

ГИДРОЛОГИЯ / HYDROLOGY

УДК:556.535.6+556.048

**ТОҒ ДАРЁЛАРИ МУАЛЛАҚ ОҚИЗИҚЛАРИ ҲОСИЛ БЎЛИШИНING
МЕТЕОРОЛОГИК ОМИЛЛАРГА БОҒЛИҚЛИГИ****О.Т. ХОЛТОЖИЕВА^{1*}, З.Ф. ХАКИМОВА¹, Ф.Ҳ. ҲИКМАТОВ¹, Н.А. РАХИМОВ²**

¹ Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети, hikmatov_f@mail.ru, oujamolxoltojiyeva@gmail.com, zilola_khakimova@inbox.ru

² Тошкент вилояти Гидрометеорология маркази, rahimovnurilla@gmail.com

***Аннотация.** Мақола тоғ дарёлари муаллақ оқизикларининг ҳосил бўлишига метеорологик омилларнинг таъсирини статистик баҳолашга бағишланган. Ишда мазкур масала Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари мисолида ёритилган. Гидрометеорологик ўзгарувчилар орасидаги кўп ҳадли боғланишларни статистик баҳолашга оид ҳисоблаш ишлари Г.А.Алексеев усулида амалга оширилган. Ўзгарувчилар орасидаги боғланишларнинг нормаллаштирилган регрессия тенгламалари олинган ва уларнинг аниқлиги баҳоланган.*

***Калит сўзлар:** дарё, сув сарфи, муаллақ оқизиклар, атмосфера ёгинлари, ҳаво ҳарорати, корреляция коэффициенти, регрессия тенгламаси, баҳолаш.*

Кириш. Тоғ дарёлари муаллақ оқизиклари гидрологик режимини ўрганиш катта илмий ва амалий аҳамиятга эга. Масаланинг илмий аҳамияти шундаки, дарёлар муаллақ оқизиклари оқимини ўрганиш натижалари улар ҳавзаларида кечадиган сув эрозияси жараёни қонуниятларини аниқлаш, улар асосида тоғли ҳудудлар рельефини реконструкция қилиш имконини беради. Ушбу йўналишдаги тадқиқотларнинг амалий аҳамияти ҳам жуда катта. Жумладан, муаллақ оқизиклар оқими кўп жиҳатдан дарёлар ўзанининг шаклланишига, сув омборларининг лойқа оқизиклар билан тўлиб бориш жадаллигига ва гидротехник иншоотларнинг ишлаш режимига таъсир кўрсатади. Ўрганилаётган Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасида Тошкент вилояти суғориладиган ерларининг сув таъминотини яхшилаш мақсадида қурилган Оҳангарон, Туябўғиз, Чорбоғ сув омборлари мавжудлигини ҳисобга олсак, ишда кўрилаётган масаланинг аҳамияти янада яққол кўзга ташланади.

Ўрта Осиё дарёлари муаллақ оқизиклари режимини ўрганишга қаратилган дастлабки тадқиқотлар В.Л.Шульц [Шульц, 1965], О.П.Щеглова [Щеглова, 1972, 1984], К.С.Кабанова [Кабанова, 1952], Ю.Н.Иванов [Иванов, 1967], А.Р.Расулов [Расулов, 1972], С.Р.Саидова [Саидова, 1976], З.С.Сирлибоева [Сирлибоева, 1980] ва бошқа олимлар томонидан амалга оширилган. Охирги йилларда ушбу муаммо доирасида Ф.Ҳикматов [Ҳикматов, 2011], Х.К.Ташметов [Ташметов, 1981], Д.П.Айтбоев [Айтбоев, 2006], К.Р.Раҳмонов [Раҳмонов, 2008], Г.У.Жумабоева [Жумабоева, 2019] ва бошқалар муваффақиятли изланишлар олиб бормоқдалар.

Юқорида номлари тилга олинган олимлар томонидан бажарилган ишлар асосан Ўрта Осиё ҳудудига жойлашган йирик дарёлар муаллақ оқизиклари мисолида бажарилган. Ушбу масалани Оҳангарон, Туябўғиз ҳамда Чорбоғ сув омборларини сув

* Масъул муаллиф: oujamolxoltojiyeva@gmail.com, тел.: +998 99 853-83-54

билан таъминлайдиган Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари мисолида ўрганиш долзарб аҳамият касб этади.

Мақолани тайёрлаш жараёнида географик умумлаштириш, гидрологик аналогия, гидрологик ҳисоблашларнинг замонавий усулларида фойдаланилди. Ўрганилаётган дарёлар муаллақ оқизиклари оқимининг иқлимий омилларга боғлиқлигини статистик баҳолашда Г.А.Алексеев [Алексеев, 1971] таклиф этган корреляцион боғланишларни объектив тенглаштириш ва нормаллаштириш усули қўлланилди.

Тадқиқот ишининг асосий **мақсади** Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасидаги тоғ дарёлари муаллақ оқизиклари билан уларнинг ҳосил бўлишига таъсир этувчи метеорологик омиллар орасидаги боғлиқликни статистик баҳолашдан иборат. Ушбу мақсадни амалга ошириш учун куйидаги **вазифалар** белгиланди ва ишда ўз ечимини топди: 1) Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари табиий сув режимини кузатадиган гидрологик постларни танлаш, уларда ўлчанган сув ва муаллақ оқизиклар сарфлари ҳақидаги маълумотларни тўплаш, бирламчи қайта ишлаш, умумлаштириш; 2) репрезентатив метеорологик кузатиш пунктларини танлаш, уларда ўлчанган атмосфера ёғинлари ва ҳаво ҳарорати маълумотларини тўплаш, уларни бирламчи қайта ишлаш, маълумотлар базасини яратиш; 3) дарёлар муаллақ оқизиклари сарфлари билан иқлимий омиллар орасидаги жуфт ва кўпхадли корреляцион боғланишларни статистик баҳолаш.

Тадқиқот объекти сифатида танлаб олинган Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзаси, В.Л.Шульц [Шульц, 1965] тавсифлаганидек, жануб ва шарқда Курама ва Чотқол тоғ тизмалари билан, шимолда Талас Олатови, шимоли-ғарбда Угом ва уларнинг тармоқлари билан чегараланган. Жануби-ғарбда эса ҳавза чегарасини Сирдарё ўзанидан ўтказиш мумкин. Маълумки, ҳавзанинг асосий қисми Ўзбекистоннинг Тошкент вилояти ҳудудида, қолган қисми эса Қозоғистон ҳамда Қирғизистон Республикалари сарҳадларида жойлашган. Чирчиқ ва Оҳангарон дарёлари Сирдарёнинг нисбатан йирик ўнг ирмоқларидан бўлиб, улар аслида иккита мустақил ҳавзадан иборат. Лекин гидрологик тадқиқотларда бу икки дарё ҳавзаларини В.Л.Шульц [Шульц, 1965], А.Р.Расулов [Расулов, 1991] ва бошқалар тажрибаларига таянган ҳолда, бир ҳавзага бирлаштириб ўрганиш анча қулайлик яратади (1-жадвал).

Атмосфера ёғинлари, Ўрта Осиёнинг барча тоғли ҳудудидаги каби Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасида ҳам нотекис тақсимланган. Бу ҳолат ёғинлар миқдорининг ҳавза майдони ҳамда йил давомида мавсумий ва ойлар бўйича тақсимланишида акс этади. Энг кам ёғинлар ҳавзанинг жануби-ғарбий қисмига тўғри келади. Бу ерларда йиллик ёғин миқдори 250-300 мм ни ташкил этади. Ёғинлар миқдори ҳавзанинг шимоли-шарқий томонига қараб ортиб боради. Писком метеорология станциясида ўртача 850 мм ёғин қайд этилган. Писком водийсининг баланд тоғли қисмида йиллик ёғин миқдори 1800 мм ва ундан кўп бўлади. Ёғинлар йил фасллари бўйича ҳам нотекис тақсимланган. Йиллик ёғин миқдорининг 40-45 фоизи баҳорга, 5-10 фоизи ёзга, 20-25 фоизи кузга, 30-35 фоизи қиш фаслига тўғри келади. Март ойи ёғинлар миқдорининг кўплиги билан ажралиб туради (1-расм).

Асосий натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Дарёларнинг лойқа оқизиклари ҳақидаги таълимот асосчилари Г.В.Лопатин [Лопатин, 1949], Г.И.Шамов [Шамов, 1959], А.В.Караушев [Караушев, 1977], Н.И.Маккавеев [Маккавеев, 1955], Р.С.Чалов [Чалов, 1979] ва бошқалар қайд этганларидек, дарёларнинг муаллақ оқими сув сарфлари билан чамбарчас боғлиқдир. Ишда шу ҳолат эътиборга олиниб, ўрганилаётган дарёларнинг муаллақ оқизиклари билан сув сарфлари орасидаги боғланишлар графиклари чизилди ва улар таҳлил қилинди (2-расм).

1-жадвал

Дарёларнинг асосий гидрологик тавсифлари

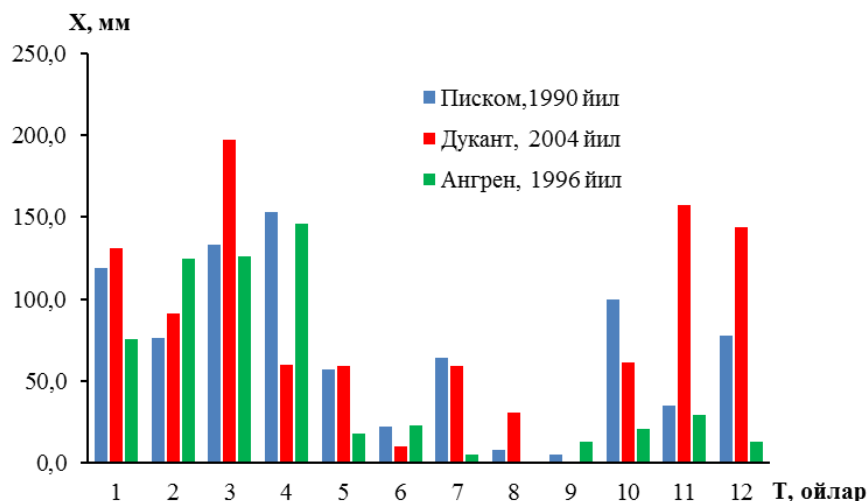
Таблица 1

Основные гидрологические характеристики рек

Table 1

Basic hydrological indicators of rivers

| Т.р. | Дарё – кузатиш жойи | Сув тўплаш майдони, F, км ² | Ҳавзанинг ўртача баландлиги H _{ўр.} , м | Кузатиш йиллари | |
|------|--------------------------|--|--|-----------------|-------------------------|
| | | | | сув сарфи | муаллақ окизиклар сарфи |
| 1 | Чотқол – Худойдотсой | 6580 | 2660 | 1965-2020 | 1965-2020 |
| 2 | Писком – Муллала | 2540 | 2740 | 1965-2020 | 1965-2020 |
| 3 | Ойгаинг – қуйилиши | 1010 | 3010 | 1950-2015 | 1934-1992 |
| 4 | Чиралма - қуйилиши | 103 | 2700 | 1934-2015 | 1934-1992 |
| 5 | Майдонтол - қуйилиши | 471 | 3130 | 1934-2015 | 1934-1992 |
| 6 | Угом - Хожикент | 869 | 2030 | 1950-2020 | 1950-2020 |
| 7 | Оҳангарон – Ертош қ. | 1110 | 1169 | 1971-2020 | 1971-2020 |
| 8 | Қизилчасой – Ертош қ. | 51,6 | 2340 | 1951-2020 | 1967-1992 |
| 9 | Нишбошсой – Нишбош қ. | 141 | 2050 | 1951-2020 | 1962-1992 |
| 10 | Жиблансой – Жиблан қ. | 19 | 1960 | 1981-2020 | 1981-2020 |
| 11 | Дукантсой – Дукант ш. | 201 | 2210 | 1971-2020 | 1973-1992 |
| 12 | Қорабоғсой – Самарчук қ. | 166 | 1031 | 1949-2020 | 1962-2020 |
| 13 | Шаугазсой – Қоратош қ. | 65,8 | 1660 | 1951-2020 | 1962-1992 |
| 14 | Абжазсой – Абжазсой қ. | 70,5 | 1590 | 1978-2020 | 1980-2020 |

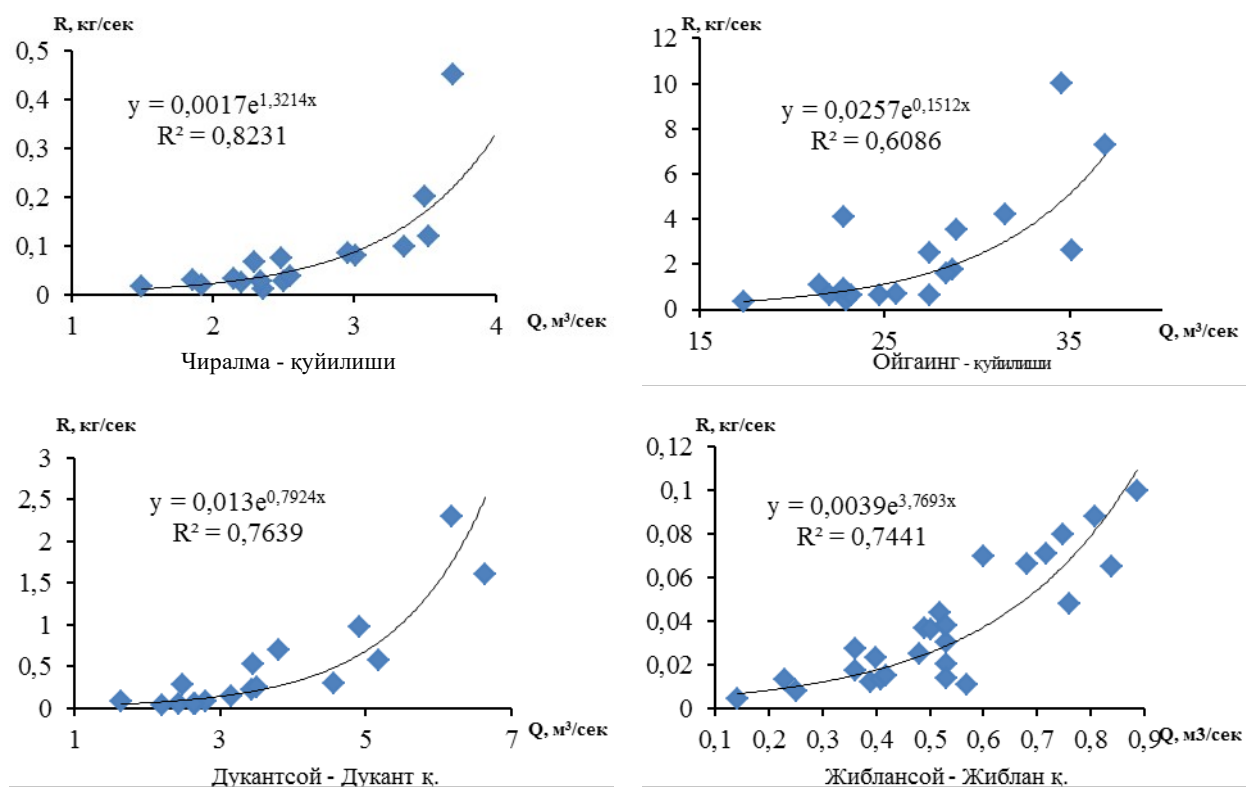


1-расм. Атмосфера ёғинлари ойлик миқдорларининг йил давомида тақсимланиши

Рис. 1. Внутригодовое распределение месячных сумм атмосферных осадков

Fig. 1. Annual distribution of monthly atmospheric precipitation

Графиклар асосида дарёларнинг сув ва муаллақ окизиклар сарфлари боғлиқлигини ифодаловчи регрессия тенгламалари олинди ва уларнинг аниқлиги баҳоланди (2-жадвал). Мазкур тенгламалар асосида Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасидаги тоғ дарёларида муаллақ окизиклар оқими маълумотларидаги узилишлар тикланиб, бир маънолига келтирилди.



2-расм. Дарёларнинг ўртача йиллик муаллақ оқизиклари ($\bar{R}_{\text{я}}$) билан сув сарфлари ($\bar{Q}_{\text{г}}$) орасидаги боғланишлар графиклари

Рис. 2. Графики связи между средними годовыми расходами взвешенных наносов ($\bar{R}_{\text{г}}$) и воды ($\bar{Q}_{\text{г}}$)

Fig. 2. Graphs of the relationship between the average annual flow rates of suspended sediment ($\bar{R}_{\text{г}}$) and water ($\bar{Q}_{\text{г}}$)

Ушбу графикларнинг регрессия тенгламалари асосида муаллақ оқизиклар сарфлари маълумотларидаги узилишлар тикланди. Натижада барча дарёларнинг ўртача йиллик оқизиклар сарфлари бир маъноли қаторларга келтирилди. Чирчиқ-Охангарон ҳавзаси дарёлари сув ва муаллақ оқизиклар сарфлари боғлиқлигини ифодаловчи регрессия тенгламалари тузилди ва уларнинг аниқлиги баҳоланди. Регрессия тенгламаларининг деярли 60 фоизи 0,800 дан йирик қийматларни ташкил этди. Тенгламаларнинг 30 фоизи 0,700 дан баланд бўлди. Чиралма дарёсида (0,900) бу қиймат энг йирик кўрсаткичга эга бўлди. Фақат айрим дарёларда, яъни Қорабоғсой (0,516) ва Абжазсойда (0,643) бу қийматлар нисбатан кичикроқ қийматларни ташкил этди.

Атмосфера ёғинларининг тури (қор, ёмғир), К.С.Кабанова [Кабанова, 1952], О.П.Щеглова [Щеглова, 1972, 1983], Ф.Ҳ.Ҳикматов [Ҳикматов, 2011] ва бошқаларнинг тадқиқотларида қайд этилганидек, дарёларнинг лойқа оқизиклари ҳосил бўлишига турлича таъсир кўрсатади. Шу туфайли дарёлар муаллақ оқизиклари оқимиға иқлимий омилларнинг таъсирини баҳолашда уларнинг ёғинлар тури, яъни қор ва ёмғир кўринишида ёғиши ҳисобга олинди.

2-жадвал

**Дарёларнинг сув ва муаллақ окизиклари сарфлари боғлиқлигини ифодаловчи
регрессия тенгламалари**

Таблица 2

**Уравнения регрессии зависимостей между расходами воды и взвешенных наносов
рек**

Table 2

**Regression equations for the relationships between water flows and suspended sediments of
rivers**

| Т.р. | Дарё* | Регрессия тенгламаси | $r \pm \sigma_r$ |
|------|------------|---|-------------------|
| 1 | Чотқол | $R_{\text{ўрт}} = 0,934 \cdot e^{0,027 \cdot Q}$ | $0,876 \pm 0,017$ |
| 2 | Писком | $R_{\text{ўрт}} = 0,203 \cdot e^{0,048 \cdot Q}$ | $0,811 \pm 0,033$ |
| 3 | Ойгаинг | $R_{\text{ўрт}} = 0,0257 \cdot e^{0,1512 \cdot Q}$ | $0,864 \pm 0,044$ |
| 4 | Чиралма | $R_{\text{ўрт}} = 0,0017 \cdot e^{1,3214 \cdot Q}$ | $0,900 \pm 0,031$ |
| 5 | Майдонтол | $R_{\text{ўрт}} = 0,042 \cdot e^{0,19 \cdot Q}$ | $0,766 \pm 0,072$ |
| 6 | Угом | $R_{\text{ўрт}} = 0,421 \cdot e^{0,111 \cdot Q}$ | $0,787 \pm 0,032$ |
| 7 | Оҳангарон | $R_{\text{ўрт}} = 0,133 e^{0,145 \cdot Q_{\text{ўрт}}}$ | $0,817 \pm 0,035$ |
| 8 | Қизилчасой | $R_{\text{ўрт}} = 0,005 e^{2,67 \cdot Q_{\text{ўрт}}}$ | $0,778 \pm 0,058$ |
| 9 | Нишбошсой | $R_{\text{ўрт}} = 0,015 e^{0,443 \cdot Q_{\text{ўрт}}}$ | $0,787 \pm 0,057$ |
| 10 | Жиблансой | $R_{\text{ўрт}} = 0,0039 e^{3,7693 \cdot Q_{\text{ўрт}}}$ | $0,898 \pm 0,026$ |
| 11 | Дукантсой | $R_{\text{ўрт}} = 0,013 e^{0,792 \cdot Q_{\text{ўрт}}}$ | $0,874 \pm 0,039$ |
| 12 | Қорабоғсой | $R_{\text{ўрт}} = 0,021 e^{0,465 \cdot Q_{\text{ўрт}}}$ | $0,516 \pm 0,070$ |
| 13 | Шаугазсой | $R_{\text{ўрт}} = 0,0011 e^{3,88 \cdot Q_{\text{ўрт}}}$ | $0,804 \pm 0,049$ |
| 14 | Абжазсой | $R_{\text{ўрт}} = 0,006 e^{2,233 \cdot Q_{\text{ўрт}}}$ | $0,643 \pm 0,075$ |

Изоҳ: * кузатиш пунктлари номи 1-жадвалда келтирилган; $r \pm \sigma_r$ – корреляция коэффициентлари ва унинг хатолиги.

Примечание: * наименование точек наблюдения приведено в таблице 1; $r \pm \sigma_r$ – коэффициент корреляции и его ошибка.

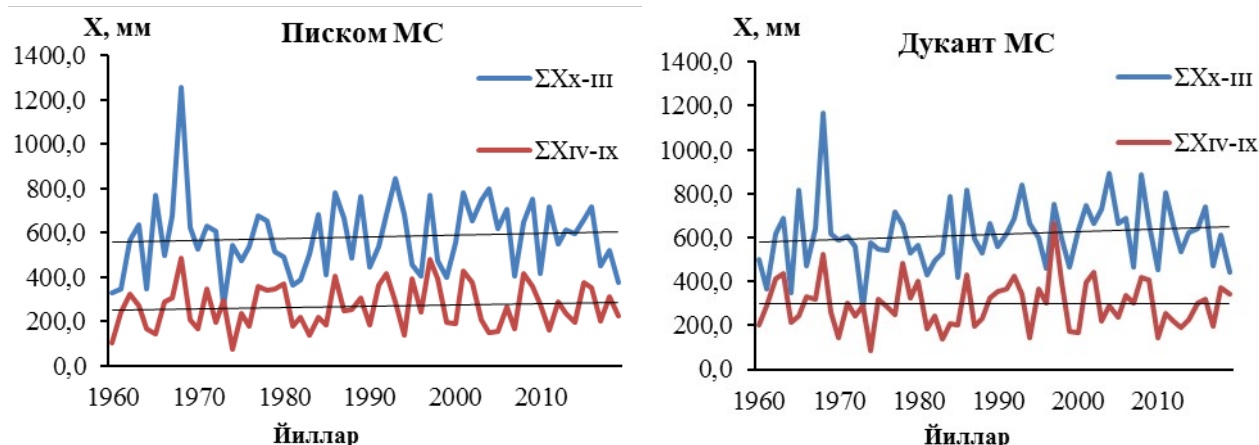
Note: * names of observation points are given in Table 1; $r \pm \sigma_r$ – correlation coefficient and its error.

Ёғинлар икки турга, яъни қишки (ΣX_{X-III}) ва ёзги (ΣX_{IV-IX}) ёғинларга ажратилди. Қишки ёғинларга октябрь-март ойларида асосан қор шаклида, ёзги ёғинларга эса апрель-сентябрь ойларида кўпроқ ёмғир кўринишидаги ёғадиган ёғинлар киради (3-расм).

Ҳарорат режимининг индекси сифатида ўрганилаётган дарёлар ҳавзаларидаги метеорология станцияларида илиқ ярим йилликда (апрель-сентябрь) кузатишган ўртача ҳаво ҳарорати (\bar{t}_{IV-IX}) маълумотларидан фойдаландик.

Ҳисоблашлар Г.А.Алексеев [Алексеев, 1971] таклиф этган корреляцион боғланишларни объектив тенглаштириш ва нормаллаштириш усулида бажарилди. Чунки мазкур усулнинг афзалликлари куйидагиларда акс этади: 1) кўп ҳадли боғланишлар зичлиги статистик баҳоланади; 2) ҳар бир дарё учун кўпҳадли боғланишларнинг нормаллаштирилган регрессия тенгламалари тузилади; 3) нормаллаштирилган регрессия тенгламаларига аргументларнинг қўшган ҳиссалари ва уларнинг самарадорлиги баҳоланади.

Мазкур усулни гидрометеорологик ҳисоблашлар амалиётида қўллаш механизми Г.А.Алексеев [Алексеев, 1971], Ф.Х.Ҳикматов [Ҳикматов, 2011] ва бошқаларнинг тадқиқотларида батафсил баён этилган.



3-расм. Қишки (ΣX_{x-III}) ва ёзги (ΣX_{IV-IX}) ёғинлар йиғиндиларининг йиллараро тебранишлари (1960-2020 йй.)

Рис. 3. Многолетние колебания сумм зимних (ΣX_{x-III}) и летних (ΣX_{IV-IX}) осадков (1960-2020 гг.)

Fig. 3. Long-term fluctuations in the amounts of winter (ΣX_{x-III}) and summer (ΣX_{IV-IX}) precipitation (1960-2020)

Мазкур тадқиқотда ҳисоблашлар қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилди:

- 1) ўзгарувчилар, яъни дарёларнинг ўртача йиллик муаллақ оқизиклари сарфлари ($\bar{R}_{\bar{R}}$), қишки (ΣX_{x-III}) ва ёзги (ΣX_{IV-IX}) ёғинлар ҳамда ёзги ҳаво ҳарорати (\bar{t}_{IV-IX}) миқдорларидан ташкил топган қаторлари ўсиб бориш тартибида қайта тузилди;
- 2) уларнинг ўсиб боровчи қаторларидаги тартиб рақамлари асосида қатор аъзоларининг эмпирик эҳтимолликлар ҳисобланди;
- 3) ўзгарувчиларнинг, яъни муаллақ оқизиклар сарфлари [$U_0(\bar{R}_{\bar{R}})$], қишки [$U_1(\Sigma X_{x-III})$] ва ёзги [$U_2(\Sigma X_{IV-IX})$] атмосфера ёғинлари ҳамда ёзги ҳаво ҳарорати [$U_3(\bar{t}_{IV-IX})$] нинг меъёрлаштирилган қийматлари аниқланди;
- 4) гидрометеорологик ўзгарувчилар нормаллаштирилган қийматларининг жуфт кўпайтмалари ҳисобланди;
- 5) жуфт кўпайтмаларнинг йиғиндилари асосида эмпирик ковариация коэффицентлари ($\mu_{01}, \mu_{02}, \mu_{03}, \mu_{12}, \mu_{13}, \mu_{23}$) ва жуфт корреляция коэффицентлари ($r_{01}, r_{02}, r_{03}, r_{12}, r_{13}, r_{23}$) Г.А.Алексеев [Алексеев, 1971] таклиф этган ифодалар асосида ҳисобланди;
- 6) жуфт корреляция коэффицентларининг ҳисобланган қийматлари ва номаълум регрессия коэффицентларидан ($\alpha_{01}, \alpha_{02}, \alpha_{03}$) иборат чизикли тенгламалар системаси тузилди;
- 7) ушбу чизикли тенгламалар системасидаги номаълум регрессия коэффицентларидан ($\alpha_{01}, \alpha_{02}, \alpha_{03}$) қийматлари ҳисобланди;
- 8) регрессия коэффицентларини ҳисобга олган ҳолда, нормаллаштирилган регрессия тенгламаси тузилди;
- 9) нормаллаштирилган регрессия тенгламасининг аниқлиги кўрсаткичи – тўлиқ корреляция коэффиенти (r_0) ва унинг хатолиги (σ_{r_0}) ҳисобланди.

Тадқиқотда бажарилиши лозим бўлган ишлар юқорида баён этилган кетма-кетликда амалга оширилди. Унинг навбатдаги босқичида ўрганилаётган дарёлар муаллақ оқизиклари сарфлари билан иқлимий омиллар орасидаги боғланишларнинг жуфт корреляция коэффицентлари ($r_{01}, r_{02}, r_{03}, r_{12}, r_{13}$ ва r_{23}) аниқланди. Ҳисоблашлар биринчи базавий (ББИД, 1961-1990 йй.) ва жорий (ЖИД, 1991-2020 йй.) иқлимий даврлар учун амалга оширилди (3-жадвал).

Муаллақ оқизиклар сарфлари билан қишки ёғинлар орасидаги боғланишлар жуфт корреляция коэффициентларининг энг катта қиймати ($r=0,835$) ББИДда Писком (Муллала) дарёсида қайд этилган бўлса, энг кичик қиймати ($r=0,430$) Нишбошсойга (Нишбош қ.) тўғри келди. ЖИДда корреляция коэффициентининг энг катта кўрсаткичи ($r=0,801$) Чотқол (Худойдотсой д.к.), энг кичик қиймати ($r=0,086$) эса Қорабоғсой (Самарчук қ.) учун олинди.

Дарёларнинг муаллақ оқизиклари сарфлари билан ёзги ёғинлар орасидаги боғланишларнинг жуфт корреляция коэффициентлари ББИДда $0,289 \div 0,696$ ораликда ўзгарди. ЖИДда эса уларнинг ўзгаришлари $0,224 \div 0,621$ ораликни ташкил қилди. Шунингдек, дарёлар муаллақ оқизиклари оқими билан ёзги ҳаво ҳарорати орасидаги боғланишлар жуфт корреляция коэффициентлари қийматларининг кўпчилик ҳолатларда манфий қийматларга эга бўлганлигини алоҳида қайд этиш лозим.

3-жадвал

Муаллақ оқизиклар сарфлари билан метеорологик омиллар орасидаги боғланишларнинг жуфт корреляция коэффициентлари

Таблица 3

Парные коэффициенты корреляции связей между расходами взвешенных наносов и метеорологическими факторами

Table 3

Pair correlation coefficients of relationships between suspended sediment flow and meteorological factors

| Т.р. | Дарё* | Жуфт корреляция коэффициентлари | | |
|------|------------|---------------------------------|-------------|---------------|
| | | r_{01} | r_{02} | r_{03} |
| 1 | Чотқол | 0,514/0,801 | 0,501/0,478 | -0,331/-0,397 |
| 2 | Писком | 0,835/0,498 | 0,466/0,457 | -0,233/-0,461 |
| 3 | Ойгаинг | 0,685/0,345 | 0,325/0,409 | -0,285/-0,250 |
| 4 | Чиралма | 0,857/0,300 | 0,501/0,266 | -0,218/-0,190 |
| 5 | Майдонтол | 0,787/0,104 | 0,456/0,399 | -0,268/-0,111 |
| 6 | Угом | 0,596/0,633 | 0,289/0,495 | -0,382/-0,385 |
| 7 | Охангарон | 0,781/0,456 | 0,538/0,497 | -0,252/-0,585 |
| 8 | Қизилчасой | 0,477/0,758 | 0,550/0,521 | -0,201/-0,639 |
| 9 | Нишбошсой | 0,430/0,539 | 0,607/0,368 | -0,388/-0,699 |
| 10 | Жиблансой | 0,601/0,433 | 0,377/0,464 | -0,422/-0,331 |
| 11 | Дукантсой | 0,668/0,504 | 0,512/0,621 | -0,003/-0,292 |
| 12 | Қорабоғсой | 0,696/0,086 | 0,446/0,224 | -0,385/0,235 |
| 13 | Шаугазсой | 0,484/0,639 | 0,696/0,480 | -0,457/-0,469 |
| 14 | Абжазсой | 0,614/0,133 | 0,479/0,359 | -0,351/-0,073 |

Изоҳ: * кузатиш пунктлари номи 1-жадвалда келтирилган. r_{01} , r_{02} , r_{03} – муаллақ оқизиклар сарфлари билан, мос равишда, қишки ва ёзги ёғинлар ҳамда ёзги ҳаво ҳароратлари орасидаги боғланишларнинг жуфт корреляция коэффициентлари; касрнинг сурати ББИДга, махражи эса ЖИДга тегишли.

Примечание: * наименование точек наблюдения приведено в таблице 1. r_{01} , r_{02} , r_{03} – парные коэффициенты корреляции связей между расходами взвешенного наноса, зимними и летними осадками и летними температурами воздуха соответственно; числитель дроби принадлежит ПБКП, а знаменатель ТКП.

Note: * names of observation points are given in Table 1. r_{01} , r_{02} , r_{03} – pairwise correlation coefficients of relationships between suspended sediment discharges, winter and summer precipitation and summer air temperatures, respectively; the numerator of the fraction belongs to FBCP, and the denominator belongs to CCP.

Регрессия коэффициентларининг ($\alpha_{01}, \alpha_{02}, \alpha_{03}$) қийматларини аниқлаш мақсадида юқорида қайд этилган қуйидаги уч номаълумли чизикли тенгламалар системаси тузилди:

$$\begin{cases} \alpha_{01} + r_{12} \cdot \alpha_{02} + r_{13} \cdot \alpha_{03} = r_{01} \\ r_{12} \cdot \alpha_{01} + \alpha_{02} + r_{23} \cdot \alpha_{03} = r_{02} \\ r_{13} \cdot \alpha_{01} + r_{23} \cdot \alpha_{02} + \alpha_{03} = r_{03} \end{cases} \quad (1)$$

Ушбу системанинг бош (Δ) ва ёрдамчи ($\Delta_{01}, \Delta_{02}, \Delta_{03}$) детерминантлари Крамер усулида аниқланди. Сўнг, уларнинг нисбатлари асосида, регрессия коэффициентларининг қийматлари қуйидаги ифодалар ёрдамида ҳисобланди:

$$a) \alpha_{01} = \frac{\Delta_{01}}{\Delta}, \quad b) \alpha_{02} = \frac{\Delta_{02}}{\Delta}, \quad в) \alpha_{03} = \frac{\Delta_{03}}{\Delta}. \quad (2)$$

Регрессия коэффициентлари ўрганилаётган Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасидаги ҳар бир дарё учун аниқланди (4-жадвал).

4-жадвал

Регрессия ва тўлиқ корреляция коэффициентларининг қийматлари

Таблица 4

Значения коэффициентов регрессии и полных коэффициентов корреляции

Table 4

Values of regression coefficients and full correlation coefficients

| Т.р. | Дарё – кузатиш жойи | α_{01} | α_{02} | α_{03} | $r_0 \pm \sigma_{r_0}$ |
|------|---------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|
| 1 | Чотқол | 0,739/0,432 | 0,099/0,363 | -0,152/-0,109 | 0,830±0,065/0,669±0,106 |
| 2 | Писком | 0,766/0,410 | 0,185/0,410 | 0,008/-0,244 | 0,853±0,067/0,710±0,095 |
| 3 | Ойгаинг | 0,699/0,224 | 0,058/0,325 | 0,083/-0,003 | 0,722±0,092/0,459±0,168 |
| 4 | Чиралма | 0,779/0,276 | 0,287/0,256 | 0,177/0,042 | 0,922±0,029/0,399±0,179 |
| 5 | Майдонтол | 0,724/0,095 | 0,162/0,562 | 0,023/0,275 | 0,806±0,067/0,514±0,157 |
| 6 | Угом | 0,599/0,557 | 0,240/0,352 | -0,394/-0,081 | 0,759±0,081/0,747±0,085 |
| 7 | Оҳангарон | 0,707/0,229 | 0,298/0,220 | 0,140/0,373 | 0,864±0,049/0,657±0,109 |
| 8 | Қизилчасой | 0,293/0,571 | 0,488/0,199 | 0,131/-0,236 | 0,829±0,060/0,659±0,109 |
| 9 | Нишбошсой | 0,172/0,248 | 0,489/0,045 | -0,061/-0,595 | 0,752±0,084/0,628±0,116 |
| 10 | Жиблансой | 0,491/0,329 | 0,082/0,210 | -0,203/-0,081 | 0,642±0,113/0,496±0,145 |
| 11 | Дукантсой | 0,553/0,351 | 0,380/0,578 | 0,154/0,151 | 0,762±0,081/0,752±0,084 |
| 12 | Қорабоғсой | 0,615/0,158 | 0,064/0,468 | -0,166/0,551 | 0,722±0,092/0,499±0,144 |
| 13 | Шаугазсой | 0,181/0,522 | 0,555/0,280 | -0,093/0,045 | 0,699±0,098/0,718±0,093 |
| 14 | Абжазсой | 0,491/0,064 | 0,250/0,440 | 0,064/0,191 | 0,667±0,107/0,425±0,158 |

Изоҳ: * кузатиш пунктлари номи 1-жадвалда келтирилган. α_{01}, α_{02} ва α_{03} – регрессия коэффициентлари; $r_0 \pm \sigma_{r_0}$ – тўлиқ корреляция коэффициенти ва унинг хатолиги; касрнинг сурати ББИДга, махражи эса ЖИДга тегишли.

Примечание: * наименование точек наблюдения приведено в таблице 1. α_{01}, α_{02} и α_{03} – коэффициенты регрессии; $r_0 \pm \sigma_{r_0}$ – полный коэффициент корреляции и его ошибка; числитель дроби принадлежит ПБКП, а знаменатель ТКП.

Note: * names of observation points are given in Table 1. α_{01}, α_{02} and α_{03} – regression coefficients; $r_0 \pm \sigma_{r_0}$ – total correlation coefficient and its error; the numerator of the fraction belongs to FBCP and the denominator belongs to CCP.

Регрессия коэффициентларининг ҳисобланган қийматлари ўрганилаётган барча дарёлар учун нормаллаштирилган регрессия тенгламаларини тузиш имконини беради. Дарёларнинг муаллақ оқизиклари билан иқлимий омиллар орасидаги боғланишларни ифодаловчи ушбу тенгламалар куйидаги умумий кўринишга эга бўлди:

$$U_0(\bar{R}_{\text{д}}) = \alpha_{01} \cdot U_1(\Sigma X_{\text{X-III}}) + \alpha_{02} \cdot U_2(\Sigma X_{\text{IV-IX}}) + \alpha_{03} U_3(\bar{t}_{\text{IV-IX}}),$$

ифодада $U_0(\bar{R}_{\text{д}})$, $U_1(\Sigma X_{\text{X-III}})$, $U_2(\Sigma X_{\text{IV-IX}})$, $U_3(\bar{t}_{\text{IV-IX}})$ – ўзгарувчиларнинг нормаллаштирилган қийматлари.

Дарёлар муаллақ оқизиклари оқимини миқдорий баҳолаш имконини берадиган нормаллаштирилган регрессия тенгламаларининг аниқлиги баҳоланди (4-жадвал). Шу мақсадда боғланишлар зичлигини ифодаловчи тўлиқ корреляция коэффициентлари (r_0) ва уларнинг хатоликлари (σ_{r_0}) ҳисобланди. Ушбу умумий кўринишдаги тенглама алоҳида олинган дарё учун регрессия коэффициентларининг қийматлари билан фарқ қилади.

Нормаллаштирилган регрессия тенгламасида қишки ёғинларнинг аҳамиятини ифодалайдиган регрессия коэффициентларининг қийматлари ББИД учун $0,172 \div 0,766$ ораликда ўзгарди. ЖИДда бу кўрсаткичлар $0,064 \div 0,571$ ораликда ўзгарди. Мазкур тенгламада ёзги ёғинларнинг муаллақ оқизиклар оқими ҳосил бўлишига қўшган хиссаларини ифодаловчи регрессия коэффициентларининг қийматлари ББИДда $0,058 \div 0,55$ ораликда, ЖИДда эса $0,199 \div 0,578$ ораликда ўзгарди. Ёзги ҳаво ҳарорати ($\bar{t}_{\text{IV-IX}}$) нинг аҳамиятини ифодалайдиган регрессия коэффициентларининг қийматлари айрим дарёларда манфий қийматларга эга бўлди.

Бажарилган тадқиқотнинг асосий **хулосалари** сифатида куйидагиларни қайд этиш мумкин.

1. Чирчиқ-Оҳангарон ҳавзасидаги табиий сув режимига эга бўлган тоғ дарёларида сув сарфлари доимий кузатиладиган гидрологик постлар маълумотлари тўпланди. Улардаги узилишлар тикланиб, муаллақ оқизиклар қаторлари бир маънолига келтирилди.

2. Дарёлар муаллақ оқизиклар оқими ҳосил бўлишининг метеорологик омилларга боғлиқлиги статистик баҳоланди. Ҳисоблашлар Г.А.Алексеев таклиф этган корреляцион боғланишларни объектив тенглаштириш ва нормаллаштириш усулини қўллаш асосида амалга оширилди.

3. Дарёлар муаллақ оқизикларини баҳолаш имконини берадиган нормаллаштирилган регрессия тенгламалари олинди. Ушбу тенгламаларининг аниқлигини ифодаловчи тўлиқ корреляция коэффициентлари ва уларнинг хатоликлари ҳисобланди. Тўлиқ корреляция коэффициентларининг қийматлари ББИДда $0,642 \div 0,922$ ораликда, ЖИДда эса $0,399 \div 0,752$ ораликда ўзгарди. Тенгламалардан дарёлар муаллақ оқизиклари оқими миқдорини баҳолашга оид гидрологик ҳисоблашларда фойдаланиш тавсия этилади.

Миннатдорлик. Муаллифлар ушбу илмий мақолани тайёрлаш жараёнида ўз ёрдами ва илмий маслаҳатларини аямаган Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети Куруклик гидрологияси ва метеорология кафедраси профессор-ўқитувчиларига ўзларининг чуқур миннатдорчиликларини изҳор этадилар.

Муаллифлар ҳиссаси. **Ф. Ҳикматов:** методология, мақола ғояси, раҳбарлик, олинган натижаларнинг таҳлили, мақолани расмийлаштириш. **О.Т. Холтожиева:** мақола матнини ёзиш, гидрологик ҳисоблашларни бажариш, олинган натижаларнинг таҳлили, мақолани расмийлаштириш. **З.Ф. Ҳакимова:** маълумотларни тўплаш, мавзу доирасида тегишли гидрологик ҳисоблашларни бажариш. **Н.А. Рахимов:** тадқиқот учун зарур бўлган гидрометеорологик маълумотларни тўплаш, уларни бирламчи қайта ишлаш. Муаллифлар

кўлёманинг нашрга тавсия этилган матнини ўқиб чиқдилар ва ўз розилиқларини билдирдилар.

АДАБИЁТЛАР

- Алексеев Г.А.* Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 363 с.
- Айтбаев Д.П.* Оценка эрозионной деятельности и стока взвешенных наносов рек Чирчик-Ахангаранского бассейна. Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Ташкент, 2006. – 26 с.
- Жумабаева Г.У., Рахмонов К.Р.* Тоғ дарёлари муаллақ окизиклари ва сув сарфларининг ўзгарувчанлиги ҳақида // Ўзбекистон география жамяти, 56-жилд, – 2019. – Б. 221-224.
- Иванов Ю.Н.* Сток взвешенных наносов рек бассейна Сырдарьи. – Тр. САНИГМИ. – 1967. – Вып. 36(51). – 309 с.
- Кабанова К.С.* Генетический анализ режима стока взвешенных наносов рек Средней Азии // Учен. зап. ЛГУ. Сер. географическая. – 1952. – № 152. – Вып. 8. – С. 107-158.
- Караушев А.В.* Теория и методы расчета речных наносов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 272 с.
- Лопатин Г.В.* О водной эрозии и стока наносов в горной области Средней Азии // Вопросы географии. – 1949. – N 15. – С. 193-204.
- Маккаев Н.И.* Русло реки и эрозия в ее бассейне. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 346 с.
- Расулов А.Р.* Формирование стока взвешенных наносов и смыл с поверхности бассейна р. Угом. Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Ташкент, 1972. – 28 с.
- Рахмонов К.Р.* Чирчик-Оҳангарон ҳавзаси дарёлари муаллақ окизикларининг экстремал қийматларини аниқлаш // Ўзбекистон География жамяти ахбороти, 32-жилд, – 2008. – Б. 50-51.
- Саидова С.Р.* Внутрисуточный ход мутности воды рек бассейна Чирчика // Сб. науч. трудов ТашГУ. – 1976. – N 523. – С. 85-95.
- Сирлибаева З.С.* К вопросу о расчете максимальных расходов взвешенных наносов на реках бассейна Карадарьи // Сб. науч. трудов ТашГУ. – 1980. – N 624. – С. 43-49.
- Ташметов Х.К.* Генетический анализ стока взвешенных наносов горных рек Грузии / Тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов по водному хозяйству “Внедрение НИР в водное хозяйство”. – Ташкент, 1981. – С. 142-144.
- Хикматов Ф.Х.* Водная эрозия и сток взвешенных наносов горных рек Средней Азии. – Ташкент: «Fan va technology», 2011. – 248 с.
- Чалов Р.С.* Географические исследования русловых процессов. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 232 с.
- Шамов Г.И.* Речные наносы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1959. – 378 с.
- Щеглова О.П.* Генетический анализ и картографирование стока взвешенных наносов рек Средней Азии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 127 с.
- Шульц В.Л.* Реки Средней Азии. Ч. 1,2. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965. – 691 с.

ЗАВИСИМОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ ГОРНЫХ РЕК ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

О.Т. ХОЛТОЖИЕВА¹, З.Ф. ХАКИМОВА¹, Ф.Х. ХИКМАТОВ¹, Н.А. РАХИМОВ²

¹ Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека

² Ташкентский областной гидрометеорологический центр

Аннотация. Статья посвящена статистической оценке влияния метеорологических факторов на формирование стока взвешенных наносов горных рек. Этот вопрос освещен в работе на примере рек Чирчик-Ахангаранского бассейна. Вычисления произведены с применением

объективного метода выравнивания и нормализации корреляционных связей, предложенного Г.А.Алексеевым. Получены нормированные уравнения регрессии связей между переменными и оценена их точность.

Ключевые слова: река, расходы воды взвешенные наносы, атмосферные осадки, температура воздуха, коэффициент корреляции, уравнение регрессии, оценка.

DEPENDENCE OF FORMATION OF SUSPENDED SEDIMENT IN MOUNTAIN RIVERS ON METEOROLOGICAL FACTORS

O.T. KHOLTOJIEVA¹, Z.F. KHAKIMOVA¹, F.X. XIKMATOV¹, N.A. RAHIMOV²

¹ National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek

² Tashkent regional Hydrometeorological center

Abstract. The article is devoted to a statistical assessment of the influence of meteorological factors on the formation of suspended sediment in mountain rivers. This issue is illuminated in the work using the example of the rivers of the Chirchik-Akhangaran basin. Calculations were made using the objective method of alignment and normalization of correlations proposed by G.A. Alekseev. Normalized regression equations for relationships between variables were obtained and their accuracy was assessed.

Keywords: river, water flow, suspended sediment, precipitation, air temperature, correlation coefficient, regression equation, assessment.

REFERENCES

Alekseev G.A. Obyektivnye metody vyrovnivaniya i normalizatsii korelyatsionnih svyazey [Objective methods for leveling and normalizing correlations]. – L.: Gidrometeoizdat, 1971. – 363 s. (in Russian)

Aytbaev D.P. Otsenka erozionnoy deyatelnosti i stoka vzveshennykh nanosov rek Chirchik-Ahangaranskogo basseyna [Evaluation of erosive detail in the stock of suspended particles in the Chirchik-Ohangaran Basin]. Autoref. diss. ... condidate. geogr. science – Tashkent, 2006. – 26 s. (in Russian)

Jumabaeva G.U., Rahmonov K.R. Tog daryolari muallaq oqizidlari va suv sarflarining ozgaruvchanligi haqida [On the variability of mountain rivers suspended flow and water consumption] // Ozbekiston Geografiya jamiyati axboroti, 56-jild, – 2019. – B. 221-224. (in Uzbek)

Ivanov Y.N. Stock vzveshennykh nanosov rek basseyna Sirdaryi [Suspended sediment runoff of rivers in the Syrdarya basin]. – Tr. SANIGMI. – 1967. – Vip. 36(51). – 309 s. (in Russian)

Kabanova K.S. Geneticheskiy analiz rejime stoka vzveshennih nanosov rek Sredney Azii [Genetic analysis of the suspended sediment flow regime of rivers in Central Asia] // Uchen. zap. LGU. Ser. geograficheskaya. – 1952. – № 152. – Vip. 8. – S. 107-158. (in Russian)

Karaushev A.V. Teoriya i metodi rascheta rechnih nanosov [Theory and methods for calculating river sediments]. – L.: Gidrometeoizdat, 1977. – 272 s. (in Russian)

Lopatin G.V. O vodnoy erozii i stoka nanosov o gornoy oblasti Sredney Azii [On water erosion and sediment runoff in the mountainous region of Central Asia] // Voprosi geografii. – 1949. – N 15. – S. 193-204. (in Russian)

Makkaveev N.I. Ruslo reki i erosiya v ee basseyne [River bed and erosion in its basin]. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1955. – 346 s. (in Russian)

Rasulov A.R. Formirovanie stoka vzveshennykh nanosov i smyv s poverkhnosti basseyna r. Ugom [Formation of suspended sediment runoff and washout from the urface of the river basin. Ugom]. Autoref. diss. ... condidate. geogr. science. – Tashkent, 1972. – 28 s. (in Russian)

Rahmonov K.R. Chirchik-Ohangaron havzasi daryolari muallaq oqizidlarning ekstremal qiymatlarini aniqlash [Determining the extreme values of the suspended discharges of rivers of the Chirchik-Ohangaron basin] // Ozbekiston Geografiya jamiyati axboroti, 32-jild, – 2008. – B. 50-51.

(in Uzbek)

Saidova S.R. Vnutrisutochnyy hod mutnosti vody rek pool Chirchika [Daily variation of water turbidity in the rivers of the Chirchik basin] // Sb. nauch. trudov TashGU. – 1976. – N 523. – S. 85-95. (in Russian)

Sirlibaeva Z.S. K voprosu o raschete maksimalnih rashodov vzveshennih nanosov na reках bassejne Karadari [On the issue of calculating the maximum discharge of suspended sediment on the rivers of the Kara Darya basin] // Sb. nauch. trudov TashGU. – 1980. – N 624, – S. 43-49. (in Russian)

Tashmetov H.K. Geneticheskiy analiz stoka vzveshennih nanosov gornih rek Gruzii [Genetic analysis of suspended sediment runoff in Georgian mountain rivers] / Tezisy dokladov Respublikanskoй nauchno-tekhnicheskoy konferentsii molodih uchenih i spetsialistov po vodnomu hozyaystvu “Vnedrenie NIR v vodnoe hozyaystvo”. – Tashkent, 1981. – S. 142-144. (in Russian)

Xikmatov F.X. Vodnaya eroziya i stok vzveshennix nanosov gornih rek Sredney Azii [Water erosion and suspended sediment runoff in mountain rivers of Central Asia]. – Tashkent: "Fan va texnologiya", 2011. – 248 s. (in Russian)

Chalov R.S. Geograficheskie issledovaniya ruslovykh protsesov [Geographical studies of channel processes]. – M.: Izd-vo MGU, 1979. – 232 s. (in Russian)

Shamov G.I. Rechnye nanosy [River sediment]. – L.: Gidrometeoizdat, 1959. – 378 s. (in Russian)

Sheglava O.P. Geneticheskiy analiz i kartografirovaniye stoka vzveshennyx nanosov rek Sredney Azii [Genetic analysis and mapping of suspended sediment flow in rivers of Central Asia]. – L.: Gidrometeoizdat, 1984. – 127 s. (in Russian)

Shults V.L. Reki Sredney Azii [Rivers of Central Asia]. Ch. 1,2. – L.: Gidrometeoizdat, 1965. – 691 s. (in Russian)

УДК 556.54.133

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ

Т.А. АХМЕДОВА¹

¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, t.akhmedova1962@gmail.com

Аннотация. В данной статье описан метод отсеков с применением системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Используя данный метод можно составить прогноз развития ситуации и предложить мероприятия по предотвращению распространения загрязнения, его локализации и, в конечном итоге, предотвращению ущерба, как природной среде, так и экономике. При разработке метода расчета переноса загрязняющих веществ в поверхностных водах выявлены условия перехода от дифференциальных уравнений к системе обыкновенных алгебраических уравнений. Расчеты выполнены по данной модели на примере участка реки Чирчик, для которого известны основные источники загрязнения.

Ключевые слова: сток, уравнение, сосредоточенный приток, загрязняющие вещества, бассейн реки, модель, качество воды, мероприятия, дифференциальное уравнение.

Введение. Ухудшение качества поверхностных вод происходит из-за наличия различных видов загрязнителей от деятельности человека, такие как сельское и коммунальное хозяйство, промышленность, строительство и т.д. Таким образом, наличие

¹ t.akhmedova1962@gmail.com, +998 90 350-35-95