

Integration of Environmental Safety, Occupational Health and Safety, and Emergency Management: An Integrated Approach to Protecting Humans and Nature

Vol. 1 Issue 1 | pp. 280-286 | **ISSN:** XXXX-XXXX

Available online @ https://globalconf.net/index.php/IESOHSEM

Article

Влияние Урбанизированных Территорий На Экологическое Состояние Трансграничных Рек (На Примере Р. Ак-Буура, Г. Ош)

Т.С. Токтогулов[1], З.Х. Ясаков[2]

1. *доцент кафедры «Безопасность жизни» Ош технологиялык университети Кыргызская Республика*
2. Заведующий кафедрой техники безопасности и охраны труда Самаркандского государственного университета архитектуры и строительства имени Мирзо Улугбека
Correspondance: tts19651605@gmail.com

Abstract: *В статье комплексно рассмотрено влияние городских поверхностных стоков на экологическое состояние реки Ак-Буура, протекающей через территорию города Ош. Ускорение процессов урбанизации и рост антропогенной нагрузки приводят к резкому ухудшению гидрохимического состава этой водной артерии, имеющей трансграничное значение. В ходе исследования на основе гидрологических расчетов были определены объемы талых, ливневых и поливомоечных вод, поступающих в реку с городской территории, и проведена оценка их количественного воздействия. Экспериментальные анализы показали снижение прозрачности в контрольных точках реки, увеличение концентрации взвешенных веществ и повышение показателя $БПК_5$ до категории «грязная». Данное явление снижает способность реки к самоочищению и создает санитарно-эпидемиологические риски. В целях улучшения качества воды авторами разработаны научно обоснованные предложения по установке локальных очистных сооружений в городских дренажных системах и внедрению технологий фильтрации ливневых стоков.*

Keywords: *река Ак-Буура, город Ош, поверхностный сток, экологическое состояние, $БПК_5$, антропогенная нагрузка.*

Citation: Т.С. Токтогулов, З.Х. Ясаков. Влияние Урбанизированных Территорий На Экологическое Состояние Трансграничных Рек (На Примере Р. Ак-Буура, Г. Ош). Integration of Environmental Safety, Occupational Health and Safety, and Emergency Management: An Integrated Approach to Protecting Humans and Nature. 2026, 1(1), 280-286.

Received: 12th Jan 2026
Revised: 26th Jan 2026
Accepted: 8th Feb 2026
Published: 29th July 2026

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

1. Введение

Охрана водных ресурсов и обеспечение их рационального использования в современных условиях являются фундаментальными аспектами устойчивого развития и экологической безопасности. В контексте Центральноазиатского региона состояние трансграничных гидрографических объектов выступает определяющим фактором социально-экономической и экологической стабильности. Одной из ключевых водных артерий региона является река Ак-Буура, выполняющая функцию основного источника водоснабжения крупных населенных пунктов Ферганской долины.

В последние десятилетия интенсификация процессов урбанизации и поступательный рост плотности населения детерминировали существенное увеличение антропогенной нагрузки на внутригородские водные экосистемы. На примере города Ош установлено, что критическую угрозу экологическому

состоянию водотока представляют неорганизованные поверхностные стоки. Данные сточные воды, формирующиеся вследствие атмосферных осадков, таяния снежного покрова и санитарно-гигиенической очистки городских территорий, поступают непосредственно в русло реки, минуя системы фильтрации и очистные сооружения.

Аккумулируя в пределах хозяйственных зон, транспортных магистралей и торговых площадей нефтепродукты, твердые бытовые отходы, а также минеральные и органические соединения, поверхностный сток вызывает существенную трансформацию гидрохимического режима реки. Рост уровня органического загрязнения (верифицируемый по показателю $БПК_5$) ингибирует процессы естественного самоочищения водного объекта, что влечет за собой возникновение серьезных санитарно-эпидемиологических рисков для населения территорий, расположенных ниже по течению.

2. Актуальность исследования.

Необходимость проведения данного исследования обусловлена потребностью в обеспечении техносферной безопасности и разработки научно обоснованных рекомендаций по минимизации негативного воздействия городской среды на трансграничные водные ресурсы.

3. Цель исследования.

Количественная оценка объемов поверхностного стока в пределах городской черты города Ош и экспериментальный анализ его влияния на экологическое состояние реки Ак-Буура.

4. Материалы и методы исследования.

Научно-методическую основу исследования составляют гидрологические расчеты, полевые изыскания и лабораторные экспериментальные анализы. В качестве объекта исследования определены участок реки Ак-Буура, пролегающий через урбанизированную территорию города Ош, и внутригородские поверхностные стоки. Основным материалом послужили метеорологические данные по городу Ош за 2025–2026 годы, в частности, многолетние средние показатели атмосферных осадков и климатические характеристики, предоставленные Агентством по гидрометеорологии (Кыргызгидромет).

Для количественной оценки воздействия поверхностных стоков был применен комплекс математических моделей. Объем талых вод в холодный период (Wt) рассчитывался в соответствии с методикой СНиП 2.04.03-85 на основе слоя осадков и коэффициента стока. Максимальный расход дождевого стока (Qp) определялся методом интенсивности, разработанным Государственным гидрологическим институтом. Дополнительно на основании санитарных норм городских служб и площади твердых покрытий был произведен отдельный расчет объема вод, образующихся при поливомоечных работах (Wм).

В целях оценки качества вод в периоды интенсивных осадков производился отбор проб в зонах максимальной антропогенной нагрузки, в частности, в районах парка им. Навои и Ошского центрального рынка. В лабораторных условиях прозрачность и запах воды определялись стандартными органолептическими методами; концентрация взвешенных веществ измерялась гравиметрическим методом. Для верификации уровня органического загрязнения применялся метод определения биохимического потребления кислорода ($БПК_5$) с пятисуточной инкубацией проб. Полученные результаты сопоставлялись с нормативными экологическими требованиями.

5. Результаты исследования.

В ходе работы был проведен морфометрический анализ бассейна водосбора поверхностных стоков в черте города.

Границы водосборной площади определялись по характерным геоморфологическим и гидрографическим признакам:

- правобережная часть ограничена Увамским каналом и второй надпойменной террасой (от начала городской черты до границы города),

- левобережная часть ограничена магистральным Ак-Буура-Араванским каналом и естественными возвышенностями (включая массив Сулайман-Тоо).

Гидрологические характеристики водосбора. Расчетная площадь водосбора поверхностных сточных вод в черте г. Ош составляет F ≈ 871,5 га. Бассейн распределен следующим образом:

- правый берег - 236,3 га,

- левый берег - 635,2 га.

Загрязнение реки можно разделить на два основных типа, различающихся по степени контроля и опасности (таблица 1):

Таблица 1

Классификация источников загрязнения

Тип стока	Характеристика	Степень опасности
Организованный	Проходит через очистные сооружения, находится под постоянным мониторингом.	Относительно низкая
Неорганизованный	Дождевые, талые и поливомоечные воды. Поступают в реку напрямую с улиц и дворов.	**Высокая** (неконтролируемый состав)

Загрязнение водного объекта в городской черте носит комплексный характер и классифицируется по происхождению сточных вод:

1. Поверхностный (ливневый) сток. Характеризуется резкой неравномерностью и эпизодичностью. Основную массу загрязнений составляют минеральные примеси, атмосферная пыль и аэрозоли. Особую опасность представляет смыв с дорожных покрытий и внутриквартальных территорий нефтепродуктов (бензин, масла) и продуктов износа шин.

2. Хозяйственно-бытовые стоки. Представляют наибольшую санитарно-эпидемиологическую угрозу. Включают в себя фекальные и хозяйственные воды, содержащие высокую концентрацию органических соединений и патогенных микроорганизмов.

Для наглядности влияния городской среды на экосистему ниже представлено схематичное распределение рисков (таблица 2).

Таблица 2

Схематичное представление проблемы

Тип загрязнения	Источник в г. Ош	Влияние на Ак-Бууру
Минеральное	Пыль, песок с обочин, стройки	Помутнение воды, заиление дна
Органическое	Бытовой мусор, фекальные стоки	Снижение уровня кислорода, эвтрофикация
Химическое	ГСМ с автодорог, мойка машин	Токсичность для флоры и фауны
Биологическое	Несанкционированные сбросы	Риск инфекционных заболеваний ниже по течению

Для оценки количественного воздействия города на реку используются следующие математические модели расчёта:

- Расчет объема талых вод (Wt). Общее количество талых вод, стекающих с городских территорий за холодный период, определяются по формуле [2]:

$Wt=10hx\psi F$ (м3),

где: hx - слой осадков за холодный период (мм);

ψ - коэффициент стока (принят равным 0,7 с учетом впитывания);

F - площадь водосбора (га).

Согласно данным агентства по гидрометеорологии при МЧС КР (Кыргызгидромет), средний слой осадков за холодный период для города Ош (обычно принимается период с ноября по март включительно) составляет примерно 180–220 мм. Соответственно для г. Ош общее количество талых вод (при hx = 200 мм) составляет 1220,1 м3.

- Расчет величины дождевого стока (Qp). Максимальный расход дождевых вод определяется интенсивностью осадков [3]:

$Q=0.05\varphi qcF$ (м3/с),

где: qc - расчетная интенсивность стока (*л*/га);

φ - средний коэффициент стока (0,3–0,5);

F — площадь водосбора (га).

Для р. Ак-Буура расчетная величина пикового дождевого стока составляет 834,56 м3/с.

Для города Ош средний слой осадков за теплый период (традиционно считающийся с апреля по октябрь) составляет примерно 150–180 мм, соответственно годовой объем дождевого стока (при h(*д*)=165) Wд≈1006,6 м3.

- Расчет поливомоечных вод (Wм). Объем воды, стекающий в реку за одну санитарную мойку улиц [1]:

$Wм=10n\psi F$ (м3),

где: n - норма расхода воды на мойку дорожных покрытий (*л*/м2);

ψ - коэффициент стока (0,5);

F - площадь твердых покрытий под мойкой (для г. Ош ≈73 га).

Объем стока за одну мойку составляет ≈365 м3.

Экспериментальный анализ качества воды реки. Для изучения состава воды были взяты пробы в двух наиболее загруженных точках, во время обильного дождя: точка А находится на краю парка им. Навои, территория водосбора - левобережья реки Ак-Буура и точка Б, правобережья реки, расположенная возле «Ош Базары» (рис. 1).

Сравнительный анализ проводился по трем ключевым параметрам. Результаты анализа органолептических показателей и прозрачности приведены в таблицах 3 и 4.



Рис. 1. Схема русла р. Ак-Буура с точками стока и отбора проб. А и В - места слива стока; 1, 3, 4, 6- точки отбора проб из р. Ак-Буура; 2, 5 - точки отбора проб из источников слива.

Таблица 3 описывает физические свойства воды, которые человек может оценить без специальных приборов (зрение и обоняние). Она демонстрирует «ударный» эффект городских стоков.

Таблица 3

Органолептические показатели и прозрачность

Место слива	Точка отбора	Категория прозрачности	Прозрачность (см)	Запах (баллы)
А (Парк Навои)	До стока (1)	Мутная	3,5	III (Заметный)
	В стоке (2)	**Сильно мутная**	**1,5**	**V (Очень сильный)**
	После стока (3)	Мутная	3,0	IV (Отчетливый)
Б (Ош Базар)	До стока (4)	Мутная	3,0	IV (Отчетливый)
	В стоке (5)	**Сильно мутная**	**1,5**	**V (Очень сильный)**
	После стока (6)	Мутная	2,5	IV (Отчетливый)

Прозрачность: В фоновых точках (выше мест слива) прозрачность воды составляет 3,0–3,5 см. Однако непосредственно в самих стоках (точки 2 и 5) этот показатель падает до критических 1,5 см, что классифицирует воду как «сильно мутную». При смешивании со стоком прозрачность реки ниже по течению уже не восстанавливается до исходных значений, оставаясь на уровне 2,5–3,0 см.

Запах: Если до города река имеет «заметный» запах (III балла), то в местах впадения стоков он становится «очень сильным» (V баллов). Это свидетельствует о наличии гниющих органических остатков или химических примесей. В контрольных точках ниже по течению сохраняется «отчетливый» запах (IV балла), что подтверждает неспособность реки к быстрому самоочищению в черте города.

Четвертая таблица переводит наблюдения в цифры, характеризующие химический состав и экологическую нагрузку на водоем.

Таблица 4

Химическое и биологическое загрязнение

Место слива	Точка отбора	Взвешенные в-ва (мг/л)	$БПК_5$ (мг О2/л)	Степень загрязнения
А (Парк Навои)	До стока (1)	102,2	2,9	Умеренно загр.
	В стоке (2)	164,8	8,6	Грязная
	После стока (3)	138,5	4,7	Грязная
Б (Ош Базар)	До стока (4)	138,3	4,7	Грязная
	В стоке (5)	151,5	9,8	Грязная
	После стока (6)	143,6	6,4	Грязная

Взвешенные вещества (механическое загрязнение): Таблица фиксирует значительный прирост твердых частиц (песок, глина, ил). В районе парка Навои содержание взвесей после слива увеличивается со 102,2 мг/л до 138,5 мг/л (прирост более 35%). В районе Ошского рынка ситуация еще тяжелее: из-за уже накопленного загрязнения уровень взвесей достигает 143,3 мг/л.

$БПК_5$ (Биохимическое потребление кислорода)- это ключевой индикатор органического загрязнения.

В точке А (Навои) показатель возрастает с 2,9 до 4,7 мг O_2/л, что переводит воду из разряда «умеренно загрязненной» в «грязную».

В точке Б (Ош Базар) ситуация критическая: показатель $БПК_5$ после слива поднимается до 6,4 мг O_2/л. Это говорит о том, что в воде находится огромное количество органики (вероятно, из-за близости рынка и бытовых сбросов), на окисление которой расходуется почти весь свободный кислород, что губительно для речной экосистемы.

Выводы Количественный объем стоков: Проведенные гидрологические расчеты показали, что с территории города Ош в реку Ак-Буура ежегодно поступает значительный объем неочищенных сточных вод (талые воды — 1220,1 м³, ливневые воды — 1006,6 м³ и поливомоечные воды — 365 м³). Эти данные подтверждают постоянное антропогенное давление городской инфраструктуры на экосистему реки.

- Ухудшение качества воды: В результате экспериментального анализа установлено, что городские стоки снижают прозрачность воды до 1,5 см и повышают содержание взвешенных веществ более чем на 35%. Это приводит к заилению русла реки и резкому ухудшению физико-химических свойств воды.
- Опасность органического загрязнения: Повышение показателя $БПК_5$ до 6,4 мгO_2/л в районе Ошского центрального рынка доказывает переход воды из категории «умеренно загрязненная» в категорию «грязная». Такой уровень органического загрязнения ограничивает способность реки к самоочищению, а также создает санитарно-эпидемиологическую угрозу для населения, проживающего ниже по течению.
- Рекомендации: Для улучшения экологического состояния реки Ак-Буура необходимо установить локальные очистные сооружения (ЛОС) в дренажных системах города, внедрить современные технологии фильтрации ливневых вод и установить строгий контроль за отходами, поступающими с рынков и хозяйственных территорий.

Литературные источники

1. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. Справочное пособие по расчету водопотребления и эксплуатации сетей. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
2. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. (с учетом требований СН КР 40-01:2018).
3. Рекомендации по расчету систем сбора и очистки поверхностного стока. – М.: ФГУП «НИИ ВОДГЕО», 2014.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Выпуск 32. Киргизская ССР. — *Л.*: Гидрометеоиздат, 1989.
5. Данные Агентства по гидрометеорологии при МЧС КР (Кыргызгидромет). Климатические бюллетени по метеостанции Кара-Суу / Ош.
6. Верещагин В.В. Экология урбанизированных территорий. – Бишкек: Илим, 2019. – 210 с.
7. Мамытов А.М. Земельно-водные ресурсы Кыргызстана и их рациональное использование. – Бишкек: Кыргызстан, 2021. – 185 с.
8. Садыков Р.Т. Гидроэкология трансграничных рек Центральной Азии. – Ош: ОшГУ, 2022. – 150 с.
9. Водный кодекс Кыргызской Республики от 12 января 2005 года № 8 (с изменениями и дополнениями).
10. Экологический мониторинг водных объектов: учебно-методическое пособие / Под ред. И.И. Иванова. – М.: Академия, 2020. – 320 с.