

Ш.Ш. Шоэргашова^{1*}, Н.Б. Иброхимова¹, Х.У. Холмирзаев¹,
О.В. Омонов², А.А. Гуломов¹

¹Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Узбекистан, г. Ташкент

²Научно-исследовательский институт окружающей среды и природоохранных технологий, Узбекистан, г. Ташкент

*e-mail: shoergashova@mail.ru

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПАВОДКОВОГО СТОКА И КОНЦЕНТРАЦИИ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНЫХ РЕКАХ (НА ПРИМЕРЕ БАСЕЙНА РЕКИ АХАНГАРАН)

В Республике Узбекистан горные и предгорные районы являются территориями с высоким риском паводков. К числу рек с наиболее опасными паводками относятся бассейны реки Чирчик (2-3 раза в год) и реки Ахангаран (3-6 раз в год) в Ташкентской области. В данной статье изучена степень загрязнения по длине реки Ахангаран соединениями азота и взвешенными веществами во время обильных атмосферных осадков, а также их взаимосвязь. Пробы воды были взяты в общей сложности из 15 створов, в реке Ахангаран – от створа верхнего бьефа Ахангаранского водохранилища до города Ахангарана (13 створов) и дополнительные створы в реке Сырдарья и в притоке Камчиксай (верховье р.Ахангаран). Для проведения исследования были использованы такие методы как: фотометрический – для определения содержания концентраций соединений азота, гравитационный – для определения количества взвешенных веществ, статистический (корреляционный анализ) – для выявления зависимости между исследуемыми параметрами и обильными осадками, в условиях горных и предгорных районов. Установлено, что в период обильных осадков в апреле и мае концентрация соединений нитритного азота (N-NO₂), нитратного азота (N-NO₃) и взвешенных веществ в реке находится на высоком уровне, а в меженный период (август, октябрь) их количество уменьшается. Полученные результаты лабораторных и статистических анализов подтвердили наличие связи между формированием паводковых стоков горных рек и повышением содержания соединений азота (R₂ = 0,64) и взвешенных веществ (R₂ = 0,67).

Ключевые слова: загрязнение воды, соединения азота, взвешенные вещества, корреляция, Узбекистан, Ташкентская область.

S.S. Shoergashova^{1*}, N.B. Ibrokhimova¹, Kh.U. Kholmiraev¹, O.V. Omonov², A.A. Gulomov¹

¹National Research University «Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers», Uzbekistan, Tashkent

²Research Institute of the Environment and Environmental Technologies, Uzbekistan, Tashkent

*e-mail: shoergashova@mail.ru

The relationship between the formation of madflow and the concentration of nitrogen compounds in mountain rivers (on example of Akhangaran river)

In the Republic of Uzbekistan, mountainous and foothill areas are areas with a high risk of floods. The rivers with the most dangerous floods include the basins of the Chirchik River (2-3 times a year) and the Akhangaran River (3-6 times a year) in the Tashkent region. In this article, the level of pollution along the length of the Akhangaran River with nitrogen compounds and suspended solids during heavy precipitation, as well as their relationship, were studied. Water samples were taken from a total of 15 hydro-posts, in the Akhangaran River – from the upstream of the Akhangaran reservoir to the city of Akhangaran (13 hydroposts) and additional hydroposts in the Syrdarya River and in the tributary of the Kamchikсай. To conduct this research were used methods as: photometric – to determine the concentration of nitrogen compounds, gravitational – to determine the amount of suspended solids, statistical (correlation analysis) – to understand the relationship between the studied parameters and heavy precipitation, in mountainous and foothill areas. It was established that during the period of heavy precipitation in April and May, the amount of nitrite nitrogen (N-NO₂), nitrate nitrogen (N-NO₃) compounds and suspended

solids in the river were at a high level, and during the low-water period (August, October), their number decreases. The obtained results of laboratory and statistical analyzes confirmed the existence of a relationship between the formation of flood flows in mountain rivers and an increase in the content of nitrogen compounds ($R^2 = 0.64$) and the amount of suspended solids ($R^2 = 0.67$).

Key words: water pollution, nitrogen compounds, suspended solids, correlation, Uzbekistan, Tashkent region.

Ш.Ш. Шоэргашова^{1*}, Н.Б. Иброхимова¹, Х.У. Холмирзаев¹, О.В. Омонов², А.А. Гуломов¹

¹«Ташкент ирригация және ауыл шаруашылығын механикаландыру инженерлері институты»

Ўлттық ғылыми-зерттеу университети, Ўзбекистан, Ташкент қ.

²Қоршаған орта және экологиялық технологиялар ғылыми-зерттеу институты, Ўзбекистан, Ташкент қ.

*e-mail: shoergashova@mail.ru

Тау және тау таңдағы өзендердегі су ағынының құзылуы және азот қосылыстарының концентралдауының өзара байланысы (аханғаран өзені алсасының мысалы)

Ўзбекистан Республикасында таулы және тау етегіндегі аймақтар су тасқыны қаупі жоғары аймақтар болып табылады. Ең қауіпті су тасқыны бар өзендерге Ташкент облысындағы Шыршық өзенінің (жылына 2-3 рет) және Аханғаран өзенінің (жылына 3-6 рет) бассейндері жатады. Бұл мақалада Аханғаран өзенінің ұзына бойында азотты қосылыстармен және қатты жауын-шашын кезіндегі қалқымалы заттармен ластану дәрежесі, олардың өзара байланысы зерттелді. Су сынамалары барлығы 15 калибрден, Аханғаран өзенінде – Аханғаран су қоймасының жоғарғы бассейнінен Аханғаран қаласына дейін (13 калибр) және Сырдария өзенінде және Қамшықсайдың (жоғарғы ағысында) қосымша өлшеуіштерден алынды. Аханғаран өзені). Зерттеу үшін мынандай әдістер қолданылды: фотометриялық – азот қосылыстарының концентрациясын анықтау үшін, гравитациялық – қалқымалы заттардың мөлшерін анықтау үшін, статистикалық (корреляциялық талдау) – зерттелетін параметрлер мен ауыр жауын-шашын арасындағы байланысты анықтау, таулы жерлерде және тау етегіндегі аймақтар. Сәуір-мамыр айларында жауын-шашын мол болған кезеңде өзендегі нитритті азот ($N-NO_2$), нитрат азоты ($N-NO_3$) қосылыстарының және қалқымалы заттардың концентрациясы жоғары деңгейде болатыны анықталды. суы аз кезеңде (тамыз, қазан) олардың саны азаяды. Зертханалық және статистикалық талдаулардың алынған нәтижелері тау өзендерінде тасқын ағындарының пайда болуы мен азотты қосылыстар ($R^2 = 0,64$) және қалқымалы заттар ($R^2 = 0,67$) мөлшерінің жоғарылауы арасында байланыстың бар екенін растады.

Түйін сөздер: судың ластануы, азот қосылыстары, қалқымалы заттар, корреляция, Ўзбекистан, Ташкент облысы.

Введение

Русла рек являются частью прибрежной зоны, играющей важную роль в регионе с экономическими, экологическими и сложными экосистемами. Снижение качества воды вызывает снижение эффективности и продуктивности водных ресурсов, и особенно природных ресурсов. Паводковые стоки являются особенностью режима многих рек и эфемерных водотоков и представляют собой потоки, насыщенные твердыми наносами, образующимися в результате обильных и непрерывных осадков, преимущественно в бассейнах горных и предгорных рек [1, 2, 3]. Поступление поверхностных стоков от паводков и осадков в реки сильно ухудшает качество воды на определенный период времени, негативно влияет на гидробионты, вызывает проблемы с питьевым и культурно-бытовым водоснабжением [4, 5]. Осадки, с учетом их времени, интен-

сивности и продолжительности оказывают важное влияние на круговорот питательных веществ и качество воды в водосборном бассейне [6].

Открытые природные водоемы всегда содержат определенное количество соединений азота, которые находятся в растворенном виде, взвеси или коллоидной форме. Под влиянием биохимических процессов и физико-химических факторов, происходящих в водотоках, они переходят из одного состояния в другое (трансформация). Основными формами минерального азота в природных водах являются аммонийная, нитритная и нитратная [7, 8, 9]. Изменения температуры воздуха и количества осадков могут влиять на скорость течения рек, тем самым влияя на подвижность и растворение загрязняющих веществ. Это, в свою очередь, влияет на повышение температуры воды и кинетику химических реакций [10, 11, 12]. Поскольку соединения азота обычно ограничивают первичную продукцию в речной

среде, поступление растворенного органического азота в речные бассейны может быть важным фактором, контролирующим продуктивность и эвтрофикацию прибрежных вод [13, 14].

В настоящее время признано, что взвешенные вещества являются одним из важнейших причин ухудшения качества воды, что приводит к серьезной экологической деградации водной среды. Поступление избыточного количества взвешенных веществ в водоемы может оказать существенное вредное воздействие на физические, химические и биологические свойства водоема [15]. Содержание взвешенных веществ, ее мутность и прозрачность в реках меняется в течение года, возрастая в период дождей и достигая до максимума в период паводков. Наименьшая мутность речной воды наблюдается обычно в зимнее время, когда река покрыта льдом [16, 17, 18].

Предгорья Ташкентской области охватывают горную систему Тянь-Шаня на высотах от 300-400 м до 600-1000 м над уровнем моря. Осадки наблюдаются в течение всего года в горах на склонах западного Тянь-Шаня, при этом максимальное количество осадков приходится на апрель-май, а среднегодовая сумма осадков составляет 200 мм, а иногда и более 400 мм. Среднее количество дней с осадками в низовьях составляет 35-60 дней, а в предгорных и горных районах 70-90 дней. Количество осадков, являющееся природным явлением, чрезвычайно опасно, когда оно достигает 30 мм при дожде и 20 мм при снеге [19, 20].

Карта районов с наибольшей опасностью затопления в Ташкентской области, определенных по результатам многолетних мониторинговых наблюдений службы «Узгидромет», дает четкое представление о рисках селевых потоков (Рисунок 1) [19].

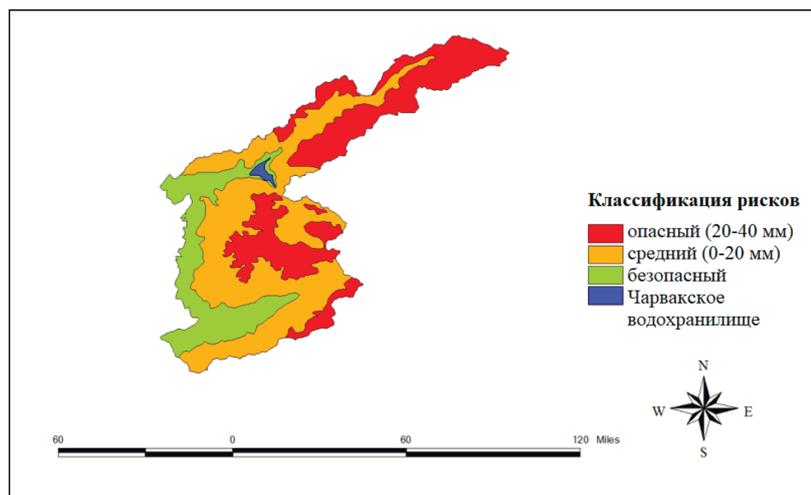


Рисунок 1 – Карта опасности селевых потоков в Ташкентской области за последнее столетие

Объектом исследования явилась река Ахангаран, считающаяся правым притоком [21] Сырдарьи, которая протекает по Наманганской и Ташкентской областям Узбекистана. Река Ахангаран, одна из главных рек Ташкентского оазиса, также называется Ангрэн [21, 22] и Култушкан [23]. Река Ахангаран начинается в месте слияния рек Окташсой [22] и Орталиксой [23], стекающих с южных склонов Чаткальского хребта. Длина реки вместе с Акташсом составляет 236 км [24], площадь бассейна 7710 км². Средний расход воды составляет 22,8 м³/с [25]. В русле

реки построены Ахангаранское водохранилище и Ташкентское море (Тюябугузское водохранилище). Основная часть воды реки Ахангаран используется для орошения земель в Ахангаранском, Ортачирчикском, Пскентском и Бокинском районах Ташкентской области через каналы [25]. Паводковая активность в бассейне Ахангарана невелика, но разрушительные паводки часто наблюдаются преимущественно в апреле и мае. Основные пойменные участки расположены на правом берегу в пределах низкорий (южные склоны Чаткальского хребта) [1, 3].

Из предыдущих исследований, посвященных состоянию качества воды в реке Ахангаран, было изучено влияние донных отложений на качество воды, то, как донные отложения, являясь вторичными источниками загрязнения, оказывают негативное воздействие на процесс самоочищения воды [26]. Помимо этого, большое внимание уделялось загрязнению тяжелыми металлами и фенолами воды реки в районе Алмалыкского горно-металлургического комбината [27, 28, 29, 30], а также в литературе изучены гидрохимические характеристики воды реки Ахангаран, содержание величины минерализации, гидрокарбонатного, сульфатного, хлоридного ионов и ионов кальция, магния и натрия по длине реки [31, 32].

Влияние паводковых стоков на физико-химические показатели воды реки Ахангаран является малоизученной. Учитывая факт предрасположенности к обильным паводкам, является актуальной темой для изучения.

Целью данной работы было изучение взаимосвязи между образованием паводкового стока в результате обильных осадков в горных районах и повышением концентрации соединений азота и взвешенных веществ в малых горных реках, на примере реки Ахангаран.

Материалы и методы

Пробы воды из реки Ахангаран были отобраны в ходе полевых исследований в меженный и

паводковый периоды 2022 года. Уровень загрязнения вод азотистыми соединениями в основном зависит от типов и масштабов источников загрязнения в речном стоке [7]. Поэтому определение створов отбора проб воды проводилась исходя из наличия и масштаба природных и антропогенных факторов, влияющих на качество воды в различных участках реки, а также на важных крупных притоках. Авторами были определены координатные точки 13 исследуемых створов в реке Ахангаран, на основе которых создана карта створов отбора проб воды (рис.2): 1. Камчиксай; 2. Ахангаранское водохранилище (верхний бьеф); 3. Ахангаранское водохранилище (нижний бьеф); 4. р.Ахангаран (Ангрен); 5. Дукентсай; 6. р.Ахангаран (Ангрен 2); 7. Карабогсай; 8. Акчасай; 9. р.Ахангаран (Ангрен 3); 10. р.Ахангаран (Ангрен 4); 11. Ахангарансай; 12. р.Ахангаран (г.Ахангаран); 13. р.Ахангаран (г.Алмалык).

Помимо этого, получены пробы воды из двух дополнительных створов для сравнения: один из которых расположен в реке Сырдарья (Пугам мост) и приток Камчиксай впадающий в реку Ахангаран (верховье). Координатные данные по дополнительным двум точкам отсутствуют.

Из каждого обозначенного створа было отобрано не менее 1 л пробы воды, законсервировано серной кислотой и доставлено в физико-химическую лабораторию ЮНЕСКО при НИУ «ТИИИМСХ», где в течение 1-2 дней был проведен химический анализ.

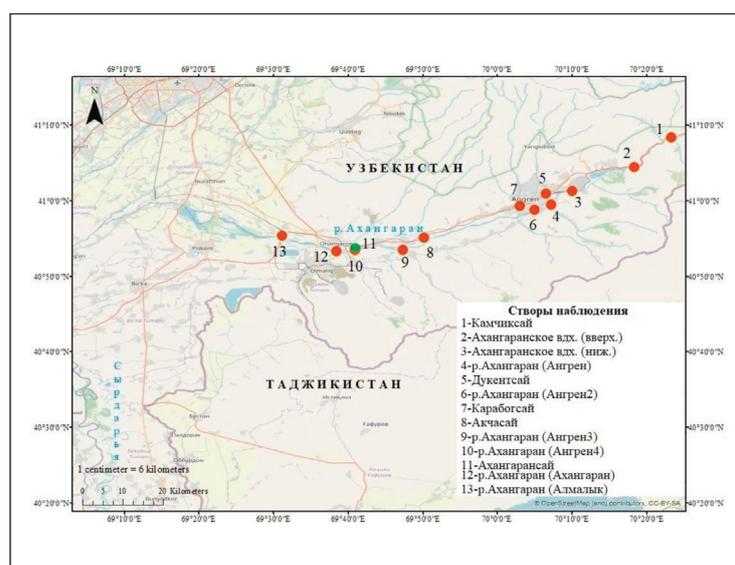


Рисунок 2 – Карта с указанием створов отбора проб на реке Ахангаран

Определение наличия в воде различных соединений азота (аммонийный азот – N-NH₄, нитритный азот – N-NO₂ и нитратный азот – N-NO₃) проводили фотометрическим методом на спектрофотометре V5100 UV/VIS. В частности, ионы аммония в воде определяли с помощью реактива Несслера [33], нитриты – с помощью реактива Грисса [34], нитраты – с помощью салицилата натрия [35] и взвешенные вещества – гравиметрическим методом [10, 36]. Корреляционный анализ для выявления взаимосвязей между исследуемыми параметрами был проведен с помощью MS Excel 2021.

Среднегодовые значения по концентрациям исследуемых веществ за 2015-2019 гг и метеорологические данные за 2022 год были получены из Центра гидрометеорологической службы Узбекистан (Узгидромет). Значения азотистых соединений и взвешенных веществ в 2022 году (апрель, май, август, октябрь) являются результатами авторов.

Результаты и их обсуждение

Максимальные показатели соединений азота в воде (нитритного и нитратного азота) на-

блюдались в среднем и нижнем течении реки во время обильных осадков и паводков, образовавшихся в бассейне реки Ахангаран. Аммонийный азот не был обнаружен ни в одном из исследуемых створов наблюдения, полученных в апреле, мае, августе и октябре. Однако, по результатам лабораторных анализов нитритного азота, полученных в апреле, мы можем наблюдать, что в створе Сырьдарья Пугам мост и в створах № 1, 4, 5, 10-13 значения нитритного азота превышали установленные предельно допустимые концентрации (ПДК). Также по результатам анализа, проведенного во время проливных дождей, прошедших в Ташкентской области в мае 2022 года, наибольшее количество нитритного азота было обнаружено в нижнем бьефе Ахангаранского водохранилища (№ 3) и створе наблюдения Дукутсай (№ 5). Показатель в обеих створах составили 0,067 мг/л (рис.3), что превышает ПДК в 3,35 раза (ПДК нитритного азота в водоемах для рыбохозяйственного назначения 0,02 мг/л) [34]. Высокий уровень содержания нитрит-ионов в речных водотоках обычно свидетельствует о свежем загрязнении воды, то есть загрязнение водоемов соединениями нитритного азота произошло недавно [7, 9, 37].

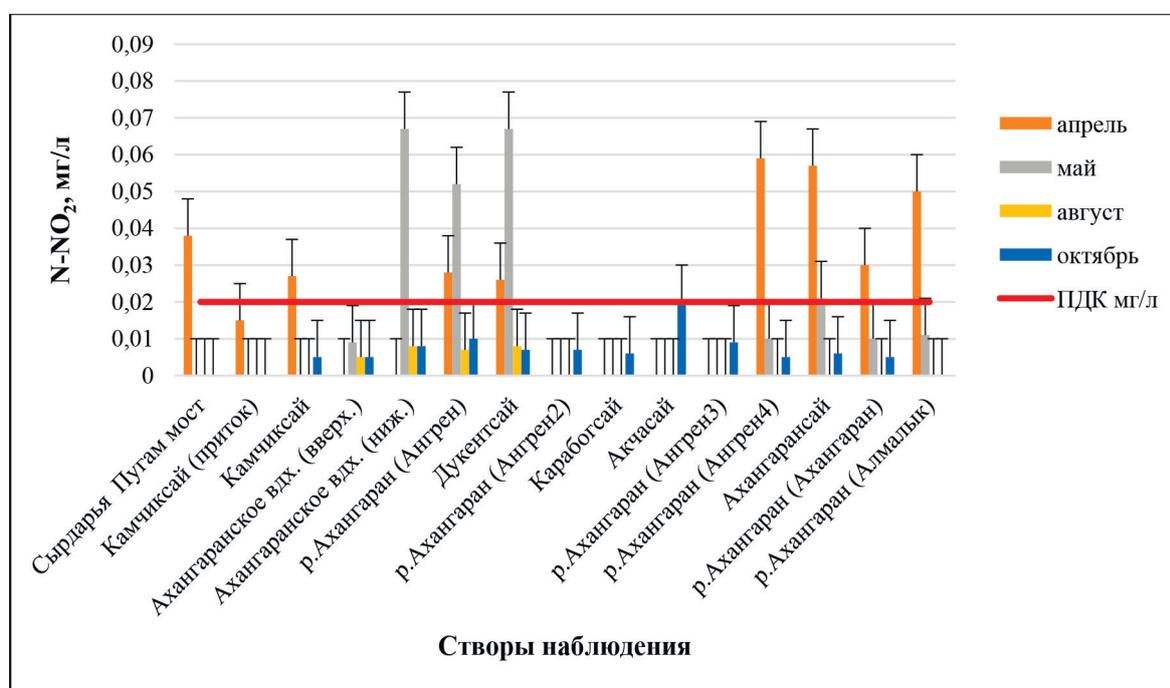


Рисунок 3 – Динамика нитритного (N-NO₂) загрязнения воды реки Ахангаран

Важно отметить, что Ангренский угольный разрез расположен в нижней части Ахангаранского водохранилища, которое является крупнейшим угледобывающим разрезом в нашей республике, что могло способствовать повышению количества нитритного азота во время паводков в весенний период [38, 39].

Известно, что промышленные предприятия, такие как угольные шахты и сталелитейные заводы, сбрасывают загрязненные стоки в речные экосистемы по всему миру, негативно влияя на окружающую среду, особенно на качество поверхностных и подземных вод, сбрасывая огромное количество шахтных вод [40, 41, 42, 43]. Исследование проведенное в бассейнах рек в Польше, оценила общее экологическое состояние речной воды, на которую оказывает влияние угледобывающая промышленность. В ходе анализов концентраций азотистых соединений и других показателей качества воды (хлориды, фосфаты, кальций, сульфат и др.) было обнаружено значительное влияние промышленной зоны и горнодобывающей деятельности на водную экосистему [44, 45].

В августе мы наблюдали, что берега русла реки сильно отступили, а вода в низовьях бассейна, то есть на границе города Ахангаран полностью пересохла. Результаты, полученные в августе и октябре, в период маловодья, показали, что наибольшая концентрация нитритного азота достигала 0,02 мг/л (створ № 8), что не превышает установленные ПДК.

По анализам, проведенным в бассейне реки Ахангаран, видно, что нитратный азот не превышал допустимую норму ПДК (9,1 мг/л) [35]. Только в пробах, отобранных в апреле, в период обильных осадков, мы можем свидетельствовать, что в верхней части бассейна в створе Сырдарья Пугам мост концентрация нитратного азота составила 9,66 мг/л, что в 1,06 раза превышает ПДК (рис.4).

Ученые из Польши утверждали о некоторой связи увеличения концентрации нитратного азота с сезоном ($R^2 = 0,36$). Например, из исследования, проведенного ими, было выявлено значительное повышение концентрации нитратного азота при таянии снега, в результате которого происходит выщелачивание и экспорт питательных веществ в водоемы [46].

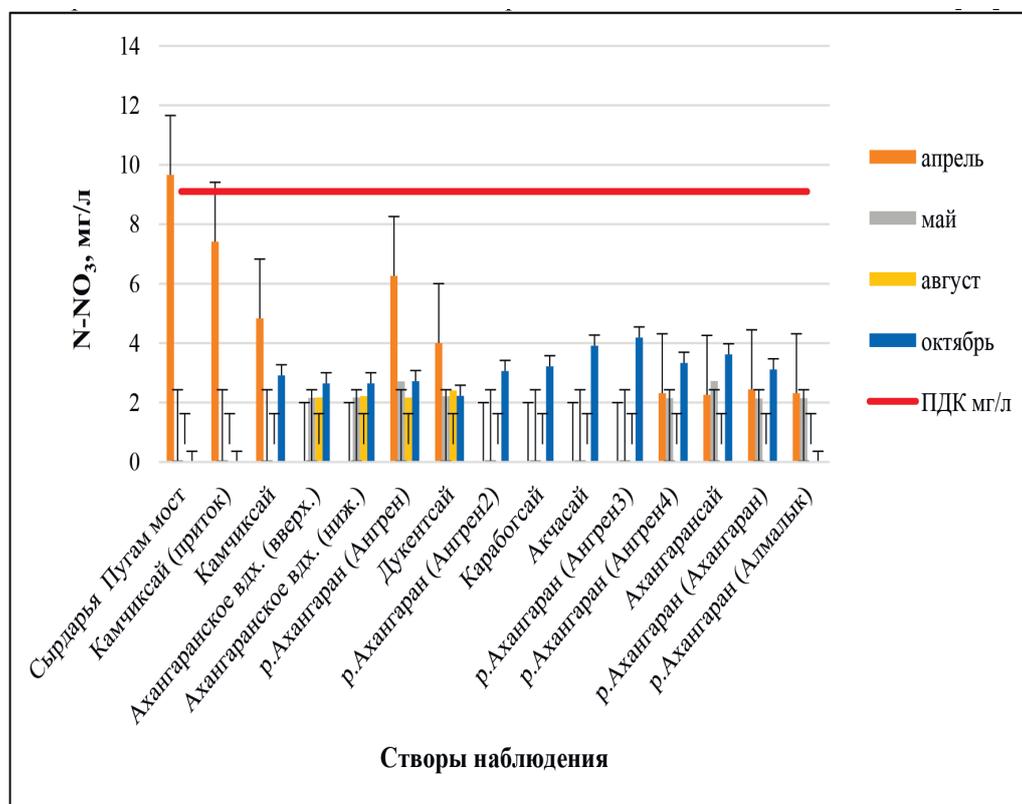


Рисунок 4 – Динамика нитратного (N-NO₃) загрязнения воды реки Ахангаран

Согласно имеющимся данным минерализация органического азота в речных бассейнах значительно выше в паводковый период с большим количеством осадков, чем в межпаводковый период [47, 48]. Кроме того, многие формы азота коррелируют с физико-химическими параметрами в разные сезоны, указывая на процессы нитрификации и денитрификации, происходящие в реке, а не на сезонную биологическую потребность [49].

В ходе анализа было установлено, что общее количество соединений азота, т.е. для аммонийного и нитратного азота значительно ниже ПДК, но прирост количества нитритного азота был существенно выше. Особенно это видно по результатам анализа за апрель и май месяцы, когда выпадает большое количество осадков.

Изучены и проанализированы среднегодовые концентрации соединений азота в бассейне р.Ахангаран в 2015-2019 гг, по данным Узгидромет. В отличие от нашего исследования, аммонийный азот был обнаружен в бассейне р.Ахангаран и его наибольшая концентрация была зафиксирована в 2019 г. в створе на 0,4 км ниже р.Ирташ и составила концентрацию 0,074 мг/л, что не превышает ПДК (0,39 мг/л). Самая высокая концентрация нитритного азота составила 0,082 мг/л (>ПДК в 4,1 раз) в створе р.Акташсай в 2019 г. Максимальная концентрация нитратного азота отмечена в 2016 г. на участке Ташканал р.Ахангаран – 8,16 мг/л – превышение ПДК не наблюдается (рис.5).

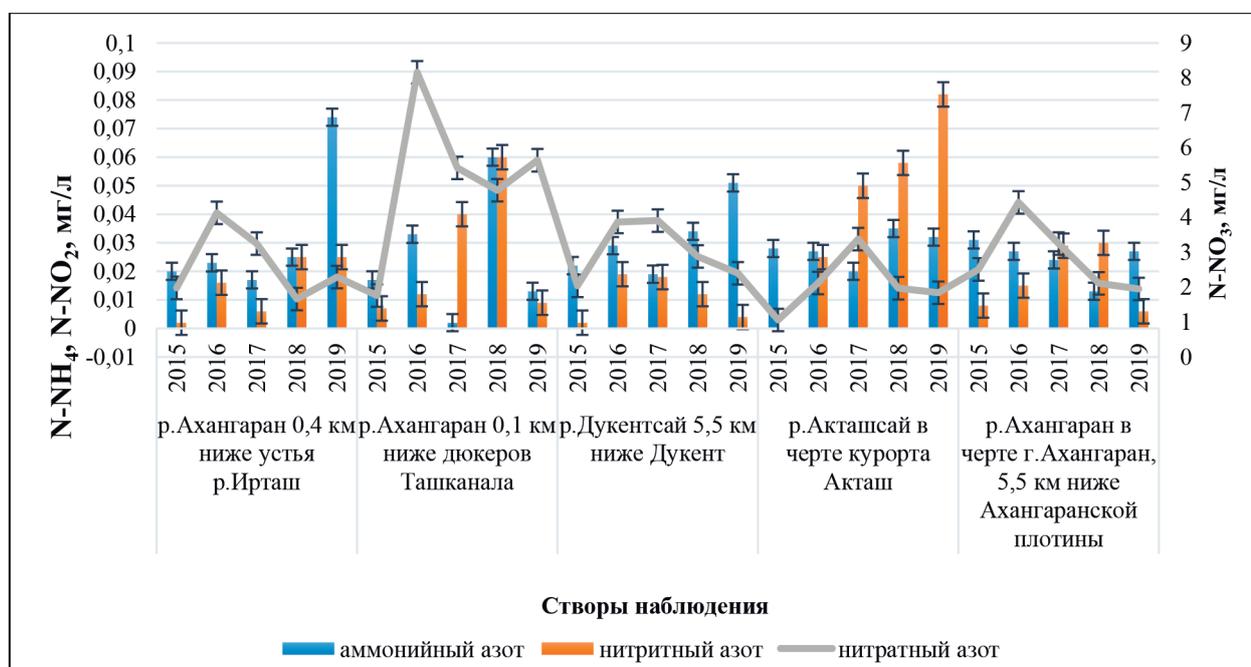


Рисунок 5 – Изменение среднегодовых концентраций соединений азота в бассейне р. Ахангаран (2015–2019 гг, по данным Узгидромет)

Годовые колебания нагрузок соединений азота в водоемах в значительной степени связаны с осадками [50]. Проведенный корреляционный анализ показал, что существует прямо пропорциональная связь между формированием паводковых стоков горных рек

и концентрацией соединений азота в бассейне р.Ахангаран. Результаты корреляционных анализов между количеством атмосферных осадков и концентрацией нитритного азота показала прямо пропорциональную взаимосвязь $r^2=0,64$ (рис.6).

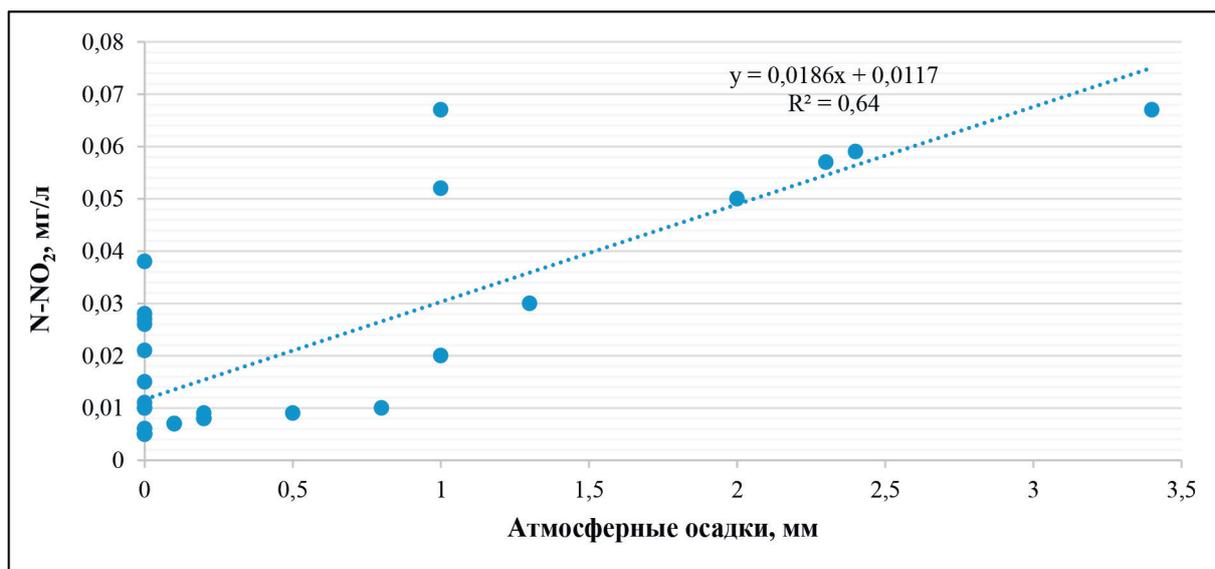


Рисунок 6 – Взаимосвязь между количеством атмосферных осадков (суточные значения) и концентрацией нитритного азота в р. Ахангаран, 2022 г

Наши наблюдения за состоянием взвешенных веществ в бассейне реки Ахангаран хоть и были фрагментарными, но результаты явно указывали на повышенную мутность воды. В исследуемых створах значения взвешенных веществ

превышали ПДК (15 мг/л) как в весенний, так и в летне-осенний сезоны. Следует отметить, что в период паводков количество взвешенных веществ превышали ПДК в 7-74 раза, а в меженный период в 3-15 раз (рис.7).

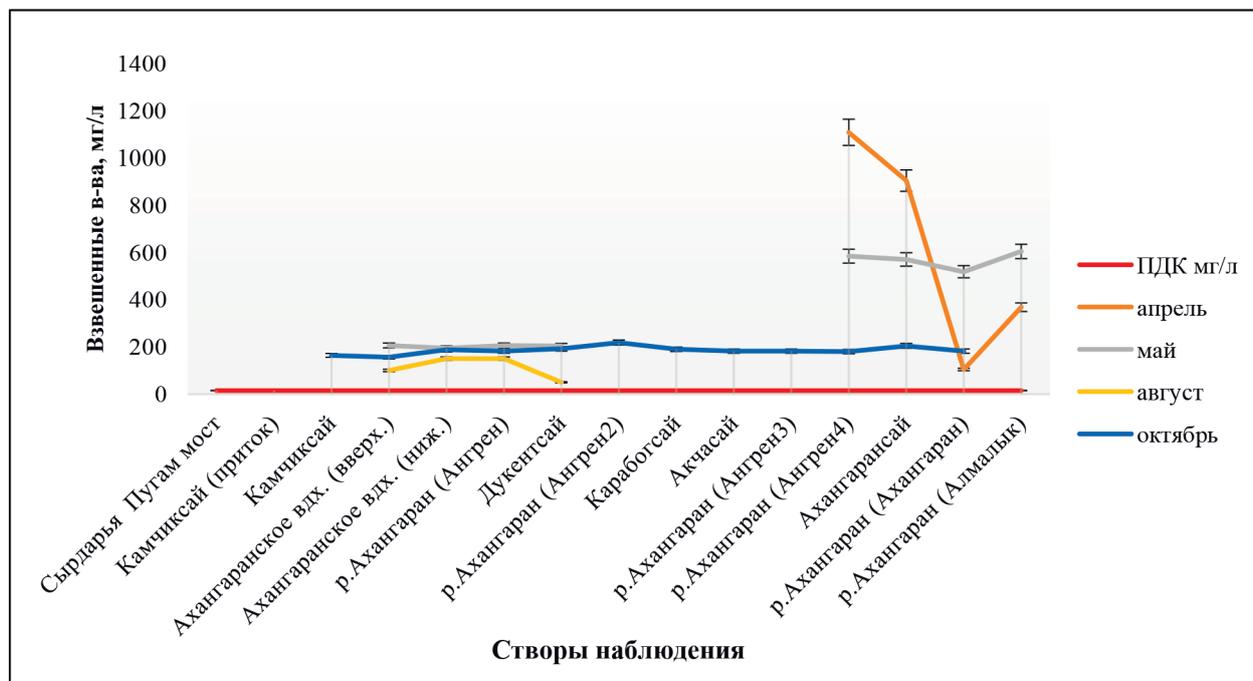


Рисунок 7 – Динамика загрязнения вод реки Ахангаран взвешенными веществами, 2022 г

Корреляционная взаимосвязь между количеством атмосферных осадков и взвешенных веществ в реке показала прямо пропорциональное

значение и составила $r^2=0,67$ (рис.8). Следовательно, обильные осадки существенно влияют на количество взвешенных веществ в водоемах.

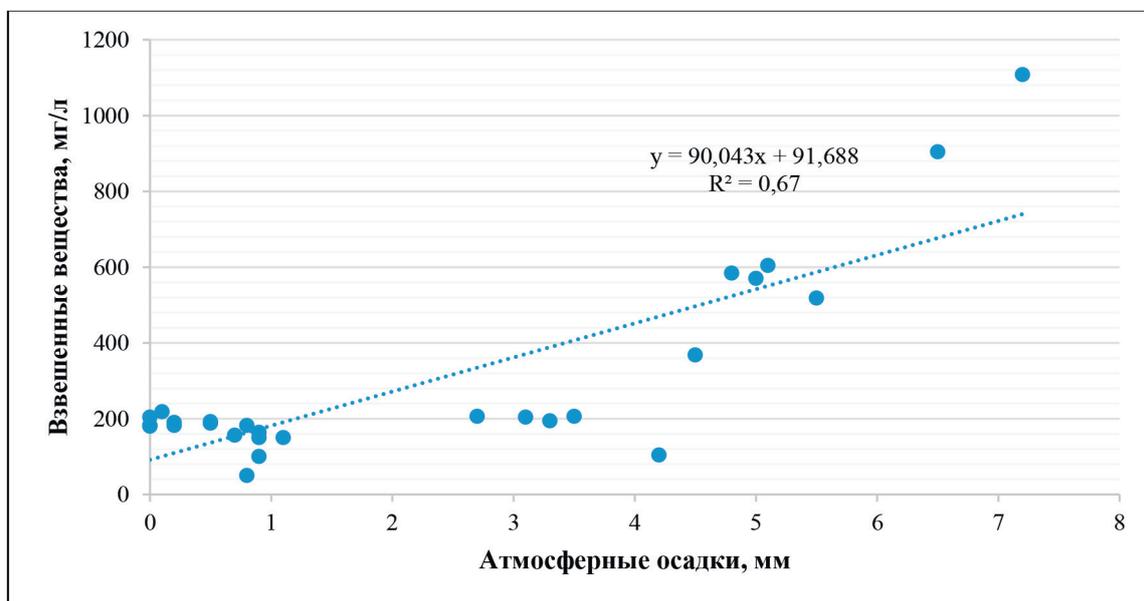


Рисунок 8 – Взаимосвязь между количеством атмосферных осадков (суточные значения) и взвешенных веществ в р. Ахангаран, 2022 г.

Анализ имеющихся литературных данных подтверждает наши результаты, что количество атмосферных осадков имеет прямо пропорциональную взаимозависимость с количеством образующихся взвешенных веществ в водоемах. На примере водохранилища Юйцяо, расположенного в Китае, проведенные исследования подтвердили наличие тесной положительной корреляции между количеством взвешенных веществ и атмосферных осадков, т.е. количество взвешенных веществ возрастало с увеличением количества атмосферных осадков [51]. Исследование, проведенное в озере Лаут-Тавар, в Индонезии, изучив влияние атмосферных осадков на концентрацию взвешенных веществ пришла к аналогичному выводу. Так как, с помощью корреляционного анализа была выявлена прямо пропорциональная взаимозависимость между обильными дождями и количеством взвешенных веществ, где коэффициент корреляции составил $r^2=0,62$ [52]. Также ученые в Италии, определили, что максимальная интенсивность осадков коррелирует ($r^2=0,53$) с количеством образующихся взвешенных веществ [53].

Заключение

Результаты анализов проб воды реки Ахангаран, отобранных во время обильных дождей, показали значительное увеличение содержания соединений азота, по сравнению с результатами проб, полученных во время межени (в августе и октябре без осадков). Этому свидетельствуют значения концентраций нитритного азота (N-NO₂) в паводковый период, которые превышали ПДК в 1,3-3,35 раз, а в меженный период были значительно меньше ПДК.

При анализе ретроспективных данных за 5 лет (2015-2019 гг) было выявлено, что основную антропогенную нагрузку р.Ахангаран испытывала в 2019 году, особенно загрязнение нитритным азотом (N-NO₂) было весомым (>ПДК в 4,1 раз). Таким образом, данное исследование выявило, что существенное загрязнение воды реки Ахангаран, из трех изученных минеральных форм азота, приходится на нитритную (N-NO₂) форму.

Анализом полученных в 2022 данных установлено, что количество взвешенных ве-

ществ в период обильных дождей было в 5 раз больше, чем в период без осадков. Корреляционные анализы показали положительную взаимосвязь между формированием паводковых стоков горных рек и изменением качества воды, т.е. с увеличением количества атмосферных осадков наблюдается повышение концентраций нитритного азота ($r_2=0,64$) и количества взвешенных веществ ($r_2=0,67$).

Следовательно, наше исследование подтвердило влияние паводковых стоков на увеличение концентрации азотистых соединений и количества взвешенных веществ в малых горных реках.

Конфликт интересов: Все авторы прочитали и ознакомлены с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

Литература

1. Dergacheva I., Klimov S., Khamdamova G., Raximov Q., Apxujayeva T. «Mudflow hazard in the foothill and mountainous regions of Uzbekistan» E3S Web of Conferences 263, 02019 FORM (2021). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126302019>
2. Khikmatov Fazliddin, Yunusov Golib, Artikova Farida, Erlapasov Narzikul, Dovulov Nurilla. *Daryolar gidrologiyasi*. O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent 2017.
3. Центр Гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (УзГидроМет) «Обзор селевой деятельности по территории Республики Узбекистан за 2020 год» Ташкент-2021.
4. Salikova N., Rodrigo-Ilari J., Alimova K., Rodrigo-Clavero M. «Analysis of the Water Quality of the Ishim River within the Akmola Region (Kazakhstan)» Using Hydrochemical Indicators. *Water* 13, 1243 (2021). <https://doi.org/10.3390/w13091243>
5. Osadchyy V., Nabyvanets B., Linnik P., Osadcha N., Nabyvanets Y. «Biological Processes. Effects of Hydrobionts on Surface Water Quality» *Processes Determining Surface Water Chemistry Springer*, Cham (2016). https://doi.org/10.1007/978-3-319-42159-9_4
6. Yue F., Li S., Waldron S., Oliver D., Chen X. et al «Source availability and hydrological connectivity determined nitrate-discharge relationships during rainfall events in karst catchment as revealed by high-frequency nitrate sensing» *Water Research*, vol. 231, p. 119616, (2023). <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.119616>
7. Karimov B., Shoergashova S., Talskix V., Salohiddinov A. «Relationship between the concentrations of nitrogen compounds and the water discharge in the Chirchiq River, Uzbekistan» ICECAE 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614:012154 IOP Publishing (2020). <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012154>
8. Racchetti E., Salmas F., Pinardi M., Quadroni S., Soana E., Sacchi E., Severin E., Celico F., Viaroli P. and Bartoli M. «Is Flood Irrigation a Potential Driver of River-Groundwater Interactions and Diffuse Nitrate Pollution in Agricultural Watersheds» *Water* 11, 2304; (2019). <https://doi.org/10.3390/w11112304>
9. Karimov B., Shoergashova S., Li F., Talskikh V., and Latisheva L. «Impact of agricultural development on water quality in Zarafshan River, Uzbekistan, Central Asia: Trends since 1960s» In *Current Directions in Water Scarcity Research* Vol. 5, (2022): 411-436. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85378-1.00021-0>
10. Firdausy A. «Sudaryatno. Remote Sensing and GIS Application for Sedimentation Modeling in Porong River Estuary as an Impact of Lapindo Mudflow, Sidoarjo» IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 98. (2022). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/98/1/012022>
11. Pietruszyński L., Cieśliński R. «The impact of hydrometeorological events on the state of the urban river quality» *Ecol. Chem. eng. S.* 26(3) (2019):521-533. <https://doi.org/10.1515/eces-2019-0005>
12. Afed U., Jiping J., Ashish S., Peng W., Jehanzeb K. «How Do Terrestrial Determinants Impact the Response of Water Quality to Climate Drivers? – An Elasticity Perspective on the Water–Land–Climate Nexus» *Sustainability*, 9(11), (2017): 2118 <https://doi.org/10.3390/su9112118>
13. Stepanauskas R., Laudon H., Jorgensen N. «High DON Bioavailability in Boreal Streams During a Spring Flood. Article in *Limnology and Oceanography*» (2000). <http://dx.doi.org/10.4319/lo.2000.45.6.1298>
14. Bertilsson S., Stepanauskas R., Hansson R.C., Graneli W., Wikner J., and Tranvik L. «Photochemically induced changes in bioavailable carbon and nitrogen pools in a boreal watershed» *Aquat. Microb. Ecol.* 19, (1999):47–56
15. Bilotta G., Brazier R. «Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota» *Water Research* 42(12), (2008): 2849–2861. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2008.03.018>
16. Мамась Н., Рябцева О., Солодовник Е. «Исследования в поймах рек степной зоны Краснодарского края» – Научный журнал КубГАУ, №83(09) УДК 551.435.112:001.891(470.620) (2012).
17. Зиновьев Е., Китаев А. «О воздействии взвешенных частиц на гидрофауну» Пермский государственный национальный исследовательский университет – УДК 597.574.52 (2015).
18. Вольф И., Синякова М. *Химия окружающей среды – химия гидросферы*. Санкт-Петербург 2013.
19. Shaazizov F. «Assessment of damage during the formation and passage of mudflows in the Tashkent region» E3S Web of Conferences 264, 03042 CONMECHYDRO. (2021). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403042>
20. Ахмедов М., Саямова К. «Селевые явления в Узбекистане» Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, Т. 2, № 2 (2018).

21. Айтбаев Д., Хикматов Ф. *Эрозионная деятельность горных рек и оценка интенсивности заиления водохранилищ* (Монография). Издательство «Fan va texnologiya» УДК: 556.537+556.535.6 Ташкент 2013.
22. Павленок К., Кот М., Павленок Г., Шимчак К., Хужиназаров М., Когай С. «Поиски объектов палеолита в бассейне реки ахангаран: история и современность» Текст научной статьи по специальности «История и археология» УДК 902.2 «632» (575.1) (2019). [https://doi.org/10.14258/tpai\(2019\)2\(26\)-11](https://doi.org/10.14258/tpai(2019)2(26)-11)
23. Лист карты К-42-106 Чаркесар. Масштаб: 1: 100 000. Состояние местности на 1984 год. Издание 1988.
24. Рысбеков Ю. *Трансграничные проблемы Чирчик-Ахагаранского бассейна*. Научно-информационный Центр Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии Центральной Азии, Ташкент, Узбекистан 2020. <http://www.cawater-info.net>
25. Ohangaron – O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi – Toshkent, 2000-2005.
26. Iskandarova Sh., Usmanov I., Khasanova M. «The influence of the bottom sediments on water quality of small rivers» *Ekologiya i stroitelstvo*. No 1., (2019):19–24. <http://dx.doi.org/10.35688/2413-8452-2019-01-003>
27. Makhmudova D., Buriev E. «Assessment of water quality of small rivers of the syrdarya basins for the safe water use» *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt / Egyptology*, 17(7), (2020):9901-9910. <https://archives.palarch.nl/index.php/jae/article/view/4022>
28. Bandowe, B., Shukurov N., Leimer S. *et al.* «Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in soils of an industrial area in semi-arid Uzbekistan: spatial distribution, relationship with trace metals and risk assessment» *Environ Geochem Health* 43, (2021):4847–4861 <https://doi.org/10.1007/s10653-021-00974-3>
29. Усманов И., Махмудова Д., Ходжаева Г., Мусаева А. «Экологический мониторинг состояния рек Чирчик и Ахангаран для разработки мер по их охране» *Экология и водное хозяйство*, № 1(01), (2019): 30–45.
30. Усманов И., Ходжаева Г., Мусаева А. «Экологическая оценка состояния водоемов в районе расположения АГМК». Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. с. Соленое Займище. Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия – EDN YWMDTU (2018): 44-49.
31. Чембарисов, Э., Рахимова М. «Гидрохимические особенности воды рек Чирчика и Ахангарана» *Вестник мелиоративной науки* № 3. EDN XQWBHJ (2020): 117-122.
32. Чембарисов, Э., Рахимова М. «Гидрохимия трансграничной реки Сырдарьи в пределах Узбекистана. Архитектура многополярного мира в XXI веке: экология, экономика, геополитика, культура и образование» Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, Биробиджан. Под общей редакцией В.П. Макаренко. – Биробиджан: Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема– EDN DOJBBG. (2021): 100-106.
33. O‘zO‘U 0682:2015 «Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом» ГосКомПУз по охране природы АНИДИ /Ташкент -2015.
34. МВИ 0265:2005 «Методика выполнения измерений массовой концентрации нитритов в природных и сточных водах фотометрическим методом» ГосКомПУз по охране природы АНИДИ /Ташкент-2005.
35. O‘zO‘U 0705:2016 «Методика выполнения измерений массовой концентрации нитратов в природных и сточных водах фотометрическим методом» Агентство «Узстандарт» ГосСИАК /Ташкент-2016.
36. O‘zO‘U-0696:2015 «Методика выполнения измерений массовой концентрации взвешенных веществ в природных и сточных водах гравиметрическим методом» Агентство «Узстандарт» ГосСИАК /Ташкент-2015.
37. Pakusina A., Tsarkova M., Platonova T. and Kolesnikova T. «Characteristics of the Zavitaya River in terms of hydrochemical and microbiological indicators during the flood of 2021» *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 981 (2022) <https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/4/042068>
38. Касимов У., Малашкина В. «Особенности гидрогеологии разреза «Ангренский» и мероприятия по повышению безопасности ведения горных работ» *Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки – Материалы XXIV международный научно-практической конференции*. Morrisville (2020).
39. Тагаев И., Бойхонова М., Намазов С. «Отличительные особенности Ангренского бурого угля при морфологическом и дериватографическом анализе». (2021). <https://www.researchgate.net/publication/350090860>
40. Vigiak O., Udias A., Pistocchi A., Zanni M., Aloe A., Grizzetti B. «Probability maps of anthropogenic impacts affecting ecological status in European rivers» *Ecol. Ind.* 126 (7838), (2021):107684 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107684>
41. Wu J., Zhou H., He S. *et al.* «Comprehensive understanding of groundwater quality for domestic and agricultural purposes in terms of health risks in a coal mine area of the Ordos basin, north of the Chinese Loess Plateau» *Environ Earth Sci* 78, (2019):446 <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8471-1>
42. Wang W, Qiang Y, Wang Y, Sun Q, Zhang M. «Impacts of Yuyang coal mine on groundwater quality in Hongshixia water source, Northwest China: a physicochemical and modeling research» *Expo Health* 8, (2016):431–442 <https://doi.org/10.1007/s12403-016-0223-9>
43. Marrugo-Negrete J., Pinedo-Hernández J., Marrugo-Madrid S. *et al.* «Assessment of trace element pollution and ecological risks in a river basin impacted by mining in Colombia» *Environ Sci Pollut Res* 28, (2021): 201–210 <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10356-4>
44. Krodkiewska M., Spyra A., Cieplak A. «Assessment of pollution, and ecological status in rivers located in the Vistula and Oder River basins impacted by the mining industry in Central Europe (Poland)» *Ecological Indicators* 144, (2022): 109505 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109505>
45. Janson E., Gzyl G., Banks D. «The Occurrence and Quality of Mine Water in the Upper Silesian Coal Basin, Poland» *Mine Water Environ* 28, (2009): 232–244 <https://doi.org/10.1007/s10230-009-0079-3>

46. Szejba D., Papierowska E., Cymes I., Bańkowska A. «Nitrate nitrogen and phosphate concentrations in drainflow: an example of clay soil» *J. Elem.*, 21(3), (2016): 899-913. <http://dx.doi.org/10.5601/jelem.2015.20.4.922>
47. Pinay G., Clement J., Naiman R. «Basic principles and ecological consequences of changing water regimes on the nitrogen cycle in fluvial systems» *Environmental Management*. 30(4), (2002):481-91. <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2736-1>
48. Pakusina A. and Platonova T. «Ecological and chemical characteristics of small river Arguzikha (Zeya-Bureya plain, Russia)» E3S Web of Conferences 203, EBWFF (2020). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020303001>
49. Hongmei B., Meng W., Zhan Yu. «Nitrogen pollution and source identification in the Haicheng River basin in Northeast China» *PMID*, (2011): 21658748. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.05.030>
50. Hatfield J., McMullen L., Jones C. «Nitrate-nitrogen patterns in the Raccoon River Basin related to agricultural practices». *Journal of Soil and Water Conservation*, 64(3), (2009): 190–199. <https://doi.org/10.2489/jswc.64.3.190>
51. Zhang C., Zhang W., Huang Y. et al. «Analysing the correlations of long-term seasonal water quality parameters, suspended solids and total dissolved solids in a shallow reservoir with meteorological factors» *Environ Sci Pollut Res* 24, (2017): 6746–6756 <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8402-1>
52. Adhar S. et al., «Influence of Rainfall and Spatial Temporal Distribution Analysis of Total Suspended Solid in Laut Tawar Lake» *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1062, no. 1, (2022): 012022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1062/1/012022>
53. Gnecco I., Berretta C., Lanza L., La Barbera P. «Storm water pollution in the urban environment of Genoa, Italy» *Atmospheric Research*, 77(1-4), (2005): 60–73. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2004.10.017>

References

1. Dergacheva I., Klimov S., Khamdamova G., Raximov Q., Apaxujayeva T. “Mudflow hazard in the foothill and mountainous regions of Uzbekistan” E3S Web of Conferences 263, 02019 FORM (2021). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126302019>
2. Khikmatov Fazliddin, Yunusov Golib, Artikova Farida, Erlapasov Narzikul, Dovulov Nurilla. “Daryolar gidrologiyasi [Hydrology of rivers].” O‘zbekiston Milliy universiteti, Toshkent 2017 (In Uzbek)
3. Centr Gidrometeorologicheskoy sluzhby Respubliki Uzbekistan (UzGidroMet) “Obzor selevoj dejatel’nosti po territorii Respubliki Uzbekistan za 2020 god [Overview of mudflow activity on the territory of the Republic of Uzbekistan for 2020].” Toshkent-2021. – (In Russian)
4. Salikova N., Rodrigo-Illari J., Alimova K., Rodrigo-Clavero M. “Analysis of the Water Quality of the Ishim River within the Akmola Region (Kazakhstan)” Using Hydrochemical Indicators. *Water* 13, (2021): 1243 <https://doi.org/10.3390/w13091243>
5. Osadchyy V., Nabyvanets B., Linnik P., Osadcha N., Nabyvanets Y. “Biological Processes. Effects of Hydrobionts on Surface Water Quality” *Processes Determining Surface Water Chemistry Springer*, Cham (2016). https://doi.org/10.1007/978-3-319-42159-9_4
6. Yue F., Li S., Waldron S., Oliver D., Chen X. et al “Source availability and hydrological connectivity determined nitrate-discharge relationships during rainfall events in karst catchment as revealed by high-frequency nitrate sensing” *Water Research*, vol. 231, (2023): 119616, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.119616>
7. Karimov B., Shoergashova S., Talskix V., Salohiddinov A. “Relationship between the concentrations of nitrogen compounds and the water discharge in the Chirchiq River, Uzbekistan” ICECAE 2020 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614:012154 IOP Publishing (2020). <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012154>
8. Racchetti E., Salmas F., Pinaridi M., Quadroni S., Soana E., Sacchi E., Severin E., Celico F., Viaroli P. and Bartoli M. “Is Flood Irrigation a Potential Driver of River-Groundwater Interactions and Diffuse Nitrate Pollution in Agricultural Watersheds” *Water* 11, (2019): 2304 <https://doi.org/10.3390/w11112304>
9. Karimov B., Shoergashova S., Li F., Talskikh V., and Latisheva L. “Impact of agricultural development on water quality in Zarafshan River, Uzbekistan, Central Asia: Trends since 1960s” *In Current Directions in Water Scarcity Research* Vol. 5, (2022): 411-436 <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85378-1.00021-0>
10. Firdausy A. “Sudaryatno. Remote Sensing and GIS Application for Sedimentation Modeling in Porong River Estuary as an Impact of Lapindo Mudflow, Sidoarjo” IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 98. (2022). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/98/1/012022>
11. Pietruszyński L., Cieśliński R. “The impact of hydrometeorological events on the state of the urban river quality” *Ecol. Chem. eng S.* 26(3), (2019):521-533 <https://doi.org/10.1515/eces-2019-0005>
12. Afed U., Jiping J., Ashish S., Peng W., Jehanzeb K. “How Do Terrestrial Determinants Impact the Response of Water Quality to Climate Drivers? – An Elasticity Perspective on the Water–Land–Climate Nexus” *Sustainability*, 9(11), (2017): 2118 <https://doi.org/10.3390/su9112118>
13. Stepanauskas R., Laudon H., Jorgensen N. “High DON Bioavailability in Boreal Streams During a Spring Flood”. *Limnology and Oceanography* (2000). <http://dx.doi.org/10.4319/lo.2000.45.6.1298>
14. Bertilsson S., Stepanauskas R., Hansson R.C., Graneli W., Wikner J., and Tranvik L. “Photochemically induced changes in bioavailable carbon and nitrogen pools in a boreal watershed” *Aquat. Microb. Ecol.* 19, (1999):47–56
15. Bilotta G., Brazier R. «Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota» *Water Research* 42(12), (2008): 2849–2861 <https://doi.org/10.1016/j.watres.2008.03.018>
16. Mamas’ N., Rjabceva O., Solodovnik E. “Issledovanija v pojmah rek stepnoj zony krasnodarskogo kraja” [Research in the floodplains of the steppe zone of the Krasnodar Territory] – Nauchnyj zhurnal KubGAU, №83(09)UDK 551.435.112:001.891(470.620) (2012). – (In Russian)

17. Zinov'ev E., Kitaev A. "O vozdeystvii vzveshennykh chastic na gidrofaunu [On the impact of suspended particles on hydrofauna]." *Permskiy gosudarstvennyy nacional'nyy issledovatel'skiy universitet –UDK 597.574.52* (2015).
18. Vol'f I., Sinjakova M. "Himija okruzhajushhej sredy – Himija gidrosfery [Environmental Chemistry – Chemistry of the Hydrosphere]." Sankt-Peterburg 2013. – (In Russian)
19. Shaazizov F. "Assessment of damage during the formation and passage of mudflows in the Tashkent region" E3S Web of Conferences 264, 03042 CONMECHYDRO. (2021). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126403042>
20. Ahmedov M., Saljamova K. "Selevye javlenija v Uzbekistane [Mudflow events in Uzbekistan]." *Vestnik Universiteta grazhdanskoj zashhity MChS Belarusi*, T. 2, № 2 (2018). – (In Russian)
21. Ajtbaev D., Hikmatov F. "Jerozionnaja dejatel'nost' gornyh rek i ocenka intensivnosti zailenija vodohranilishh (Monografija) [Erosive activity of mountain rivers and assessment of the intensity of silting of reservoirs (Monograph)]." *Izdatel'stvo «Fan va texnologiya» UDK: 556.537+556.535.6* Tashkent 2013. – (In Russian)
22. Pavlenok K., Kot M., Pavlenok G., Shimchak K., Huzhinazarov M., Kogaj S. "Poiski ob'ektov paleolita v bassejne reki ahanganar: istorija i sovremennost' [The Search for Paleolithic Objects in the Akhangaran River Basin: Past and Present]." *Tekst nauchnoj stat'i po special'nosti «Istorija i arheologija» UDK 902.2 «632» (575.1)* (2019). – (In Russian) [https://doi.org/10.14258/tpai\(2019\)2\(26\).-11](https://doi.org/10.14258/tpai(2019)2(26).-11)
23. List karty K-42-106 Charkesar. Masshtab: 1: 100 000. "Sostojanie mestnosti na 1984 god [The state of the area in 1984]." *Izdanie 1988.* – (In Russian)
24. Rysbekov Ju. "Transgranichnye problemy Chirchik-Ahagaranskogo bassejna [Transboundary problems of the Chirchik-Akhagaran basin]." *Nauchno-informacionnyj Centr Mezhgosudarstvennoj Koordinacionnoj Vodohozjajstvennoj Komissii Central'noj Azii, Tashkent, Uzbekistan 2020.* – (In Russian) <http://www.cawater-info.net>
25. "Ohangaron [Ohangaron]." – *O'zbekiston milliy ensiklopediyasi – Toshkent, 2000-2005.* – (In Uzbek)
26. Iskandarova Sh., Usmanov I., Khasanova M. "The influence of the bottom sediments on water quality of small rivers" *Ekologiya i stroitelstvo*. No 1. (2019): 19–24 <http://dx.doi.org/10.35688/2413-8452-2019-01-003>
27. Makhmudova D., Buriev E. "Assessment of water quality of small rivers of the syrdarya basins for the safe water use" *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt / Egyptology*, 17(7), (2020): 9901-9910 <https://archives.palarch.nl/index.php/jae/article/view/4022>
28. Bandowe, B., Shukurov N., Leimer S. et al. "Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in soils of an industrial area in semi-arid Uzbekistan: spatial distribution, relationship with trace metals and risk assessment" *Environ Geochem Health* 43, (2021): 4847–4861 <https://doi.org/10.1007/s10653-021-00974-3>
29. Usmanov I., Mahmudova D., Hodzhaeva G., Musaeva A. "Jekologicheskij monitoring sostojanija rek Chirchik i Ahangaran dlja razrabotki mer po ih ohrane [Environmental monitoring of the state of the Chirchik and Akhangaran rivers to develop measures for their protection]." *Jekologija i vodnoe hozjajstvo*, № 1(01), (2019): 30–45. – (In Russian)
30. Usmanov I., Hodzhaeva G., Musaeva A. "Jekologicheskaja ocenka sostojanija vodoemov v rajone raspolozhenija AGMK [Environmental assessment of the state of water bodies in the area of the AGMK location]." *Sovremennoe jekologicheskoe sostojanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty racional'nogo prirodopol'zovanija» s. Solenoe Zajmishhe. Prikaspijskij nauchno-issledovatel'skij institut aridnogo zemledelija – EDN YWMDTU* (2018): 44-49. – (In Russian)
31. Chembarisov, Je., Rahimova M. "Gidrohimiicheskie osobennosti vody rek Chirchika i Ahangarana [Hydrochemical features of the water of the Chirchik and Akhangaran rivers]." *Vestnik meliorativnoj nauki* № 3. EDN XQWBHJ (2020): 117-122. – (In Russian)
32. Chembarisov, Je., Rahimova M. "Gidrohimiija transgranichnoj reki Syrdar'i v predelah Uzbekistana. Arhitektura mnogopoljarnogo mira v XXI veke: jekologija, jekonomika, geopolitika, kul'tura i obrazovanie [Hydrochemistry of the transboundary Syrdarya river within Uzbekistan. The architecture of a multipolar world in the 21st century: ecology, economics, geopolitics, culture and education]." *Sbornik materialov VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Birobotidzhan. Pod obshhej redakciej V.P. Makarenko. – Birobotidzhan: Priamurskij gosudarstvennyj universitet imeni Sholom-Alejheima– EDN DOJBBG.* (2021): 100-106. – (In Russian)
33. O'zO'U 0682:2015 "Metodika vypolnenija izmerenij massovoj koncentracii ionov ammonija v prirodnyh i stochnyh vodah fotometričeskim metodom [Methodology for measuring the mass concentration of ammonium ions in natural and waste waters by the photometric method]." *GosKomRUz po ohrane prirody ANIDI /Tashkent -2015.* – (In Russian)
34. O'zO'U 0265:2005 "Metodika vypolnenija izmerenij massovoj koncentracii nitritov v prirodnyh i stochnyh vodah fotometričeskim metodom [Methodology for measuring the mass concentration of nitrites in natural and waste waters by the photometric method]." *GosKomRUz po ohrane prirody ANIDI /Tashkent-2005.* – (In Russian)
35. O'zO'U 0705:2016 "Metodika vypolnenija izmerenij massovoj koncentracii nitratov v prirodnyh i stochnyh vodah fotometričeskim metodom [Methodology for performing measurements of the mass concentration of nitrates in natural and waste waters by the photometric method]." *Agentstvo «Uzstandart» GosSIK /Tashkent-2016.* – (In Russian)
36. O'zO'U-0696:2015 "Metodika vypolnenija izmerenij massovoj koncentracii vzveshennykh veshhestv v prirodnyh i stochnyh vodah gravimetričeskim metodom [Methodology for measuring the mass concentration of suspended solids in natural and waste waters by the gravimetric method]." *Agentstvo «Uzstandart» GosSIK /Tashkent-2015.* – (In Russian)
37. Pakusina A., Tsarkova M., Platonova T. and Kolesnikova T. "Characteristics of the Zavitaya River in terms of hydrochemical and microbiological indicators during the flood of 2021" *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 981 (2022) 042068 – AGRITECH-VI (2021). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/4/042068>

38. Kasimov U., Malashkina V. “Osobennosti gidrogeologii razreza «Angrenskij» i meroprijatija po povysheniju bezopasnosti vedenija gornyh rabot [Features of the hydrogeology of the Angrensky mine and measures to improve the safety of mining operations].” *Fundamental'naja nauka i tehnologii – perspektivnye razrabotki – Materialy XXIV mezhdunarodnyj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Morrisville (2020). – (In Russian)
39. Tagaev I., Bojhonova M., Namazov S. “Otlichitel'nye osobennosti Angrenskogo burogo uglja pri morfologicheskom i derivatograficheskom analize [Distinctive features of Angren brown coal in morphological and derivatographic analysis].” (2021). – (In Russian) <https://www.researchgate.net/publication/350090860>
40. Vigiak O., Udias A., Pistocchi A., Zanni M., Aloe A., Grizzetti B. “Probability maps of anthropogenic impacts affecting ecological status in European rivers” *Ecol. Ind.* 126 (7838), 107684 (2021) <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107684>
41. Wu J., Zhou H., He S. et al. “Comprehensive understanding of groundwater quality for domestic and agricultural purposes in terms of health risks in a coal mine area of the Ordos basin, north of the Chinese Loess Plateau” *Environ Earth Sci* 78, 446 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8471-1>
42. Wang W, Qiang Y, Wang Y, Sun Q, Zhang M. “Impacts of Yuyang coal mine on groundwater quality in Hongshixia water source, Northwest China: a physicochemical and modeling research” *Expo Health* 8:431–442 (2016). <https://doi.org/10.1007/s12403-016-0223-9>
43. Marrugo-Negrete J., Pinedo-Hernández J., Marrugo-Madrid S. et al. “Assessment of trace element pollution and ecological risks in a river basin impacted by mining in Colombia” *Environ Sci Pollut Res* 28, 201–210 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10356-4>
44. Krodkiewska M., Spyra A., Cieplak A. “Assessment of pollution, and ecological status in rivers located in the Vistula and Oder River basins impacted by the mining industry in Central Europe (Poland)” *Ecological Indicators* 144, 109505 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109505>
45. Janson E., Gzyl G., Banks D. “The Occurrence and Quality of Mine Water in the Upper Silesian Coal Basin, Poland” *Mine Water Environ* 28, 232–244 (2009). <https://doi.org/10.1007/s10230-009-0079-3>
46. Szejba D., Papierowska E., Cymes I., Bańkowska A. “Nitrate nitrogen and phosphate concentrations in drainflow: an example of clay soil” *J. Elem.*, 21(3): 899-913. (2016). <http://dx.doi.org/10.5601/jelem.2015.20.4.922>
47. Pinay G., Clement J., Naiman R. “Basic principles and ecological consequences of changing water regimes on the nitrogen cycle in fluvial systems” *Environmental Management* 30(4):481-91. (2002). <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2736-1>
48. Pakusina A. and Platonova T. «Ecological and chemical characteristics of small river Arguzikha (Zeya-Bureya plain, Russia)» *E3S Web of Conferences* 203, EBWFF (2020). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020303001>
49. Hongmei B., Meng W., Zhan Yu. “Nitrogen pollution and source identification in the Haicheng River basin in Northeast China” *PMID*, (2011): 21658748. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.05.030>
50. Hatfield J., McMullen L., Jones C. “Nitrate-nitrogen patterns in the Raccoon River Basin related to agricultural practices”. *Journal of Soil and Water Conservation*, 64(3), (2009): 190–199. <https://doi.org/10.2489/jswc.64.3.190>
51. Zhang C., Zhang W., Huang Y. et al. “Analysing the correlations of long-term seasonal water quality parameters, suspended solids and total dissolved solids in a shallow reservoir with meteorological factors” *Environ Sci Pollut Res* 24, (2017): 6746–6756 <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8402-1>
52. Adhar S. et al., “Influence of Rainfall and Spatial Temporal Distribution Analysis of Total Suspended Solid in Laut Tawar Lake” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1062, no. 1, (2022): 012022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1062/1/012022>
53. Gnecco I., Berretta C., Lanza L., La Barbera P. “Storm water pollution in the urban environment of Genoa, Italy” *Atmospheric Research*, 77(1-4), (2005): 60–73. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2004.10.017>