \pi \cdot (1-\pi) / k_t. \end{aligned} \quad (17)$$

где в качестве функции $F(\alpha'x_t)$ обычно используются функции законов нормального и логистического распределений; π – оценка доли N_t ; ε_t – ошибка модели.

ПОЗДРАВЛЕНИЕ ЮБИЛЯРА

**Бийбосунову
Болотбеку Ильясовичу
60 лет**



доктору физико-математических наук, профессору кафедры «Прикладной математики и информатики» Института новых информационных технологий КГУ им. И. Арабаева, члену Комитета по теоретической и прикладной механике Кыргызстана, член-корреспонденту Инженерной Академии Кыргызской Республики.

Бийбосунов Б.И. свою трудовую деятельность начал сразу после окончания университета по специальности «прикладная математика» в системе Национальной Академии наук: с 1979 г. по 2000 г. работал в Институте автоматизации, а затем в Институте геомеханики и освоения недр в должности младшего научного сотрудника, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией, директора Научно-информационного центра.

В 2001-2006 гг. работал в Государственном агентстве по науке и интеллектуальной собственности при Правительстве Кыргызской Республики (Кыргызпатент) в должности зам. директора и директора Центра научно-технической и экономической информации, директора Государственного фонда интеллектуальной собственности, начальника Управления науки и начальником Управления информации.

В 2006-2008 гг. работал в Государственном агентстве информационных ресурсов и технологий при Правительстве Кыргызской

Из выражения (17) следует, что дисперсия ошибки ε гетероскедастична. Поскольку функция $F(\alpha'x_i)$ предполагается нелинейной, то для оценки параметров следовало бы применить нелинейный МНК с весами, однако можно предложить менее громоздкий подход к решению данной задачи. Для этого обозначим через $F(N_i)$ значение интегральной функции закона распределения в точке N_i . Тогда можно показать, что обратное значение этой функции $F^{-1}(N_i)$ допускает следующее представление:

$$F^{-1}(N_i) \approx \alpha'x_i + \varepsilon_i / f(\pi_i)$$

или

$$F^{-1}(N_i) = z_i \approx \alpha'x_i + u_i, \quad (18)$$

где $f(\pi_i)$ – значение функции плотности, соответствующей интегральной функции закона распределения $F(\cdot)$, в точке π_i ; $u_i = \varepsilon_i / f(\pi_i)$ – ошибка, обладающая следующими характеристиками:

$$M[u_i] = 0; \\ D(u_i) = \frac{F^{-1}(\pi_i) \cdot (1 - F^{-1}(\pi_i))}{k_i \cdot f^2(\pi_i)}. \quad (19)$$

Если $F(\alpha'x_i)$ является логистической функцией, т. е.

$$\pi_i = \exp(\alpha'x_i) / [1 + \exp(\alpha'x_i)],$$

то несложно показать, что

$$F^{-1}(\pi_i) = \ln[\pi_i / (1 - \pi_i)] = \alpha'x_i. \quad (20)$$

В связи с этим модели бинарного выбора, в основе которых лежит логистическое распределение, обычно называют *logit*-модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доугерти К. Введение в эконометрику. М.: ИНФРА – М., 1997.
2. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика: Начальный курс. М.: Дело, 2000

Республики, возглавляя научно-исследовательский отдел и управление «Анализа и развития информационных ресурсов и технологий».

С сентября 2008 г. по 2010 год работает заведующим лабораторией «Математическое моделирование геомеханических процессов» Института геомеханики и освоения недр НАН КР.

С 2010 года по настоящее время он заведующий кафедрой «Прикладной математики и информатики» Института новых информационных технологий Кыргызского государственного университета им. И. Арабаева.

Профессор Бийбосунов Б.И. является талантливым ученым, крупным специалистом по механике сплошных сред и прикладной математике. Многие его научные работы посвящены актуальным вопросам механики жидкости и представляют собой новое научное направление в краевых задачах гидродинамики для сложно-структурированных сред.

В 1989 г. он успешно защищает кандидатскую диссертацию в МГУ им. Ломоносова по специальности «Механика жидкости, газа и плазмы», в 1996 г. ему присвоено ученое звание старшего научного сотрудника. В 1998 г. защищает докторскую диссертацию в КазНУ им. аль-Фараби по специальности «Механика жидкости, газа и плазмы», а в 2003 г. ему присвоено ученое звание профессора по той же специальности.

В области гидродинамики ему принадлежат следующие новые научные результаты:

- он впервые сформулировал оптимизационные задачи и модели для определения экономичного и устойчивого подземного контура гидротехнических сооружений при сложном строении среды, разработаны численные методики с применением методов линейного программирования в сочетании с методом конечных элементов.

Другим направлением научных исследований является математическое моделирование и прогнозирование оползневых и селевых процессов на территории Кыргызстана. В этой области Бийбосунову Б.И. принадлежат следующие новые научные результаты:

- предложена новая классификация основных факторов развития и активации оползней с позиции механики и разработан гидродинамический подход к исследованию оползней;

- впервые сформулирована и решена новая краевая задача с неизвестной физической границей - линией скольжения оползней в неоднородно-анизотропных средах и получен ряд новых научных результатов по исследованию устойчивости оползневых склонов.

Разработаны аналитические и численные методы для решения задач механики жидкости в оползневых и селевых склонах.

Для краткосрочного и среднесрочного прогнозирования оползней и селей на территории Кыргызстана он применяет аппарат прикладной математики и факторного анализа, построены линейные и нелинейные прогнозные модели. В своих научных исследованиях он широко использует современные информационные технологии: разработана и внедрена информационно-вычислительная система для исследования и прогноза оползней, которая содержит комплекс механико-математических моделей, вероятностных прогнозных моделей, численные методы и алгоритмы, базу данных по оползням, распространенным в Кыргызстане.

Ряд научных работ Бийбосунова Б. И. посвящен одному из самых сложных разделов механики – многофазным течениям в неоднородных средах. Им решены теоретические и прикладные задачи вытеснения нефти водой и паром в неоднородных нефтеносных пластах в условиях многофазности, межфазовых переходов и неизотермичности процессов. Предложены новые двух и трехфазные численные модели тепло- и массопереноса в плоской постановке и численная методика решения на основе метода крупных частиц.

Следующая область научных работ связана с применением теории и методов прикладной математики в различных отраслях. В экономической теории им впервые предложены и решены балансовые модели для рынка труда с учетом внутренней и внешней миграции. Он предложил целый ряд макроэкономических и прогнозных моделей для различных секторов экономики транзитного типа.

Представляют научный интерес предложенные им математические модели и информационные системы в области прогнозирования заболеваний раком молочной железы в Кыргызстане, исследуются основные факторы и риски (климатические условия, возраст, уровень жизни, социальные индикаторы и т.д.), приводящие к онкологическим болезням, создана база данных онкологических больных за период с 1980 по 2006 годы.

Наряду с теоретическими, он занимается прикладными исследованиями: в советский период выполнял хозяйственные темы, а в последние годы руководил научными темами, финансируемых Министерством образования и науки КР, общий объем которых составляет более 3,5 млн. сомов. Результаты прикладных работ нашли свое практическое применение.

Профессор Бийбосунов Б. И. участвует в качестве национального эксперта и научного руководителя во многих международных проектах, которые направлены на решение конкретных научно-практических задач, и результаты которых внедрены и реализованы на практике:

- построены математические модели и базы данных для анализа и прогноза аграрного сектора (проект Всемирного Банка «Анализ экономики и сельского хозяйства КР», 1995-98 гг.). По результатам работы Бийбосунова Б. И. нашему Министерству сельского хозяйства по линии Всемирного Банка в 1998 г. был предоставлен безвозмездный грант в размере 20 млн. долларов для развития фермерских хозяйств;

- им разработана методика анализа бедности на основе методов математической экономики, созданы базы данных по регионам КР, а также построены вероятностные прогнозные модели уровня бедности в КР, которые нашли свое практическое применение (проект Японского агентства JICA / JOCV «Анализ бедности в КР», 2003 г.);

- разработаны «Стратегия развития государственных информационных ресурсов в КР» и государственные базы данных «Паспорт гражданина КР» (проект МОМ при ООН и ГАИРТ, 2006-2007 гг.);

- предложены организационные и информационные механизмы, логическая и информационная модели «Единого окна» в сфере экспорта и импорта (проект Германского технического центра GTZ «Единое окно» в сфере экспорта и импорта», 2007-2008 гг.);

- создан электронный учебник «Ведомственные информационные системы» для государственных служащих и в виде мультимедийного диска распространен во всех органах государственного управления КР (проект ПРООН в КР, 2008-2009 гг.).

- разработаны математические модели и компьютерная система для сферы государственной службы Кыргызстана (проект Всемирного Банка «Оптимизация заработной платы в сфере государственной службы КР», сентябрь-ноябрь 2012 г.).

- с октября 2010 до ноября 2011 г. он занимался научно-исследовательской работой в США (г. Вашингтон, DC).

- в качестве научного консультанта и руководителя рабочей группы им разработаны технологические основы и внесены практические предложения по созданию и внедрению «Электронного биометрического паспорта гражданина КР» (проект Государственной регистрационной службы при Правительстве КР, март – май 2013 г.).

Бийбосунов Б.И. является автором более 100 научных работ, из них 2 монографии, не-сколько учебно-методических пособий, 7 патентов на компьютерные программы. Он выступил с докладами на более чем 40 научных конференциях и семинарах.

Под его научным руководством защищены 1 докторская и 6 кандидатских диссертаций, готовятся к защите 2 докторские и 5 кандидатских диссертаций по физико-математическим наукам, математической экономике, информационным системам и технологиям.

Научные интересы Бийбосунова Б.И. очень разносторонни и многогранны: кандидаты и доктора наук подготовлены им по различным научным специальностям и направлениям: физико-математические науки, технические науки, экономические науки и прикладная математика в медицине.

Он ведет большую научно-преподавательскую работу: по совместительству преподает в должности профессора в КНУ им. Баласагына, КРСУ им. Ельцина, Академии государственного управления при Президенте КР, Кыргызском экономическом университете и т.д.

Он уделяет много внимания научно-общественной деятельности: является заместителем председателя Комитета по теоретической и прикладной механике КР (с 2009 года по настоящее время), член редколлегии научных журналов, председатель Экспертного совета по естественно-техническим наукам (2007 – 2010 гг.) и председатель Экспертного совета по информационно-коммуникационным технологиям (с 2016 по настоящее время) при Министерстве образования и науки КР, зам. председателя Экспертного совета ВАК КР.

Бийбосунов Б. И. ведет также большую научно-организационную работу: участие в разработке и реализации государственной политики в сфере науки, техники, НТИ и государственных информационных ресурсов, он основной разработчик Закона РК «О научно-технической информации» (принят в 2006 г.), а также организатор ряда научных и научно-практических конференций, семинаров и совещаний. С 2004 г. по 2007 г. Бийбосунов Б. И. постановлением Правительства КР был назначен Полномочным представителем Кыргызской Республики в Межгосударственном координационном совете по научно-технической и экономической информации стран СНГ (МКСНТИ СНГ) и занимался выработкой и реализацией совместной политики стран СНГ в области науки, техники и научно-технической информации.

В 2010 году Бийбосунов Б. И. избирается членом-корреспондентом Инженерной Академии Кыргызской Республики.

Для научных исследований Бийбосунова Б.И., которые охватывают сразу несколько направлений и специальностей, характерны многоплановость, системность и многообразие научных подходов к избранной тематике, тесное сплетение научно - теоретических и практических результатов, а его работы отличаются высоким научным уровнем.

Поздравляем с юбилеем и желаем крепкого здоровья, творческих успехов, долгих лет жизни и благополучия.

Кожоголов К.Ч., председатель Комитета по теоретической и прикладной механике Кыргызстана, член-корр. НАН КР, д.т.н., профессор

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Алёшин Юрий Георгиевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией Института геомеханики и освоения недр НАН КР, gefizika@list.ru;
2. Торгоев Исакбек Асангалиевич – канд. техн. наук, ст. научн. сотрудник, зав. лабораторией Геозкологического мониторинга Института геомеханики и освоения недр НАН КР, isakbetor@mail.ru.
3. Бийбосунов Алмаз Ильясович, д.ф.-м.н., Кыргызский национальный университет им. Ж.Баласагына, almazbii@mail.ru
4. Бийбосунова Гульнара Ильясовна, Кыргызский национальный университет им. Ж.Баласагына, almazbii@mail.ru
5. Жусупбекова Самара Толобековна, Кыргызский Национальный аграрный университет, старший преподаватель кафедры Высшей и прикладной математики, samaraj-t@mail.ru;
6. Чечейбаев Аманбек Байышович, к.ф.-м.н., доц, с.н.с. ИГиОН НАН КР, amantay@mail.ru;
7. Чечейбаев Байыш, д.ф.-м.н., профессор Институт фундаментальных наук КНУ им. Ж. Баласагына, amantay@mail.ru;
8. Аширбаев Бейшембек Ыбышевич, к. ф.-м.н., доцент кафедры «Прикладная математика и информатика» Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, ashirbaev-58@mail.ru;
9. Шаршеева Мунара Толоналиевна, магистрант КГУСТА им. Н. Исанова, ashirbaev-58@mail.ru;
10. Идиев Сохибназар Боронович, ст. преподаватель кафедры высшей математики и естественно-научных дисциплин Таджикского государственного университета коммерции, г. Душанбе, Республика Таджикистан, idiiev-71@mail.ru;
11. Майрамбек кызы Айзада, преподаватель КНУ им. Ж.Баласагына, aiko_kg90@mail.ru;
12. Токсобаева Жаныл Сталбековна, ст.преподаватель КНУ им. Ж.Баласагына, toksobaeva.zhanyl@yandex.ru;
13. Турдукожо кызы Нуршат, преподаватель Института современных информационных технологий в образовании, магистрант кафедры «Информационные системы и технологии» КГУСТА им. Н.Исанова, jazgul0603@mail.ru;
14. Омуралиева Бакыт Байышовна, ст. преподаватель КНУ им. Ж.Баласагына, aiko_kg90@mail.ru;

**Требования по оформлению статей
для публикации в журнале «Современные проблемы механики»**

1. Статья представляется на бумажном носителе и в электронном виде. Название файла должно соответствовать фамилии первого автора. Бумажная копия должна быть подписана всеми авторами.
2. Электронный вариант статьи выполняется в текстовом редакторе Microsoft Word 2003, 2007, 2010. Формат А4 (книжный). Поля: все по 20мм. Межстрочный интервал – одинарный. Шрифт Arial. Размер кегля (символов) – 14 пт. Рекомендуемый объем статьи 4-10 страниц.
3. Публикуемая в журнале статья должна состоять из следующих последовательно расположенных элементов:
 - шифр УДК – слева, обычный шрифт;
 - заголовок (название) статьи – по центру, шрифт полужирный, буквы – прописные (на русском, кыргызском и английском языках);
 - инициалы автора(ов) и фамилия(и) – по центру, полужирный шрифт (на русском, кыргызском и английском языках);
 - место работы – по центру, обычный шрифт (на русском, на кыргызском и на англ яз);
 - аннотация (на кыргызском, русском и английском языках) до 6 строк и ключевые слова (5-10 слов);
 - текст статьи. Рисунки (графики) и таблицы должны располагаться по тексту после ссылки на него. Сокращения и условные обозначения допускаются только принятые в международной системе единиц сокращения мер, физических, химических и математических величин, терминов и т.п. Набор формул осуществляется в тексте только в редакторе Math Type.
 - список литературы. Список цитируемой литературы приводится в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 Библиографическая запись. Библиографическое описание.

Общие требования и правила составления. В списке источники располагаются в порядке их упоминания в статье. Отсылки в тексте

статьи заключают в квадратные скобки, например: [5]. Элементы статьи отделяются друг от друга одной пустой строкой.

На отдельной странице предоставляются сведения об авторе (ах), которые содержат данные:

- фамилия, имя, отчество полностью;
 - ученая степень, ученое звание;
 - место адрес работы, занимаемая должность;
 - контактный телефон (рабочий, домашний, сотовый), e-mail.
4. Статья должна иметь четкие структурные части: введение (вводная часть, постановка проблемы), методика решения (исследования) проблемы, результаты исследований, выводы (заключительная часть) и список литературы.
 5. Рекомендуется дать ссылки в разделе «Литература» на статьи, выпущенные в предыдущих номерах «Журнала «Современные проблемы механики сплошных сред»;
 6. Не рекомендуется в одной статье дать подстраничную ссылку и общую послетекстовую ссылку, оптимально последнее.
 7. Не рекомендуется в одной статье большое количество авторов (5-7 и более). Оптимально один автор или 3 автора в одной статье.
 8. Не рекомендуется текст статьи с объемом менее 5 стр., такие статьи не будут считаться статьями и при размещении на сайт НЭБ будут относиться к сообщениям.
 9. Проверить статью на антиплагиат. <https://text.ru/antiplagiat>.

СОДЕРЖАНИЕ

стр

1.	Ю.Г. Алешин, И.А.Торгоев ТРАНСФОРМАЦИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПЛОЩАДКАХ ВЫСОКОГОРНЫХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ	3
2.	А.И.Бийбосунов, Г.И.Бийбосунова, С.Т. Жусупбекова РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ ТОПЛИВНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	12
3.	А.Б. Чечейбаев, Б. Чечейбаев АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФфуЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ХРАНИЛИЩАХ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ	25
4.	Б.Ы. Аширбаев, М.Т. Шаршеева АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НАХОЖДЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА	32
5.	С. Б. Идиев ВЗАИМОСВЯЗЬ МОЛЯРНОЙ АНИЗОТРОПИИ ДИАМАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТ РАСКРУЧИВАНИЕ ЭФИРОВ ХОЛЕСТЕРИНА КРОВИ	38
6.	А.Майрамбек к., Ж.С.Токсобаева МОДЕЛЬ БИНАРНОГО ВЫБОРА	45
7.	С. Б. Идиев ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА МОЛЕКУЛЫ ГЕМОГЛОБИНА КРОВИ	52
8.	Н.Турдукожо кызы РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СВЯЗИ С ВЫПУСКНИКАМИ КАФЕДРЫ	59
9.	А. Майрамбек к., Б.Б.Омуралиева МОДЕЛИ ПОСТРОЕННЫЕ НА ОСНОВЕ LOGIT- МОДЕЛЯМИ	67
10	ПОЗДРАВЛЕНИЕ ЮБИЛЯРА:о 60 лети БИЙБОСУНОВА Б. И.	75

11.	СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	81
12.	ТРЕБОВАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ "СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ"	82
13/	СОДЕРЖАНИЕ (на русском, кыргызском и английском языках)	84
		90

МАЗМУНУ

бет

1.	Ю.Г. Алешин, И.А.Торгоев ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫК ЖАНА ГИДРОГЕНДИК ПРОЦЕССТЕРДИ БИЙИК ТООЛУ УЧАСТКАЛАРДЫ ТРАНСФОРМАЦИАЛОО	3
2.	А.И.Бийбосунов, Г.И.Бийбосунова, С.Т. Жусупбекова ТАТААЛ ГЕОЛОГИЯЛЫК ШАРТТАРДА КӨМҮРТЕК КЕНДЕРИН ПАЙДАЛАНУУ ОТУН-ЭНЕРГЕТИКА КОМПЛЕКСИНИН ТҮЗҮҮ ҮЧҮН ИЛИМИЙ-ТЕХНИКАЛЫК НЕГИЗИН ТҮЗҮҮ	12
3.	А.Б. Чечейбаев, Б. Чечейбаев РАДИОАКТИВДҮҮ ТАШТАНДЫЛАРДЫ САКТООЧУ ЖАЙДАГЫ ДИФФУЗИЯЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИ АНАЛИТИКАЛЫК ТҮРДӨ ИЗИЛДӨӨ	25
4.	Б.Ы. Аширбаев, М.Т. Шаршеева КОКУС ПРОЦЕССИНИН СТАТИСТИКАЛЫК МҮНӨЗДӨӨЧҮЛӨРҮН ТАБУУ МАСЕЛЕСИНИН ЧЫГАРЫЛЫШЫНЫН АЛГОРИТМАСЫ	32
5.	С. Б. Идиев КАНДАГЫ ХОЛЕСТЕРИНДИН АЙЛАНУУ КОЭФИЦИЕНТИНИН МОЛЯРДЫК АНИЗАТРОПИЯНЫН ДИАМАГНИТТИК КАБЫЛДАГЫЧ ОРТОСУНДАГЫ ӨЗ АРА БАЙЛАНЫШ	38
6.	А. Майрамбек к., Ж.С.Токсобаева БИНАРДЫК ТАНДОО МОДЕЛИ	45
7.	С. Б. Идиев КАНДАГЫ ГЕМОГЛАБИНДИН МОЛЕКУЛАСЫНА МАГНИТТИК ТАЛААНЫН ЭНЕРГИЯСЫНЫН ТААСИРИ	52
8.	Н.Турдукөжө кызы КАФЕДРАНЫН БҮТҮРҮҮЧҮЛӨРҮ МЕНЕН БАЙЛАНЫШКА ВЕБ-ТИРКЕМЕ ИШТЕП ЧЫГУУ	59
9.	А. Майрамбек к., Б.Б.Омуралиева LOGIT-МОДЕЛИНИН НЕГИЗИНДЕ ТҮЗҮЛГӨН МОДЕЛДЕР	67
10.	КУТТУКТОО: БИЙБОСУНОВ Б. И. – 60 жашта	75
11.	АВТОРЛОР ТУУРАЛУУ МААЛЫМАТ	81

12.	«МЕХАНИКАНЫН ЗАМАНБАП КӨЙГӨЙЛӨРҮ»ЖУРНАЛГА ЖАРЫЯЛОО ҮЧҮН ДОКУМЕНТТЕРГЕ ТАЛАПТАР	82
	МАЗМУНУ (кыргыз, орус жана англис тилдеринде)	84
		90

CONTENTS

1.	Yu. G. Aleshin, I.A. Torgoev TRANSFORMATION OF HYDROGEOLOGICAL AND GEOCRYOLOGICAL PROCESSES AT THE SURFACE OF HIGH-MOUNTAIN TAILINGS	3
2.	A.I.Biibosunov, G.I.Biibosunova, S.T. Zhusupbekova DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL BASES FOR CREATION OF HYDROTRANSPORT FUEL AND ENERGY COMPLEXES WITH THE USE OF COAL DEPOSITS IN COMPLEX MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS	12
3.	A.Checheibaev, B. Checheibaev ANALYTICAL INVESTIGATION OF THE DIFFUSION PROCESSES IN DEPOSITS OF LIQUID RADIOACTIVE WASTES	25
4.	B.Y. Ashirbayev, M.T. Sharsheeva ALGORITHM OF SOLVING THE OBJECTIVE TO OBTAIN THE STATISTICAL CHARACTERISTICS OF A RANDOM PROCESS	32
5.	S. B. Idiev THE RELATIONSHIP BETWEEN THE MOLAR ANISOTROPY OF DIAMAGNETIC SUSCEPTIBILITY AND THE COEFFICIENT OF UNTWISTING OF BLOOD CHOLESTEROL ESTERS TAJIK STATE UNIVERSITY OF COMMERCE	38
6.	A.Mayrambek K., Zh.S.Toksobaeva BINARY SELECTION MODEL	45
7.	S. B. Idiev THE IMPACT ENERGY OF THE MAGNETIC FIELD ON THE MOLECULE OF HEMOGLOBIN BLOOD	52
8.	N.Turdukojo k. DEVELOPMENT OF WEB APPLICATION FOR COMMUNICATION WITH GRADUATES OF THE CHAIR	59
9.	A. Mayrambek K., B.B. Omuralieva MODELS BUILT-UP BASED ON LOGIT MODELS	67
10.	CONGRATULATIONS HERO OF THE DAY: ON THE 60 ANNIVERSARY OF BIIBOSUNOV B.I.	75
11.	INFORMATION ABOUT AUTHORS	81

12.	REQUIREMENTS FOR PAPERS FOR PUBLICATION IN THE JOURNAL "MODERN PROBLEMS OF MECHANICS"	82
	CONTENTS (in russian, kyrgyz and english languages)	84
		90

Подписано к печати 28.09.17 г.
Формат 60x84 1/8.
Бумага офсетная. Объем 11.25 п.л.
Тираж 200 экз. Заказ 493

Кыргызский государственный университет строительства,
транспорта и архитектуры им. Н. Исанова

Учебно-издательский центр «Авангард»
720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34 б

I SSN 1694-6065



9 771694 606007