

**AZƏRBAYCAN DÖVLƏT NEFT AKADEMİYASI**  
**«NEFTİN, QAZIN GEOTEXNOLOJİ PROBLEMLƏRİ VƏ KİMYA»**  
**ELMI-TƏDQIQAT İNSTİTUTU**

---

*Əlyazması hüququnda*

**SAHİB HÜSEYNBALA OĞLU ABDURAHİMOV**

**KÜR ÇAYININ MEANDRLARINDA MAYE VƏ MƏCRA**  
**DİNAMİKASININ RİYAZİ MODELƏŞDİRİLMƏSİ**

2003.01 – Maye, qaz və plazma mexanikası

texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş  
dissertasiyanın

**A V T O R E F E R A T I**

**BAKİ – 2014**

Dissertasiya işi Milli Aerokosmik Agentliyinin  
Ekologiya İnstitutunda yerinə yetirilmişdir

**Elmi rəhbər:** fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,  
V.Ə.Əliyev

**Rəsmi opponentlər:** t.e.d., professor M.N.Vəliyev  
f.-r.e.n., dosent M.A.Hümbətəliyev

**Aparıcı təşkilat:** Azərbaycan Texniki Universiteti  
«Hidravlika və hidropnevmoqurğular» kafedrası

Dissertasiyanın müdafiəsi "14" noyabr 2014-cü il saat 11<sup>00</sup>

Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası Neftin, Qazın Geotexnoloji Problemləri və Kimya Elmi-Tədqiqat İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən D 02.111 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir. Ünvan: AZ 1010, Bakı ş., D.Əliyeva,227

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat "11" oktyabr 2014-cü ildə göndərilmişdir.

Dissertasiya Şurasının elmi katibi,

t.e.n.,

H.Q.Hacıyev

## İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

**Mövzunun aktuallığı.** Kür çayı şimal-şərqi Türkiyənin Ərdahan əyalətindəki Qızıl Gədik dağlarında, dəniz səviyyəsindən 2720 m yüksəklikdə bir qrup bulaqlardan başlayır, dəniz səviyyəsindən 27 m aşağıda Xəzər dənizinə tökülür. Kür çayı 1515km uzunluğu ilə ən böyük çaylar ( $l > 500$ km) kateqoriyasına aiddir. Aşağı Kür adlanan hissədə (Mingəçevir bəndinin aşağı byefindən Xəzər dənizinə tökülənə qədərki hissə) məcranın orta düşməsi hər 1km-də 7sm təşkil edir. Buna görə də Aşağı Kür həm də düzənlik çayı hesab olunur Kür çayı güclü meandrlığı ilə (çayın orta meandrlıq əmsalı 2,5 təşkil edir) xarakterizə olunur.

Bütün düzənlik çayları kimi, Kür çayı da məcranın dibinin aramsız olaraq qalxması ilə xarakterizə olunur. Axının daşdığı asılqan, dib və sülb hissəciklərinin ölçüləri bu hissəcikləri daşıyan turbulent burulğanların ölçülərindən çox kiçikdir. Diskret şəkildə paylanmış asılqan hissəciklər çoxluğunu şərti olaraq maye daxilində kəsilməz şəkildə paylanmış ağır substansiya ilə əvəz ediləcək mayeni bir çox elmi-texniki ədəbiyyatda dispersoid adlandırırlar. Kür çayında axan su demək olar ki, dispersoid şəkildə axır. Belə olduqda suyu maye adlandırmaq olar.

Yuxarıda sadalanan proseslər nəticəsində Kür çayının məcrasının morfometrik xarakteristikaları daim dəyişir. Kür çayında fəvqəladə daşqın vəziyyət yaradan fiziki proseslərin əsasında iki vacib məqam dayanır: məcranın mailliyinin həddindən az, sülb maddələrin konsentrsiyasının isə həddindən çox olması nəticəsində məcranın dibinin qalxması məcranın vertikal istiqamətdə dəyişməsinə (dinamikasını) yaradır. Kürdə sərt meandrların olması mayenin hərəkətinə turbuləntlik verir ki, bunun da nəticəsində meandrın xarici sahilləri ovulur və ovulmuş qrun materialı meandrın daxili sahillərində akkumulyasiya edir. Bununla da, məcranın horizontal istiqamətdə dəyişməsi (dinamikası) yaranır. Məcranın istər horizontal, istərsə də vertikal yerdəyişməsi sahil bəndlərin dağılmasına və bunun da nəticəsində daşqınlara səbəb olur.

Buna görə də, Kür çayında daşqınlardan qorunma məqsədi ilə aparılan məcranın dərinləşdirilməsi və sahilbərkitmə işlərində, meandrların planlı şəkildə düzləndirilməsində, habelə hidrotexniki qurğuların

layihələndirilməsində məcra proseslərinin və mayenin dinamikasının riyazi modelləşdirilməsi aktual və həyati vacib məsələdir.

Kür çayında əsaslı dəyişikliklər aparmaqla axının optimallaşdırılmasının ən səmərəli üsulu məcranın tənzimlənməsi və meandrların planlı surətdə düzləndirilməsidir. Bu işin əsas üsulu lazım olan formada məcra yaratmaq üçün axının öz basqı qüvvəsindən, başqa sözlə mayenin dinamikasından istifadə etmək lazımdır. Mayenin basqısından səmərəli istifadə etmək üçün çayda mayenin axını riyazi modelləşdirilməlidir.

Mövcud elmi-texniki ədəbiyyatı araşdırmaqla müəyyən edilmişdir ki, coğrafiyaşünasların, hidroloqların, hidrometeoroloqların, seysmoloqların, bioloqların və s. alimlərin söyləri nəticəsində Kür çayı hövzəsinin ayrı-ayrı problemləri tədqiq olunmuş, sanballı nəticələr alınmışdır. Bu tədqiqatlarda məcra proseslərinin öyrənilməsi üzrə praktik fəaliyyətdə hidroloji konsepsiyaya üstünlük verilmişdir. Bu cür yanaşma mühüm bir elmi fərziyyəyə əsaslanır: allüvial yataqlı çay məcraları axının dinamik təsiri altında öz enini, dərinliyini və mailliyini formalaşdıraraq dayanıqlı bir hala gətirirlər və bunun da nəticəsində verilmiş maye sərfi üçün çayın məcrası dib və sülb hissəciklərinin maksimal daşınmasını təmin edir. Bu fərziyyənin Kür çayı üçün həqiqətə çox uyğun olduğunu rus alimi R.V.Lodina, habelə, Azərbaycan alimlərindən Y.A.İbad-zadə, T.N.Qiyasbəyli, R.A.Babayeva, S.Q.Rüstəmov, R.M.Qaşqay da dəfələrlə qeyd etmişlər.

Bununla belə qeyd etmək lazımdır ki, bu günədək məcra dinamikasını, məcranın dibinin topologiyasını, dib materialının real fiziki-mexaniki xarakteristikalarını, sülb maddələrinin axına cəlb olunmasını, axının turbulentiyni, məcranın hidravlik müqavimətini əhatəli şəkildə nəzərə alan riyazi model verilməmişdir.

Tədqiqat işlərində Kür çayı hövzəsinin fiziki-coğrafi şəraiti, relyefi, morfometrik xarakteristikaları və hidroloji rejimi, eroziya-akkumulyasiya prosesləri kompleks halında, çoxparametrlı, inteqrativ riyazi və hidravlik bir məsələ kimi ortaya qoyulmamış, çayın aşağı axını üçün xarakterik olan sərt meandrlarda baş verən fiziki proseslərin modelləşdirilməklə məcranın

dinamikasına və çayda mayenin səviyyəsinə nəzarət mexanizmi yaradılmamışdır. Bu baxımdan, mövcud elmi məlumatları və empirik-müşahidə materiallarını nəzərə almaqla, Kür çayının aşağı axımında olan sərt meandrlarda mayenin dinamikası və məcra-subasar proseslərinin qarşılıqlı təsiri əsasında riyazi və hidravlik modelin qurulması, məcranın tənzimlənməsi üçün maye axının və məcra yerdəyişməsinin (dinamikasının) riyazi modelləşdirilməsinə ilk cəhd göstərilməsi olduqca aktual addımdır.

**Tədqiqatın məqsədi** Kür çayında məcranı tənzimləmək və meandrları planlı surətdə düzləndirilmək məqsədi ilə, çayın ətraf mühiti, morfometrik xarakteristikaları və hidroloji rejimi, eroziya-akkumulyasiya prosesləri haqqında mövcud elmi məlumatları və empirik materialları nəzərə almaqla, meandrlarda və məcrada baş verən mexaniki-fiziki prosesləri riyazi modelləşdirməkdən ibarətdir.

**Tədqiqatın vəzifələri.** Qarşıya qoyulan məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı tədqiqat məsələlərini həll etmək nəzərdə tutulur:

- Kür çayına aid məlumat bazasının yaradılması, mövcud elmi-texniki ədəbiyyatın təhlili və problemin qoyuluşu;
- Kür çayının morfometrik xarakteristikalarının incələnməsi;
- Kür çayında maksimal axımın formalaşmasına və intensivliyinə təsir edən amillərin araşdırılması;
- Kür çayının meandrlarında məcranın hesablanması;
- Kür çayının meandrlarında maye mühiti tənliliklərinin həll edilməsi;
- Kür çayında enli məcra şəraitində sahil bəndindən aralıqda mayenin mühitinin xüsusiyyətlərinin müəyyənləşdirilməsi;
- Kür çayının turbulent axımında sürətlərin paylanması qanunauyğunluqlarının araşdırılması;
- Kür çayının hidravlikası şəraitində mayenin sürətinin vertikal paylanması praktik sürət epürlərinə uyğunluğunun yoxlanması;
- Kür çayında ikiözlü, enli turbulent axında hamar dib şəraitində mayenin sürətinin eninə paylanması müəyyən edilməsi;
- Məcranın dibinin kələ-kötürlüyünü nəzərə almaqla mayenin sürətinin eninə toplananlarının təyin edilməsi;

- Kür çayının meandrlarında turbulent axında mayenin sürətinin eninə toplananına ətalət qüvvələrinin təsirinin nəzərə alınması;
- Mövcud informasiya-məlumat bazası əsasında Kürün sərt meandrlarında mayenin dinamikasını və məcra-subasar qarşılıqlı təsirlərini nəzərə almaqla riyazi və hidravlik modelləşdirilməsi;
- Kür çayının aşağı axınındakı sərt meandrlarda baş verən fiziki proseslərin riyazi və hidravlik modelləşdirilməsi əsasında meandrların planlı surətdə düzləndirilməsi üçün praktik tövsiyələrin hazırlanması.

**Tədqiqat metodları və faktiki materiallar.** Maye mexanikası, hidravlika və hidrologiya sahəsində çalışan mütəxəssislərin elmi cəhətdən əsaslandırılmış ideyaları və əsərlərində təklif etdikləri üsullar təşkil edir. Tədqiqat işində elmi-texniki mövcud ədəbiyyat materiallarından, hidroloji və hidrometeoroloji müşahidə məlumatlarından, müqayisə, riyazi statistika, qeyri-xətti cəbri tənliklərin həlli üsullarından, riyazi və hidravlik modelləşmə metodlarından və digər sınılanmış üsullardan istifadə olunmasıdır.

**Tədqiqatın elmi yeniliyi.** Kür çayı hövzəsinin fiziki-coğrafi şəraitini, hidroloji rejimini, relyefi və morfometrik xarakteristikalarını, geomorfoloji quruluşunu və qrunut tərkibini, məcra və subasar haqqında mövcud elmi və müşahidə materiallarını nəzərə almaqla Kür çayında məcranın tənzimlənməsi və meandrların planlı surətdə düzləndirilməsi üçün riyazi və hidravlik modelləşdirilmə tədqiqatları aparılmış və aşağıdakı yeniliklər alınmışdır:

1. Aşağı Kürdə məcranın (axınla daşınan və çökən lilin miqdarına görə) şaquli istiqamətdə dəyişməsi və meandrlı olması axına turbuləntlik verdiyindən məcranın xarici sahillərinin ovulması və daxili sahillərdə akkumulyasiya olunması ilə məcranın horizontal istiqamətdə dəyişməsi;
2. Virtual özlülük əmsallı turbulent tənlikləri Kür çayında mayenin hərəkəti üçün ilk dəfə həll edilməsi, sürətlərin çay boyunca və eninə istiqamətdə paylanması tədqiqi, sürətin uzununa toplanmasının loqarifmik qanunu əsasında eninə toplanmasının Şezi əmsalından az

asılı olduğunun və çayın xarakterik kəsiyində radial sürətin və eninə mailliyin müəyyən edilməsi;

3. Kür çayında meandrların yaranmasını, inkişafını və dayanıqsızlığını qiymətləndirməyə imkan verən riyazi modeli parabolik tipli differensial tənliyin olmasının müəyyən edilməsi;
4. Kür çayının meandrında məcranın düzləndirilməsi üçün tövsiyələrin hazırlanması və qəbulunun aktla rəsmiləşdirilməsi.

**Tədqiqat obyektı** Kür çayının Azərbaycanın düzənlik hissəsində olan - Mingəçevir bəndinin aşağı byefindən Xəzər dənizindək - aşağı axınındakı meandrlarda və məcralarda baş verən mexaniki proseslərdir.

**Tədqiqatın praktik əhəmiyyəti.** Elmi-texniki ədəbiyyatdakı mövcud məlumat-informasiya bazası əsasında Kür çayının aşağı axınının meandrlarında mayenin və məcranın dinamikasının riyazi modelləşdirilməsi gələcəkdə planlı surətdə məcranın tənzimlənməsinin və düzləndirilməsinin proqnozlaşdırılmasına imkan verəcəkdir. Bu işlərin praktik olaraq reallaşdırılması üçün tövsiyələr paketi hazırlanmışdır və Milli Aerokosmik Agentliyinin Ekologiya İnstitutundan «Tətbiq aktı» alınmışdır.

#### **Müdafiə olunan əsas müddəalar.**

1. Kür çayının meandrlarında məcranın tənzimlənməsi üçün mayenin hərəkətinin və məcranın yerdəyişməsinin (dinamikasının) riyazi modelləşdirilməsi sahəsində mövcud elmi-texniki ədəbiyyatın araşdırılması, hidroloji rejimi formalaşdıran fiziki-coğrafi amillərin, morfometrik xarakteristikaların, eroziya və akkumulyasiya proseslərin və məcra-subasar proseslərin rolunun müəyyənləşdirilməsi əsasında mümkünlüyünü.
2. Məcranın orta mailliyinin həddindən az olması və hövzənin dağlıq ərazisindən daşınan və çökən lilin miqdarının həddindən çox olması nəticəsində məcranın vertikal yerdəyişməsinin və məcranın yüksək dərəcədə meandrlı olmasının mayenin hərəkətinə turbuləntlik rejimi verməsi, meandrın xarici sahillərinin ovulması, meandrın daxili sahillərində akkumulyasiya etməsi nəticəsində məcranın horizontal yerdəyişməsinin (dinamikasının) yaranmasını.

3. Kür çayında mayenin hərəkəti üçün virtual özlülük əmsalları olan turbulent tənliklərinin həlli, sərt meandrlarda məcranı hesablaması, enli məcra şəraitində sahil bəndindən aralıda mayenin hərəkətini və turbulent axında sürətlərin çay boyunca və eninə istiqamətdə paylanması müəyyən edilməsini.
4. Mayenin sürətinin vertikal boyunca loqarifmik qanunla dəyişdiyini qəbul olunsaydı, mayenin (elmi-texniki ədəbiyyatdan məlum olan təcrübələrin nəticələrinə uyğun) eninə (radial) sürəti Şezi əmsalından çox az asılı olur; mayenin sürəti üçün sərhəd şərtləri nəzərə alınmaqla kələ-kötür dibin yaxınlığında eninə sürətin düsturu keyfiyyət baxımından faktları yaxşı əks etdirsə də, kəmiyyət xarakteristikaları qənaətbəxş olmur; bu düstura təcrübə ilə bağlı düzəliş daxil etməklə, təcrübələrin nəticələrinə yaxşı uyğun olan Şezi əmsalının dəyişməsi ilə, sürətin radial toplananı dibə yaxın yerdə dəyişir, maye axınının qalan hissəsində isə demək olar ki, dəyişməz qalmasının müəyyən edilməsini;
5. Salyan şəhəri ətrafındakı meandrın xarakterik en kəsiyində radial sürətin və eninə mailliyin daxili və xarici sahillər üçün asılılıqlarını.
6. Kür çayında turbulent özlülük əmsalını təyin etmək üçün çayboyu sürətin vertikal üzrə loqarifmik qanunla dəyişməsinə görə özlülük əmsalı axının ortasında maksimum olur, dibə və səthə doğru getdikcə isə tədricən azalır; sürətin paylanması məcranın kələ-kötürlüyündən asılılığını daha düzgün əks etdirdiyindən Kür çayının meandrlarında məcranın yerdəyişməsini planlaşdırmaq üçün sürətin loqarifmik qanunla paylanması qəbulunun mümkünlüyünü;
7. Kür çayının meandrlarında məcra dinamikasının riyazi modeli parabolik differensial tənliklərdir və bu tənliklər Kür çayının məcrasının müəyyən zaman kəsiyində plan üzrə yenidən formalaşdırılmasını təsvir edir, Kür çayında meandrların yaranması və inkişafı çay məcrasının fiziki dayanıqsızlığının nəticəsində baş verməsinin müəyyən edilməsini;
8. Kür çayının meandrında mayenin hərəkət tənliklərindən istifadə etməklə məcranın düzləndirilməsi üçün tövsiyələr paketinin

hazırlanmasını və Milli Aerokosmik Agentliyinin Ekologiya İnstitutunda təsdiqinin təmin edilməsini.

**İşin aprobeiası.** Elmi-tədqiqat işinin əsas məzmunu və alınmış nəticələr aşağıda sadalanan konfranslarda, simpozium və seminarlarda məruzə olunmuşdur:

«Elmin müasir nailiyyətləri» mövzusunda III Beynəlxalq konfrans, Bakı, 28-30 oktyabr 2011-ci il; “İcmaları – Hyoqo Fəaliyyət Proqramına uyğun olaraq əhalinin, iqtisadiyyatın və ətraf mühitin mühafizəyə hazırlanmasında yerli icra hakimiyyəti orqanları və bələdiyyələrin qarşılıqlı fəaliyyəti” mövzusunda elmi-praktik konfrans. Bakı, 15-16 noyabr 2011-ci il; “Qloballaşma ilə əlaqədar fəvqəladə hallara qarşı mübarizənin müasir problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktik konfrans. 30-31 may 2012-ci il, Bakı, Azərbaycan; Первая международная научная конференция «Наука в XXI веке», 25-26 августа 2012г, Баку, Азербайджан; “Təbii fəlakətlərə daha çox məruz qalan regionlarda dayanıqlığın yüksəldilməsi, icmaların fəvqəladə hallara hazırlanması və əhali arasında risk mədəniyyətinin yüksəldilməsi” mövzusunda elmi-praktik konfrans, 19-20 noyabr 2012-ci il, Bakı, Azərbaycan; Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Ekologiya İnstitutunun Elmi-texniki Şurasında məruzə olunmuşdur.

**Çap olunma.** Dissertasiyanın mövzusu üzrə aparılmış tədqiqatların nəticələri əsasında 12 iş çap olunmuşdur.

**Dissertasiyanın quruluşu** tədqiqatın qarşısında duran əsas məsələlərin ardıcıl həllinə əsaslanır. Dissertasiya girişdən, dörd fəsil və 13 yarımfəsildən, əsas nəticələrdən, habelə istifadə olunmuş 180 adda ədəbiyyatın siyahısından ibarətdir. Dissertasiyada 17 kiçik şəkil verilmişdir. İşin məzmunu 149 səhifədə öz əksini tapmışdı.

## İŞİN QISA MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya işin aktuallığı, tədqiqatın məqsədi, vəzifələri, metodları, elmi yeniliyi və praktik əhəmiyyəti göstərilmişdir.

**Dissertasiyanın I fəsl**i Kür çayının hidroloji rejiminə və morfometriyasına, eroziya-akkumulyasiya proseslərinə aid mövcud elmi-texniki ədəbiyyatın icmalına həsr olunmuşdur. Burada əvvəlcə Kür çayının hövzəsinin coğrafi təsviri, relyefi və çay yataqları, geoloji quruluşu, habelə landşaft xarakteristikaları haqqında yığcam, lakin dolğun məlumatlar vermişdir. Daha sonra isə bu fiziki-coğrafi amilləri hövzədəki atmosfer sirkulyasiyası və iqlim şəraiti ilə birlikdə nəzərə alaraq, Kür çayında maksimal axımın genezisinin qanunauyğunluqları araşdırılmışdır.

Kür çayının və onun əsas qollarının morfometrik xarakteristikaları, o cümlədən mənbəyindən mənsəbinə qədər çayboyu uzunluğu, çayın mənbəyinin və mənsəbinin dəniz səviyyəsindən hündürlükləri, çayın hövzəsinin sahəsi və dəniz səviyyəsindən orta hündürlüyü, çay məcrasının orta mailliyi və ərazi üzrə mailliyi, eni, dərinliyi və en kəsiyinin forması, habelə məcranın meandrlıq əmsalı kimi parametrlər də birinci fəsildə verilmişdir. Kür çayının mənbəyindən mənsəbinə qədər olan uzunluğu məcranın mailliyi baxımından beş müxtəlif hissəyə bölünmüşdür. Göstərilmişdir ki, Kür çayının Mingəçevir bəndinin aşağı byefindən Xəzər dənizinə qədər olan hissəsində (Aşağı Kür) uzunluğu 630km-dir, orta düşmə isə hər 1km-də cəmi 7sm təşkil etdiyindən düzənlik çayı hesab etmək olar. Dissertasiya işində Kür çayının öyrənilməsində böyük xidmətlər göstərmiş Y.A.İbad-zadə, S.H.Rüstəmov, M.A.Məmmədov, M.A.Museyibov, S.Şirəliyev və R.N.Mahmudov, N.Ə.Paşayev, R.Abbasov, X.C.Məhərrəmov, Ş.F.Mütəllibova, R.M.Qaşqay və başqaların tədqiqatlarına diqqət yetirilmişdir.

Meandrlaşma termini məcranın dolanbaclı-dəyişkən formalaşmasını əks etdirir. Meandrlaşmanın səbəbləri haqda 30-dan çox elmi fərziyyə mövcuddur. Bu fərziyyələr əsasən üç qrupa bölünür:

1. Axının daxili xassələri və Koriolis qüvvəsi, habelə mayenin tərkibi və sülb maddələrin müxtəlifliyinə əsaslanan fərziyyələr.

2. Axının qarşısındakı müqavimətlər və maneələr olmasına, habelə məcranın bitki örtüyünə əsaslanan fərziyyələr.
3. Maye axınının qeyri-müntəzəm olması və ətraf mühitin təsirinə əsaslanan fərziyyələr.

Maye axınının meandr yaradılması axının öz enerjisinin dissipasiyasını azaldaraq ən optimal trayektoriya seçilməsi ilə bağlıdır. Döngələrin bir-birinin ardınca yerləşməsi yerli müqavimətlərin interferensiya nəzəriyyəsi ilə izah etmək olar.

Problem üzrə mövcud elmi-texniki ədəbiyyatın araşdırılması əsasında müəyyən edilmişdir ki, morfometrik baxımdan müasir dövrdə Kür çayında fəvqəladə vəziyyət yaradan fiziki-mexaniki proseslərin əsasında üç vacib məqam dayanır:

Birincisi, məcranın mailliyinin həddindən az, asılqan maddələrin miqdarının isə həddindən çox olması nəticəsində məcranın dibinin qalxmasıdır.

İkincisi, Kür və Araz çaylarının meandrlı məcraya malik olmasıdır. Aşağı Kürün orta meandrlıq əmsalı 2,5 təşkil edir ki, bu da çox böyük rəqəmdir. Araz çayının Azərbaycan sektorunda orta meandrlıq əmsalı 1,55-dir. Kürdə sərt meandrların olması mayenin dinamikasına güclü təsir edərək axında sirkulyasiyalar yaradır, bu isə meandrın xarici sahillərinin eroziyasını gücləndirir. Meandrın xarici sahilin qabarıq hissələrində yuyulma nəticəsində ovulan qrun, meandrın daxili sahilin çökək hissəsində akkumulyasiya edilir. Başqa sözlə, meandrların olması sahil bəndlərində eroziya-akkumulyasiya proseslərini intensivləşdirir. Aşağı Kürün sahil bəndləri meandrların xarici sahillərində daha yüksək tezliklə dağılır və məcranın horizontal morfometriyası dəyişir.

Üçüncüsü isə, Sovet hakimiyyəti illərində əkin sahələrini genişləndirmək məqsədi ilə subasarlar sıxışdırılaraq süni torpaq bəndlər yaradılmışdır. Subasarların məcradan izole olunması nəticəsində gursululuq mövsümlərində sahildağılmalar intensivləşmişdir. Birinci fəsildə Aşağı Kürdə 2010-cu ilin yaz daşqınları ilə bağlı məlumatlar incələnmişdir.

I fəslin son altfəslində meandrlı çaylarda maye və məcra dinamikasının riyazi və hidravlik modelləşdirilməsi sahəsində mövcud elmi-texniki ədəbiyyatın qısa icmalı verilmişdir.

**Dissertasiyanın II fəslı** Kür çayında mayenin dinamikasına fenomenoloji yanaşmaya həsr olunmuşdur. Bu fəslin ilk altfəslində Kür çayının meandrlarında məcra hesablanmış, axının canlı kəsiyinin həndəsi parametrləri təyin edilmiş. Alınmış nəticələr elmi-texniki ədəbiyyatdan məlum olan çöl işlərinin nəticələrinə yaxşı uyğundur. Çökək sahilə tərəf hərəkət edən dib materialının ölçüsü kiçik olduqca məcranın dərinləşməsi də bir o qədər sürətlə gedir. Təcrübələr də göstərir ki, meandrdə axın eninə sirkulyasiya etdiyi üçün məcranın en kəsiyində dib materialının seçilməsi (irdələnməsi) prosesi gedir. Buna görə də meandrın çökək sahilində iri fraksiyaların, qabarıq sahilində isə xırda fraksiyaların toplanması müşahidə olunur.

II fəslin növbəti altfəslində Kür çayının meandrlarında mayenin dinamikası araşdırılmışdır. Bu məqsədlə Reynolds tənlikləri silindrik koordinat sistemində baxılaraq bir sıra fərziyyələr nəzərə almaqla sadələşdirilmişdir. Çayın dolambacının uzunluğu kifayət qədər böyük olduğundan bütün kəsiklərdə sürətin  $\theta$  koordinatına görə törəmələri sıfıra bərabər götürülərək baxılan tənliklər və kəsilməzlik tənliyi ikiölçülü axın üçün aşağıdakı şəkllə düşəcəkdir:

$$\begin{aligned} v_r \frac{\partial v_r}{\partial r} + v_z \frac{\partial v_r}{\partial z} - \frac{v_\theta^2}{r} &= -gI_r + \frac{\partial}{\partial z} \left( v_r \frac{\partial v_r}{\partial z} \right); \\ v_r \frac{\partial v_\theta}{\partial r} + v_z \frac{\partial v_\theta}{\partial z} + \frac{v_r v_\theta}{r} &= gI_\theta + \frac{\partial}{\partial z} \left( v_r \frac{\partial v_\theta}{\partial z} \right); \\ \frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{v_r}{r} + \frac{\partial v_z}{\partial z} &= 0 \end{aligned}$$

Burada  $r$ ,  $\theta$ ,  $z$  – nöqtənin silindrik koordinatları;  $v_r$ ,  $v_\theta$ ,  $v_z$  – sürətin koordinat xətləri istiqamətində proyeksiyaları;  $v_r = \frac{A}{\rho}$  – turbulent özlülük əmsalı;  $I_r$  – sərbəst səthin eninə mailliyi;  $I_\theta$  – sərbəst səthin uzununa mailliyi;  $A$  – turbulent diffuziya əmsalıdır.

**Dissertasiyanın III fəslində** Kür çayındakı meandrlarda mayenin sürətinin vertikal paylanmasının praktik sürət epürlərinə uyğunluğu

araşdırılmış. Mayenin sürətinin vertikal boyunca loqarifmik qanunla paylanmasına baxılmışdır. Turbulent özlülük əmsalı  $A$  mayenin səthində sıfır bərabərdir, mayenin dibinə yaxınlaşdıqca sürətlə azalır və dərinliyin ortasında maksimum olur.

Üçüncü fəslin ikinci altfəslində Kürün məcrasının dibinin kələ-kötürlüyünü nəzərə almaqla mayenin sürətinin eninə paylanması araşdırılmışdır. Əvvəlcə hamar dib şəraitinə baxılmış. Apardığımız hesablamalardan aşağıdakı nəticələrə gəlmək olar:

- Mayenin  $v_g$  tanqensial sürətinin vertikal boyunca paylanması loqarifmik qanunla olduqda  $v_r$  radial sürətinin epürü sonlu qradiyentə malikdir ki, bu da elmi-texniki ədəbiyyatdan məlum olan hamar dib və divar şəraitində aparılmış çoxsaylı təcrübələrin nəticələri ilə yaxşı uzlaşır. Elliptik və parabolik paylanma qanunlarında  $v_r$  sürətinin dibdə qradiyenti sıfır alınır ki, bu da təcrübələrlə təsdiqlənir.
- Mayenin  $v_g$  sürətinin vertikal paylanması loqarifmik qanunla olduqda  $v_r$  sürətinin qiymətləri Şezi əmsalından çox az asılıdır. Bu da təcrübələrin nəticələri ilə yaxşı uzlaşır.

Hesabatlarda məlum təcrübi nəticələr istifadə edilmişdir və belə nəticəyə gəlinmişdir ki,  $C$ -nin dəyişməsi ilə sürətin radial toplananı yalnız dibə yaxın yerdə dəyişir, axının qalan hissəsində isə demək olar ki, dəyişməz qalır.

Üçüncü fəslin üçüncü altfəslində ətalət qüvvələrinin təsiri nəzərə alınmaqla Kürün meandrlarında turbulent axında mayenin sürətinin eninə toplananı təyin edilmiş. Hesablamaları reallığa yaxınlaşdırmaq üçün bu məsələni konkret olaraq ikinci fəsildə göstərilən Salyan şəhərini əhatə edən geniş meandrin xarakterik en kəsiyinin dinamik oxundan daxili sahilinə qədər tətbiq edərək radial sürət üçün aşağıdakı ifadə alınmışdır:

$$v_r = v_{ortu} \frac{4h}{r} \left[ \Phi(\eta; C) + \frac{C}{2\sqrt{g}} \frac{h^2}{r(r-x_R)} \frac{4x_D}{r} \frac{3r}{r} (6\eta - 6\eta^2 - 1) \right]$$

Burada  $x_D$ -daxili sahilin dönmə radiusu,  $r$  - dönmə radiusu,  $\Phi(\eta; C)$  - xüsusi funksiyadır (qiymətləri Mathcad proqramında qrafik üsulla təyin edilmişdir). Analoji düstur xarici sahil üçün də alınmışdır.

Meandrın axına nəzərən coğrafi vəziyyətindən asılı olaraq maye buraya ya sağ, ya da, sol vint qaydası üzrə daxil olur. Bu turbulent axında mayenin sürətinin eninə toplananına ətalət qüvvələrinin təsirində özünü göstərir. Bu faktı nəzərə almaqla turbulent hərəkət tənliklərini həll etməklə, habelə məcranın dərinliyinin onun eninə və meandrın radiusuna nisbətən çox az olduğunu nəzərə almaqla bir sıra mürəkkəb hesablamalardan sonra, daxili və xarici sahillər üçün maye səthinin mailliyi ( $I_r$ ) müvafiq olaraq, aşağıdakı kimi olur.

$$I_r = \frac{v_{orta}^2}{gr} \left[ 1 + \frac{g}{\chi^2 C^2} - \frac{12h^2 x_n}{r^2(r - x_n)} \right]$$

$$I_r = \frac{v_{orta}^2}{gr} \left[ 1 + \frac{g}{\chi^2 C^2} + \frac{12h^2 x_n}{r^2(x_n - r)} \right]$$

Burada  $C$  – Şezi əmsalı,  $x_n$ -xarici sahilin dönmə radiusu,  $\chi$  - loqarifmik düstur parametri adlanan kəmiyyətdir.

Bu düsturların müqayisəsindən görünür ki, xarici sahilə mayenin səthinin eninə mailliyi daxili sahiləkindən çoxdur. Bu isə məcrada gedən eroziya-akkumulyasiya proseslərinin turbulent axının istiqamətindən asılı olaraq dəyişməsinə uyğun gəlir.

Müəyyən edilmişdir ki, baxılan halda eninə axın nəticəsində yaranan ətalət qüvvələrinin təsirini nəzərə alan  $v_r \frac{\partial v_r}{\partial r} + v_z \frac{\partial v_r}{\partial z}$  hədlər digər hədlərdən: mərkəzəqaçma qüvvəsi ( $\frac{v_\theta^2}{r}$ ), təzyiq qüvvəsi ( $gI_r$ ) və turbulent

sürtünmə qüvvəsinə ( $\frac{\partial}{\partial z} \left( v_r \frac{\partial v_r}{\partial z} \right)$ ) nisbətən çox azdır.

**Dissertasiyanın IV fəslı** Kür çayının meandrlarında məcra dinamikasının riyazi modelləşdirilməsinə həsr olunmuşdur. Bunun üçün əvvəlcə Kür çayında sahilin ovunması şəraitində mayenin birölçülü axın tənlikləri həll edilmişdir ki, bu da məcranın dinamikasını proqnozlaşdırmağa imkan verəcəkdir. Bu halda axına təsir edən qüvvələr vektoru  $\mathbf{F}$  aşağıdakı hədləri əhatə edir:

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_g + \mathbf{F}_k + \mathbf{F}_s + \mathbf{F}_{SR}.$$

Burada  $F_S$  – axının əksinə yönəlmiş sürtünmə qüvvəsi;  $F_{SR}$  – məcranın eninə yönəlmiş sahilin reaksiya qüvvəsi;  $F_g$  - ağırlıq qüvvəsi və  $F_k$  - Koriolis qüvvəsidir.

Digər böyük düzənlik çaylarından fərqli olaraq Kür çayında meandrlıq əmsalı çox böyük ( $\geq 2,5$ ) olduğundan, həm də meandrların addımı böyük olduğundan, habelə meandr addımı çayın enindən böyük olduğundan təklif etdiyimiz riyazi modeldə məcrə özünün oxu ilə təqdim edilmişdir. Başqa sözlə, məcranın oxunun tənliyi  $y = y(x, t)$  ilə müəyyən olunan xəttin hərəkəti tədqiq edilmişdir. Meandrın zamandan asılı olaraq yerdəyişməsini ifadə edən parabolik tipli ikinci tərtib törəməli differensial tənliyi alınmışdır.

$$\frac{\partial q}{\partial T} + \left[ \frac{\cos \beta}{Fr} + F_k \sin q \right] \frac{\partial q}{\partial x} = -\cos^2 q \frac{\partial^2 q}{\partial x^2}$$

Burada  $q$  – toxunanla axının oxu arasındakı bucaqdır,  $\beta$  - axının əksinə yönəlmiş sürtünmə qüvvəsi vektorunun axının oxu ilə əmələ gətirdiyi bucaqdır,  $Fr$ - Frud parametridir.

Bu tənlik termodinamikadakı istilikkeçirmə tənliyinə çox bənzəyir. Əsas fərq ondan ibarətdir ki, istilikkeçirmə prosesi dayanıqlı Kür çayında, istənilən digər böyük düzənlik çaylarında isə, meandrların yaranması və inkişafı çay məcrasının fiziki dayanıqsızlığının nəticəsində baş verir.

Meandrların planlı şəkildə düzləndirilməsi məsələsi bütün dünyada olan düzənlik çaylar üçün aktual məsələ olduğundan, şübhəsiz ki, hər bir ölkədə vadinin relyefi, hidroloji rejim, məcranın geomorfoloji xarakteristikaları, eroziya-akkumulyasiya proseslərinin intensivliyi, hidrometeoroloji və sair amilləri olduğundan, həmin ölkələrin alim və mütəxəssisləri tərəfindən problemə fərqli yanaşmalar yaranmışdır.

Kür çayının meandrlarında maye səthində eninə mailliyin yaranması və turbulentliyin olması meandrda axının sürətlərinin strukturunda əhəmiyyətli dəyişikliklər yaradır. Sürətin vertikal toplananının olması turbulent axında ayrı-ayrı maye təbəqələri arasında hərəkət miqdarı mübadiləsini gücləndirir, nəticədə sürətin vertikal boyunca yenidən paylanması yaranır; axının eni üzrə sürətin toplananı da daha böyük miqyasda dəyişir. Bu da axının sərbəst səthində mailliyin yaranmasından

irəli gəlir. Maye axınının ayrı-ayrı sızqılarına enerjinin saxlanması qanununu (Bernulli tənliyi) tətbiq etməklə bu nəticəyə gəlmək olar ki, sərbəst səthin yüksəltdiyi yerlərdə eyni vaxtda sürətin azalması, sərbəst səthin endiyi yerlərdə isə sürətin yüksəlməsi baş verəcəkdir. Sürətlərin eninə yenidən paylanması ikinci səbəbi mayenin ayrı-ayrı təbəqələri arasında hərəkət miqdarının mübadiləsidir ki, bu da eninə sirkulyasiyadan qaynaqlanır. Bu göstərilən məqamların birincisi nəticəsində qabarıq sahilə sürətlərin artması, çökək sahillərdə isə azalması baş verir. İkincisi isə, sürət maksimumunun tədricən çökək sahilə tərəf yerinin dəyişməsidir.

Beləliklə, meandrda axının üçüncü xüsusiyyəti, həm vertikal üzrə, həm də eninə sürətlərin yenidən paylanması nəticəsində axının strukturunun dəyişməsidir.

Aşağı Kürdə məcranın dibinin lillənmələr nəticəsində daim yüksəlməsi sahil bəndlərində də daim qalaqlama işləri aparmaq zərurəti yaradır. Sahilbərkitmə işləri zamanı əksər hallarda məcranın süni daraldılması da baş verir ki, bunun da nəticəsində Kürün aşağı axınlarında məcranın süni daraldılmış yerlərində axında burulğanlar, başqa sözlə mayenin tərsinə axınları yaranır. Belə zonaların yaranması Kürdə mayenin meandrda hərəkətinin dördüncü xüsusiyyətidir.

Meandrda axının hidravlik strukturunun dəyişməsi, çayın en kəsiyi üzrə sürət paylanması qeyri-müntəzəmliyi, vintvari hərəkət nəticəsində axında hissəciklərin yolunun uzanması, axının ayrı-ayrı mikrolayları arasında hərəkət miqdarı mübadiləsi, mexaniki enerjinin dissipasiyasına səbəb olur. Bunu Kürün meandrlarında mayenin dinamikasının beşinci xüsusiyyəti hesab etmək olar. İşdə Kür çayının meandrlarında mayenin dinamikasının riyazi modelləşdirilməsi əsasında əldə etdiyimiz nəticələrin böyük praktiki önəmi vardır. Bu da təklif olunmuş riyazi modelə güvənərək Kür çayının meandrlarında məcranın planlı şəkildə deformasiyasını proqnozlaşdırmaqdan və reallaşdırmaqdan ibarətdir. Bunun üçün tərəfimizdən praktik tövsiyələr paketi hazırlanmışdır ki, bu da həmin məsələlərin daha optimal şəkildə həllinə kömək edə bilər. Tövsiyələr paketi Milli Aerokosmik Agentliyinin Ekologiya İnstitutuna təsdiq və istifadə üçün verilmiş və "Tətbiq aktı" alınmışdır.

## ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Mövcud elmi-texniki ədəbiyyatı araşdırılma nəticəsində ilk dəfə müəyyən edilmişdir ki, Kür çayının meandrlarında məcranın tənzimlənməsi ilə əlaqədar mayenin və məcranın dinamikası bir elmi problem olaraq qoyulmamış və sahil bəndlərin dağılmasında fiziki-coğrafi amillərin, morfometrik xarakteristikaların və erroziyanın, akkumulyasiyanın, məcra-subasar proseslərin rolu öyrənilməmişdir.
2. Məcranın orta mailliyinin aşağı Kürdə çox az olması və hövzənin dağlıq ərazisindən aşağı axına daşınan və lilin çökən miqdarının çox olması nəticəsində məcranın şaquli istiqamətdə dəyişməsi və meandrlı olması maye hərəkətində turbulentiyanın yaranmasına görə meandrların xarici sahilləri ovulur və meandrların daxili sahillərində akkumulyasiya etdiyindən məcranın horizontal istiqamətdə də dəyişməsi baş verir.
3. Kür çayında maye hərəkətinə fenomenoloji yanaşmaqla çayda mayenin tədqiqli üçün virtual özlülük əmsalı olan turbulent hərəkətin tənlikləri ilk dəfə həll edilmiş, meandrlarda məcra hesabı aparılmış, enli məcra halında sahil bəndindən uzaqda mayenin hərəkətinə baxılmış və turbulent axında sürətlərin çay boyunca və eninə istiqamətdə paylanması müəyyən olunmuşdur.
4. Mayenin çay boyunca sürətinin ( $u_g$ ) toplananının loqarifmik qanunla dəyişməsinin qəbulu və mayenin eninə istiqamətində sürətinin ( $v_r$ ) Şezi əmsalından çox az asılı olması şərtlərinin götürülməsi təcrübələrin nəticələri ilə müəyyənləşdirilmişdir.
5. Kür çayı boyunca sürətin şaquli istiqamətdə toplanmasının loqarifmik qanunla dəyişməsi qəbul edildiyinə görə özlülük əmsalı axının ortasında maksimum olur, dibə və səthə doğru getdikcə isə tədricən azalır, mayenin sürətinin belə paylanması məcranın kələ-kötürlüyündən asılılığını daha düzgün əks etdirdiyindən Kür çayının meandrlarında məcranı planlaşdırmaq üçün sürətin loqarifmik qanunla paylanmasından istifadə etmək əsaslandırılmış və gələcək hesabatlar üçün tövsiyə olunmuşdur.
6. Çayın kələ-kötür dibinin yaxınlığında mayenin hərəkətinin, sərhəd şərtlərini nəzərə almaqla, eninə sürəti üçün asılılıq keyfiyyət

baxımından faktları yaxşı əks etdirsə də, kəmiyyət xarakteristikaları qənaətbəxş olmur, bu asılılığa təcrübə əsasında düzəliş verməklə radial toplananın təcrübələrin nəticələrinə uyğunluğu təyin edilmişdir.

7. Salyan şəhəri ətrafındakı meandrın xarakterik en kəsiyində radial sürətin və eninə mailliyin daxili və xarici sahillər üçün asılılıqları müəyyən edilmişdir.
8. Kür çayının meandrlarında məcra dəyişməsinin riyazi modeli kimi parabolik tipli differensial tənliklərdən istifadə müəyyən edilmiş və bu tənliklər müəyyən zaman kəsiyində Kür çayının meandrında məcranın plan üzrə yenidən formalaşmasını, meandrın yaranmasını, inkişafını və məcrasının fiziki dayanıqsızlığını qiymətləndirilməyə imkan verir.
9. Kür çayının meandrlarında mayenin hərəkəti nəticəsində məcranın düzləndirilməsi üçün tövsiyələr paketi hazırlanmış, Milli Aerokosmik Agentliyinin Ekologiya İnstitutuna təsdiq və istifadə üçün verilmiş və "Tətbiq aktı" alınmışdır.

**Dissertasiya işinin əsas məzmunu aşağıdakı konfrans materiallarında və məqalələrdə öz əksini tapmışdır:**

1. Караев М.А., Абдурогимов С.Г. О взаимовлиянии источников местных гидравлических потерь. –Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, 2003, № 1, s.14-18.

2. Əliyev V.Ə., Əhmədov A.A., Qafarov E.K., Abdurahimov S. Çaylarda daşqın anlayışı və daşqın problemi. – Ekologiya və su təsərrüfatı jurnalı, 2011, № 5, s.50-53.

3. Əliyev V., Abdurahimov S. Kür çayında məcra prosesləri və daşqın riski. –“İcmaları – Нього Fəaliyyət Proqramına uyğun olaraq əhalinin, iqtisadiyyatın və ətraf mühitin mühafizəyə hazırlanmasında yerli icra hakimiyyəti orqanları və bələdiyyələrin qarşılıqlı fəaliyyəti” mövzusunda elmi-praktik konfransın materialları, 15 noyabr 2011-ci il, Bakı, s.113-115.

4. Абдурогимов С.Г. Особенности русловых процессов в нижней Куре. – Материалы III Международной конференции «Достижения современной науки», Баку, 28-30 октября 2011г, с.48-51.

5. Абдурагимов С.Г.Расчет русла реки Кура на криволинейных участках. –Georgian Engineering News, 2011, v.59, № 3, p.82-85.

6. Abdurahimov S.Kür çayının meandrlarında suyun dinamikası.– Nəzəri və tətbiqi mexanika jurnalı, 2011, № 3-4, c.62-67.

7. Rəhimova S., Əliyev V., Əhmədov A., Qafarov E., Abdurahimov S. Aşağı Kürdə daşqın yarıdan fiziki proseslər. – “Qloballaşma ilə əlaqədar fəvqəladə hallara qarşı mübarizənin müasir problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktik konfransın materialları, 30-31may 2012-ci il, Bakı, Azərbaycan, s.161-163.

8. Абдурагимов С.Г.Руслоформирующие пойменные процессы в нижней Курае. – Материалы Первой международной научной конференции «Наука в XXI веке», 25-26 августа 2012г, Баку, Азербайджан,с.7-9.

9. Əliyev V.Ə., Abdurahimov S.H., Rəhimova S.Ə., Ramazanlı Z.Z. Kür çayında turbulent axım. –“Təbii fəlakətlərə daha çox məruz qalan regionlarda dayanıqlığın yüksəldilməsi, icmaların fəvqəladə hallara hazırlanması və əhali arasında risk mədəniyyətinin yüksəldilməsi” mövzusunda elmi-praktik konfransın materialları, 19-20 noyabr 2012-ci il, Bakı, Azərbaycan, s.87-89.

10.Abdurahimov S.H., Mehdiyeva G.Y., Mehdiyev E.V. Kür çayının turbulent axımında sürətlərin paylanması. – AMAKA-nın Elmi xəbərləri jurnalı, 2013, cild 16, № 1-2 (16),s.64-68.

11.Абдурагимов С.Г. Русловые процессы и особенности потока на крутых меандрах Нижней Куры.–Georgian Engineering News, 2013, v.67, № 3.,p.79-83.

12.Махмудов Р.Н., Алиев В.А., Абдурагимов С.Г.. Изоляция русла от поймы в Нижней Курае и её последствия.–Российский журнал "Метеорология и гидрология" с переизданием в США, 2014 (в печати).

4, 5, 6, 8 və 11-ci işlər fərdi şəkildə yerinə yetirilmişdir. 1, 2, 3, 7, 10, 9, 12-ci işlərin hazırlanmasında hər bir həmmüəllifin iştirakı eyni dərəcədə olmuşdur.

**Абдурагимов Сахиб Гусейнбала оглы**  
**Математическое моделирование динамики жидкости**  
**русла в меандрах реки Кура**  
**РЕЗЮМЕ**

Диссертационная работа посвящена математическому моделированию динамики жидкости и русла в меандрах реки Кура. Река Кура относится к категории самых больших рек. Так называемая Нижняя Кура, простирающаяся от нижнего бьефа Мингечаурской плотины до Каспийского моря, имеет среднее падение русла 7см на каждый км длины и характеризуется высокой степенью меандрированности ( $\geq 2,5$ ).

В морфометрическом отношении в основе физических процессов, создающих современные чрезвычайные положения на реке Кура стоят два важных обстоятельства. Во-первых, малый уклон русла и высокая концентрация наносов вызывают вертикальную динамику русла, выражающуюся в подъеме дна русла. Во-вторых, наличие крутых меандров русла приводит к усилению циркуляционных явлений потока жидкости, в результате чего выпуклые участки внешнего берега размываются и размывтый грунт аккумулируется на противоположном внутреннем берегу. Актуальность проведенных исследований диктуется тем, что при прогнозировании и проектировании выпрямления крутых меандров и берегоукрепительных работ возникает острая потребность в использовании математической модели динамики жидкости и русла.

Основная цель проведенных исследований состоит в математическом моделировании физико-механических процессов, протекающих в меандрах нижней части реки Куры, на основе имеющейся информации и эмпирических материалов об окружающей среде, морфометрических характеристиках и гидрологическом режиме реки.

Главное защищаемое положение диссертационной работы состоит в том, что феноменологическим подходом к решению уравнений движения жидкости с виртуальными коэффициентами вязкости можно вычислять русло в меандрах, исследовать динамику жидкости, определять распределение скоростей в турбулентном потоке вдоль и поперек русла, прогнозировать местоизменение меандра.

**Abdurahimov Sahib Huseinbala oglu**  
**Mathematical modeling of dynamics of liquid and riverbed in**  
**meanders of Kura river**  
**SUMMARY**

Dissertational work is devoted mathematical modeling of dynamics of liquid and riverbed in meanders of Kura river, which with length 1515km concerns a category of the greatest rivers. The so-called Low Kura stretched from the Mingechevir dam to Caspian sea has average riverbed falling (bent) 7cm on each km of length. Therefore, the Low Kura is considered the flat river. The Low Kura is characterized also by high degree of meandering ( $\geq 2,5$ ).

In morphometrical view, at the heart of physical processes creating modern emergency situations in the Kura river there are two important circumstances. First, because of insignificant bent of a riverbed and high concentration of sediment lifting of a bottom of riverbed causes its vertical dynamics. Secondly, presence of abrupt meanders leads to turbulence of liquid stream and as a result it convex coast are washed away also a dim ground accumulates in opposite concave coast. Such, horizontal dynamics of a riverbed arises in the image. The urgency of the spent researches is dictated to that at forecasting of straightening of abrupt meanders and shore protection works there is a severe need of mathematical modeling of dynamics of liquid and riverbed.

The main objective of the spent researches consists in mathematical modeling of physical processes proceeding in meanders of Kura river on the basis of the taking into account of existing information and empirical materials about environment, morphometrical characteristics and hydrological regime of the river.

The main protected position of dissertational work consists that the phenomenological approach to the decision of the equations of movement of a liquid with virtual factors of viscosity it is possible to calculate a channel in meanders, dynamics of a liquid and to define distribution of speeds in a turbulent stream up and down channels.

**АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ НЕФТЯНАЯ  
АКАДЕМИЯ**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТИ, ГАЗА И  
ХИМИЯ**

*На правах рукописи*

**САХИБ ГУСЕЙНБАЛА ОГЛУ АБДУРАГИМОВ**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ  
ЖИДКОСТИ И РУСЛА В МЕАНДРАХ РЕКИ КУРА**

Специальность: 2003.01 – Механика жидкости, газа и плазмы

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание учёной степени

доктора философии по технике

**БАКУ - 2014**