



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

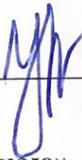
Кафедра прикладной и системной экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

На тему Комплексная оценка загрязненности реки Чирчик и ее притоков

Исполнитель  Гавхаров Рустам Равшан угли
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук
(ученая степень, ученое звание)

 Урусова Елена Сергеевна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой 
(подпись)

доцент, кандидат географических наук
(ученая степень, ученое звание)

Алексеев Денис Константинович
(фамилия, имя, отчество)

«29 11» 2022 г.

Санкт-Петербург

2022

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ	5
1.1 Географическое положение реки Чирчик	5
1.2 Гидрографическая характеристика бассейна реки Чирчик	8
1.3 Гидрогеологическая характеристика бассейна реки Чирчик	13
1.4 Использование вод в бассейне	14
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	21
2.1 Структура мониторинга бассейна реки Чирчик	21
2.2 Методы оценки полученных результатов	28
2.3 Методики проведения гидрохимических анализов	29
ГЛАВА 3 ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ ЧИРЧИК СОЕДИНЕНИЯМИ АЗОТА	32
3.1 Пространственно-временная динамика загрязненности реки Чирчик ...	32
3.1.1 Оценка уровня и особенности загрязнения воды реки Чирчик аммонийным азотом	32
3.1.2. Оценка уровня и особенности загрязнения воды реки Чирчик нитритным азотом	37
3.1.3 Оценка уровня и особенности загрязнения воды реки Чирчик нитратным азотом	42
3.2 Внутригодовая динамика загрязненности реки Чирчик соединениями азота	47
3.3. Составление карты загрязненности реки Чирчик соединениями азота	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	74
Приложение А	Error! Bookmark not defined.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Водные объекты интенсивно загрязняются органическими веществами антропогенного происхождения, которое приводит не только к появлению в воде болезнетворных бактерий, но и увеличению по сравнению с естественным содержанием аммонийного, нитритного и нитратного азота, хлоридов и окисляемости, что может использоваться как косвенный химический показатель загрязнения воды органикой (фекалиями).

Принимая во внимание, что во время распада белков в кишечнике сельскохозяйственных животных и человека образуются соли аммония, увеличение содержания этого химического ингредиента в воде при загрязнении ее хозяйственно-бытовыми стоками свидетельствует о свежем загрязнении, которое является одним из самых опасных в эпидемиологическом плане. Таким образом имеет большое значение мониторинг загрязнения реки Чирчик органическими веществами и азотными соединениями.

Река Чирчик, включая систему каналов, берущих воду из нее, является очень важным источником питьевого, коммунально-бытового, промышленного и сельскохозяйственного водообеспечения Ташкентской области и г.Ташкента, а также для соседней Республики Казахстан. Поэтому, изучение вопросов формирования качества ее воды имеет не только национальное, но и международное значение.

Целью работы является комплексная оценка загрязненности реки Чирчик соединениями азота.

Задачи.

1. Дать характеристику бассейну реки Чирчик и исследуемых показателей.
2. Провести комплексную оценку уровня и особенностей загрязнения воды реки Чирчик аммонийным, нитритным и нитратным азотом.
3. Оценить внутригодовую динамику изменения концентраций соединений азота.

4. Установление закономерностей многолетней динамики и современного уровня загрязнения воды реки Чирчик соединениями азота с составлением карты загрязненности реки Чирчик.

В качестве объекта исследования выбрана река Чирчик, протекающая в Ташкентской области Узбекистана.

Предмет исследования. Содержание в водах р. Чирчик аммонийного, нитратного и нитритного азота.

Материалы и методы исследования. Для оценки многолетней динамики загрязненности вод реки Чирчик минеральными соединениями азота были проанализированы архивные данные Центра гидрометеорологической службы Республики Узбекистана (УЗГИДРОМЕТ) (Ежегодник, за 2005 – 2020 гг.) и Государственной специальной инспекции аналитического контроля (ГосСИАКа) Госкомэкологии Республики Узбекистана. Материалом служили также результаты гидрохимических анализов, собранные в течение 2008-2018 гг. в ходе полевых работ персоналом Чирчикской лаборатории Государственной специализированной инспекции аналитического контроля.

Пробы речной воды для определения рассматриваемых веществ были отобраны в нескольких точках, отражающих специфику верхнего, среднего и нижнего течений реки. Для определения концентраций аммонийного, нитритного и нитратного азота в воде были использованы общепринятые методы, принятые в системе Государственной специальной инспекции аналитического контроля (ГосСИАКа).

Научная новизна. Проведена оценка внутригодовой динамики содержания соединений азота в реке Чирчик. Разработана карта загрязнения реки Чирчик соединениями азота по длине реки.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения, список литературы и приложений. Диссертация изложена на 80 страницах компьютерного текста, включает 40 рисунков, 20 таблицы список литературы из 62 наименований.

ГЛАВА 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Географическое положение реки Чирчик

Река Чирчик – главная водная артерия Ташкентской области, протяженностью 225 км (вместе с притоком Пскем). Площадь водосбора реки – 10,9 тыс. км², среднегодовой расход 224 м³/сек. Чирчик образуется при слиянии ряда крупных рек: Чаткал, Коксу, Пскем и Угам. Наиболее протяженная из них – река Чаткал (400 км), которая протекает большей частью по территории Киргизии. В месте слияния Чаткала, Коксу и Пскема было создано Чарвакское водохранилище. Ниже по течению реки находятся еще два водохранилища – Ходжикентское и Газалкентское (табл. 1.1) [8].

Таблица 1.1. Общая характеристика водохранилищ водосбора реки Чирчик

№	Название водохранилища	Источник воды	Тип	Год ввода	Регулирование	Объем, млн.куб.м		Зеркало кв.км
						полный	полезный	
1	Чарвакское	р. Чирчик	Русловое	1970	Сезонное	2006	1580	40,0
2	Газалкентское	р. Чирчик	Русловое	1980	Суточное	16	7	5,0
3	Ходжикентское	р. Чирчик	Русловое	1976	Суточное	31	9	2,5

В верховье Чирчика расположено водохранилище Чарвакской ГЭС. Ниже расположения Газалкентского гидроузла из реки вправо по верхнему деривационному каналу подается до 310 м³/с воды на Чирчик-Бозсуйский каскад ГЭС. От Верхнечирчикского гидроузла отходит канал Левобережный Карасу (расход воды – 180 м³/сек), ниже по течению Чирчик питает и другие каналы [40].

В долине по берегам реки расположены города Газалкент, Чирчик, Ташкент; а также посёлки Чарвак, Искандер и Алмазар [39].

Чирчик имеет ряд притоков – все они приходятся на верхнюю часть его долины, окаймлённую горами. В низменной части долины притоки отсутствуют полностью. Всего два притока Чирчика (не считая составляющих) являются достаточно крупными: справа – Угам, слева – Аксакатасай. Только эти реки не иссякают вплоть до устья в любое время года. Остальные притоки в настоящее время разбираются на орошение или имеют пересыхающий участок в низовьях. Такие водотоки достигают Чирчика лишь при половодье и сильных паводках, а в летние и осенние месяцы могут лежать иссякшими. Относительно крупными среди них являются: справа – Кызылсу, Шурабсай, Таваксай и Азадбашсай, слева – Каранкульсай, Гальвасай (Галибасай), Паркентсай и Кызылсай (Башкызылсай) (два последних впадают не в сам Чирчик, а в его рукав Левобережный Карасу, переходящий в бассейн Ахангарана [8, 9].

Чирчик относится к категории рек снегово-ледникового типа с выраженным преобладанием питания за счет сезонных снегов среднего и нижнего ярусов. Чирчик принимает всего два крупных притока: справа – р. Угам и слева – р. Аксак-Ата. Другие притоки – типичные саи. Режим р. Чирчика на выходе из гор характеризуется показаниями Ходжикентской станции УзГидромет службы, где которой ведутся наблюдения с 1911 г [32].

Ташкентский канал («Анхор»), который питается водами Чирчика, орошает южную часть Ахангаранской долины, а канал Бозсу служит для обеспечения водой города Ташкент и его окрестностей [42].



Рисунок 1.1. Карта Ташкентской области и реки Чирчик

По административному делению бассейн реки Чирчик полностью принадлежит Ташкентской области Республики. Лишь незначительная часть территории в верховьях рек Угам и Пскем относится к Республики Казахстан, северо-восточная часть бассейна (большая часть бассейна р. Чаткал до впадения р. Найзы) принадлежит Республике Киргизстан (рис. 1.1).

Бассейн реки Чирчик ориентирован с северо-востока на юго-запад и имеет площадь около 15000 км^2 , половина которой приходится на водосборную часть. Границами бассейна являются на севере и северо-западе отроги Чаткальского и Таласского хребтов, на юго-западе река Сырдарья [8].

Конфигурация, высотные отметки и ориентация горных хребтов, в основном, определяют структуру гидрогеологической сети и режим реки бассейна. Высота Таласского Алатау большей частью превышает 3500 м, а

отдельные вершины превосходят 4000 м, оставаясь ниже 4500 м [8].

Южный склон хребта отличается чрезвычайным развитием и дает ряд громадных отрогов, простирающихся в юго-западном направлении. К ним относятся: Угамский, Пскенский, Джитысанда, Чаткальский и др. На долю высот свыше 4000 м приходится всего 0,4 % его площади. Средняя взвешенная высота водосбора выше с.Ходжикент равна 2548 м. Это обстоятельство не благоприятствует широкому развитию здесь вечных снегов и оледенений, так как высота снеговой линии колеблется в пределах 3300-4000 м [41].

Небольших размеров оледенение достигает в бассейне Пскема. Незначительное течение ледников и высокогорных снегов определяет характер питания и внутригодовые распределения стока рек рассматриваемого бассейна.

Все крупные реки носят черты режима, соответственные рекам снегового-ледникового питания. Вследствие открываются реки Чирчик с юго-запада и расположения водосборов на периферии горной системы, его модуль стока равен 20,8 л/с с км².

Наиболее крупными притоками р. Чирчик являются справа река Угам и слева река Аксакатасай. Остальные притоки до Чирчика доносят свои воды лишь в период прохождения снеговых паводков и селей [32].

1.2 Гидрографическая характеристика бассейна реки Чирчик

По характеру долины и русла реку Чирчик можно разделить на два существенно разных участка:

- от слияния рек Чаткал и Пскем до узла Чирчикских ГЭС . Его протяжность 29 км;
- от узла Чирчикских ГЭС до устья. Его протяженность 145 км.

Первый участок и его современная долина представляет из себя каньон, врезанный в дно древней долины. Первые три километра современная долина реки врезана в дно широкой межгорной депрессии на глубину достигающую

30-40 м. Ниже по течению, между селами Джарлытобе и Ходжикент, долина реки сильно сужается, образуя узкий горный проход, называемый «Чарвакская щель», и имеет наименьшую ширину по дну 80 м. За с. Ходжикент древняя долина расширяется до 1 км, а к концу рассматриваемого участка достигает 7 км.

Современная долина, врежется в дно более древней, и имеет ящикообразную форму, в отдельных местах – V-образную [6].

Ширина долины реки характеризуется относительным постоянством, и меняется в пределах 80-150 м, имея среднюю ширину около 100 м. Склоны долины в большинстве случаев крутые и не редко представляют собой отвесные уступы террас. Река почти не имеет поймы, исключение составляет короткий участок у слияния рек Пскем и Чаткал и незначительные расширения долины, где река как правило делится на рукава. Превалирующая ширина поймы 60-80 м, самая большая 200 м (устье р. Угам). Река имеет умеренно извилистое русло. Наиболее нижняя часть участка также является верхним бьефом головного узла Чирчикских ГЭС и имеет ширину 130-150 м. Плотина подпирает горизонты воды до 7 м; подпор распространяется на 0,5 км выше с. Газалкент.

Нынешняя долина реки верхней части второго участка характеризуется ящикообразной формой. Склоны ее представляют крутые и не редко отвесные уступы террас. Вниз по длине реки уступы террас характеризуются понижением, а долина не имеет четко видимых границ. На протяжении рассматриваемого участка пойма реки получила развитие. Её преобладающая ширина 0,5 - 0,7 км, а наибольшая 1 км (к примеру, у с. Троицкого).

Чирчик расходится по поверхности поймы на большое количество рукавов (до 6-10), которые постоянно меняют свое местоположение. Поверхность поймы часто пересечена старицами, рукавами, промоинами.

В периоды половодья и паводков пойма затопливается почти полностью, но не сплошным потоком, а в наиболее низких местах. В результате образуется огромное число островов. Берега реки в основном крутые и

обрывистые на протяжении всей верхней части участка, но невысокие. Существенно реже встречаются пологие берега (преимущественно левые). По длине нижней части участка одинаково часто встречаются берега как пологие, так и крутые и обрывистые, однако высота их невелика. Берега, обычно, неустойчивы, и сильно размываются, преимущественно в половодье.

Встречаются и заболоченные участки берегов. У с. Ниязбаш расположенного в 55 км от устья река ранее разделялась на два крупных рукава, которые вновь сливались у с. Шунгар. Левый рукав носил название Калган-Чирчик и в период маловодья превращался в череду стариц. Теперь этот рукав отмер. Возле сел Шунгар и Чингиз влево от реки отходил второй крупный рукав, называвшийся аналогично - Калган- Чирчик. Сейчас он потерял связь с рекой, и собирает и сбрасывает в Сырдарью, в основном, оросительные и грунтовые воды, а также дренирует прилегающую низинную и заболоченную местность. Рукав впадает в реку Сырдарью на расстоянии 11 км выше устья р. Чирчик (рис. 1.2).

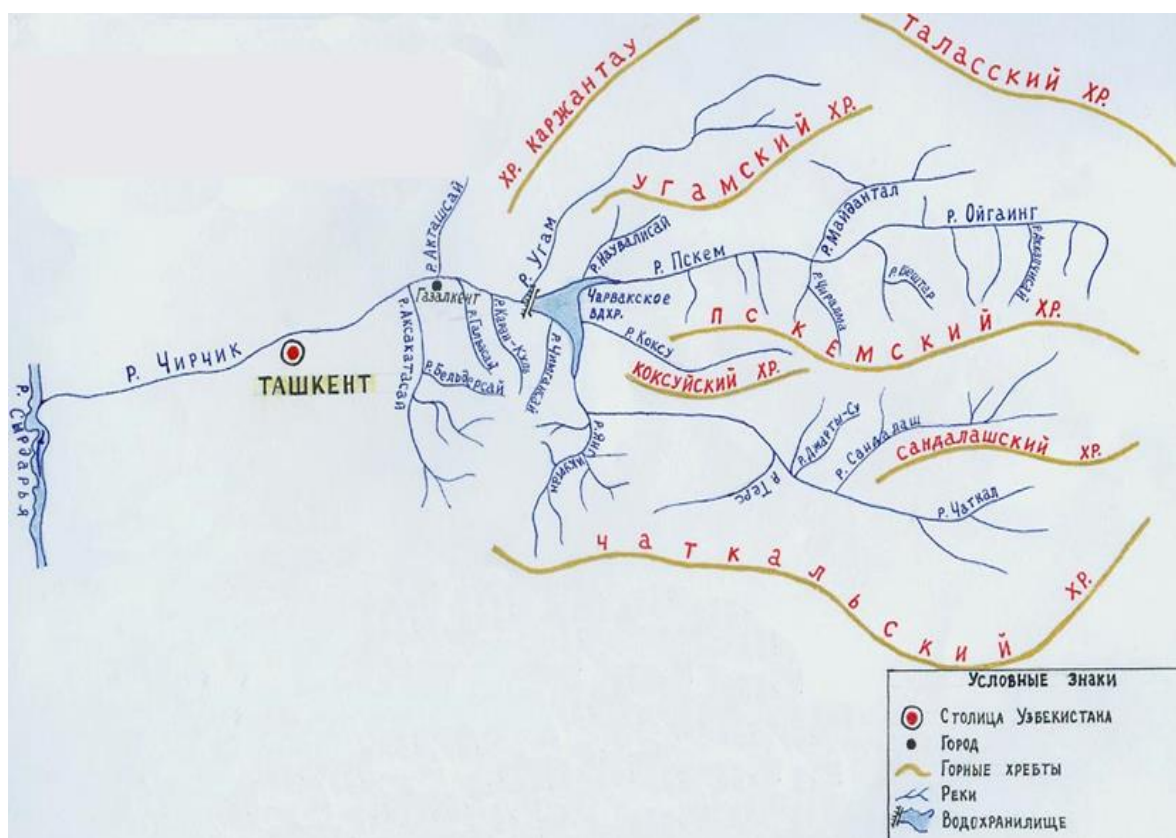


Рисунок 1.2. Гидрографическая сеть Чирчикского речного бассейна

Сток р. Чирчик при выходе из гор состоит из 55% стока р. Чаткал, 36% сток р. Пскем и 9% из стока правого притока р. Угам. Следовательно условия питания и внутригодовое распределение стока р. Чирчик отражают условия питания и распределение стока перечисленных рек. В основном р. Чаткал. Средневзвешенная высота водосборар. Чирчик составляет 2548 м, что на 57 м ниже высоты водосбора р. Чаткал и на 115 м ниже водосбора р.Пскем. Высоты более 3500 м в водосборе р. Чирчик занимают 9,3% его общей площади [8,9].

После участка гор средний расход р. Чирчик равен $224 \text{ м}^3/\text{с}$. Следовательно, средний модуль стока водосбора реки - $20,7 \text{ л/с км}^2$. Среднегодовые расходы воды лежат в пределах $132\text{--}348 \text{ м}^3/\text{с}$ и имеют C_v равный 0,21. Среднее многолетнее распределение стока внутри года р. Чирчик характеризуется следующими особенностями: максимум приходится на июнь, минимум – на февраль. При этом, период низких расходов наблюдается обычно в декабре-феврале. Далее, в марте начинается значительное увеличение расходов воды, связанное в основном с таянием снегов нижнего яруса (рис 1.3).

Таблица 1.2. Гидрологические характеристики реки Чирчик и её бассейна.

П/н	Река-створ	Н, м	F, км ²	Расход воды, м ³ /сек		
				Q _{макс}	Q _{мин}	Q _{сред}
1	Чирчик - Хожикент с.	2570	10900	448	132	225
2	Пскем - Муллала с.	2740	2540	137	53,1	77,9
3	Ойгаинг – нижняя	3010	1010	44,7	17,4	28,3
4	Чиралма – нижняя	2700	103	5,53	1,28	2,78
5	Майдонтол – нижняя	3130	471	28,2	11,2	17,5
6	Навойлисой - Сижжак с.	1650	98	6,62	1,84	3,76
7	Чоткол – Худойдодсой с.	2638	6580	229	61,8	110
8	Янгикургон - Янгикургон с.	1790	33,7	1,65	0,123	0,696
9	Чимгансой - Чимган курорт	1530	23,3	0,54	0,11	0,301
10	Угом - Хожикент с.	1946	869	43,5	12	22,9
11	Коранкулсой - Коранкул с.	1380	15,6	0,45	0,034	0,137
12	Галвасой - Галвасой с.	1250	56,7	0,91	0,16	0,466
13	Октошсой - Октош с.	1670	19,3	0,716	0,038	0,354

Средний сток за период июль-сентябрь составляет 61% от стока за

период март-июнь. В отдельные годы он увеличивается до 89% или снижается до 41%.

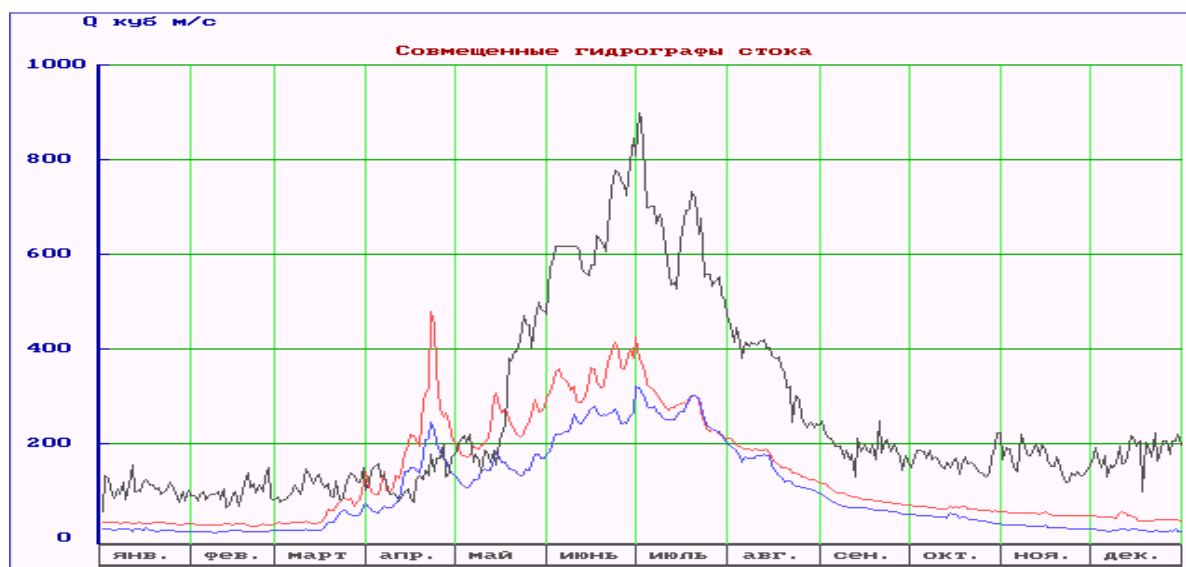


Рисунок 1.3. Гидрограф за 2020 год, р. Чирчик, г. Ходжикент.

Затем после выхода из горного участка режим р. Чирчик изменяется под влиянием забора вод на орошение и изъятий ее для гидроэнергетики. При этом одновременно в русло поступает большое количество сбросных и грунтовых вод. В последние годы в меженный период практически вся вода реки забирается в деривационный канал Чирчикских ГЭС. Другая часть ее по Бозсуйскому водному энергетическому тракту преодолевает каскад ГЭС и сбрасывается напрямую в Сырдарью по каналу Нижний Бозсу. Следовательно, нижеголовного узла Чирчикских ГЭС в период межени в р. Чирчик остаются только грунтовые и сбросные воды, поступающие на участке ниже узла. Сток грунтовых и сбросных вод в Чирчик наблюдается на всем его протяжении [19, 20].

На первом участке в дополнительные воды включаются сбросы небольших саев, за исключением Аксакаты и Акташа. Очень существенное выклинивание грунтовых вод происходит на левом берегу р. Чирчик. Например, грунтовые воды часто поступают в канал Карасу и в коллекторы. На правом берегу выклинивания намного ниже [19, 20].

1.3 Гидрогеологическая характеристика бассейна реки Чирчик

Чирчик-Ахангаранский бассейн высоко обеспечен подземными водами. На глубине 2000 м найдены термальные горячие источники, их температуры 55-60°C. Термальные воды обладают высокой минерализацией, имеют лечебные свойства. К примеру, Ташкентская минеральная вода может использоваться при лечении большого числа болезней. На территории предгорных равнин обнаружены бассейны артезианских вод на разной глубине. Их воды используются для водоснабжения населения и орошения [23, 29].

Грунтовые воды бассейна реки залегают в четвертичных отложениях и приурочены к гравийно-галечниковому слою, при этом водоупором являются каменные лессы. Подземные воды бассейна принадлежат к инфильтрационному генетическому типу. Явную прямую связь с антропогенным загрязнением имеют воды водоносных горизонтов в четвертичных отложениях. В питании грунтовых вод главную роль играет поверхностный сток в пойме реки Чирчик. Менее значимой является инфильтрация атмосферных осадков, и приток подземных вод со стороны процесса инфильтрации ирригационных вод, а также искусственных водотоков, площадной инфильтрации поливных вод [23, 29].

Подземные воды четвертичных отложений долины реки Чирчик связаны между собой в единую водонапорную систему. По химическому составу грунтовые воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые, по величине минерализации – пресные [23, 29].

Описание коллекторно-дренажной сети и каналов. Главный водозабор из реки Чирчик осуществляется в двух гидротехнических узлах: Газалкентском, который построен в 1940 г., и Троицком, который построен в 1957 г. С целью сезонного регулирования речного стока в 1970 г., выше с.

Ходжикент в горах, была введена в эксплуатацию первая очередь Чарвакского водохранилища [23, 29].

Наиболее значимыми и водоносными каналами, забирающими воду, являются каналы Бозсу, Зах, Карасу и Ташкентский. Канал Бозсу впадает в реку Сырдарью незначительно ниже р. Чирчика. Посредством канала Зах вода реки перебрасывается в реку Келес, которая разбирается орошение, а затем достигает Сырдарьи с минимальными расходами воды. Левобережный канал Карасу переносит воды Чирчика с целью орошения земель находящихся в бассейне реки Ахангаран. Далее он соединяется с ней выше Туябугузского водохранилища, которое построено в 1962 г. Поэтому в Ахангаране, который тоже впадает в реку Сырдарью, содержится в том числе и чирчикская вода. Помимо вод Чирчика, в Карасу попадают селевые воды левобережных речек Паркентская, Юзурукская и др. В 1979 г. Было завершено строительство Паркентского канала с головным водозабором на $57 \text{ м}^3/\text{с}$ и с протяженностью 69,6 км [23, 29].

В оазисе Ташкента тоже есть коллекторно-дренажная сеть. Приемником большинства коллекторов является река Чирчик. Массовое строительство коллекторов было выполнено в 1950-1960 гг. К 1972 г. на территории Ташкентской области было проложено 5760 км дренажной сети, к 1986 г. ее длина возрасла до 7919 км. Среди сбросов в реку Чирчик можно выделить коллекторы РК-5, РК-10, Кирова, Пойменный, дренаж ХД-Т. В реку Ахангаран впадают коллекторы Сарысу-1, Карасу-1, Гулистанский. Некоторые коллекторы несут свои воды до р. Сырдарьи (Карасу-2, Сарысу-2, Песчаный, Улавливающий) [19, 20, 23, 29].

1.4 Использование вод в бассейне

Территория бассейна р. Чирчик является наиболее древних территорий ирригации на территории Республики Узбекистан. Еще в период до нашей эры был прорыт канал Бозсу, из которого брали воду многочисленные более

мелкие каналы. Сейчас на месте слияния рек Чаткала, Коксу и Пскем раскинулось Чарвакское водохранилище, которое относится к сезонному регулированию стока и имеет объем в 2 км³. Оно функционирует для покрытия ирригационных и энергетических нужд. Ниже по течению от него построена Ходжикенткая ГЭС с водохранилищем типа суточного регулирования стока. Далее ниже по длине реки расположен Газалкентский водозаборный узел, из его верхнего бьефа для правого берега забирает воду канал Бозсу или Верхний деривационный, а для левого - Паркентский канал. Далее вода из этих каналов перераспределяется в более мелкие каналы.

Напрямую из р. Чирчик выше по течению города Чирчик забирает воду для левого берега канал Карасу.

Кроме перечисленных выше основных каналов на всей длине р. Чирчика, на участке от Газалкентской плотины до устья, из реки ведется забор воды в совсем мелкие каналы и ряд более крупных. Наиболее значимые из них каналы Зах, Ханым на правом берегу Бозсу. По ним происходит переброс стока в бассейн реки Келеса на территорию Республики Казахстан. Также по каналу Карасу сток Чирчика перебрасывается в бассейн р. Ахангарана.

На всей территории водосбора Чирчика в само русло реки и в перечисленные выше каналы регулярно сбрасываются возвратные воды по системе многочисленных коллекторов. В результате таких мероприятий в устьевую часть реки поступает не естественный сток воды, а сток, который сформировался в коллекторах, а также подземным путем за счет фильтрации стоков с полей орошения, и из каналов, кроме того имеют место сбросы излишних вод.

Чарвакское водохранилище – является первое и главным сооружением, которое регулирует сток реки Чирчик главным образом для ирригационных целей. Многолетний объем притока в водохранилище оценивается по данным шести постов наблюдения, которые представлены в таблице 1.3.

Основными поставщиками воды из них являются реки Чаткал и Пскем, которые дают 92% от общего притока в водохранилище. Сток по реке Коксу

составляет всего 6%. Остальные три реки обеспечивают всего лишь 2% притока [11].

Сброс воды из водохранилища осуществляется через турбины ГЭС и аварийному водоводу на случай катастрофической ситуации, при этом от обоих водоводов вода поступает в русло р.Чирчик. В период особенно жарких месяцев, когда нужды на полив сильно возрастают, сток из водохранилища иногда может превышать приток в него по рекам. Однако при этом именно с мая по август происходит наибольший приток в водохранилище вследствие таяния высокогорных ледников, снегов и снежников. Средний многолетний сток из водохранилища составил 202 м³/сек, в наиболее многоводный период (2002 г) – 300 м³/сек, а в самый маловодный период (2000 г.) – 167 м³/сек. То есть с разницей почти в два раза.

Таблица 1.3 Перечень постов наблюдения за притоком в Чарвакское водохранилище.

1	р. Чаткал	устье р. Худайдотсай	период наблюдений с 1965 г. по настоящее время
2	р. Коксу	с. Бурчмулла	период наблюдений 1931-1978 годы
3	р. Пскем	с. Муллалла	период наблюдений с 1965 г. по настоящее время
4	р. Наувалысай	с. Сиджак	период наблюдений с 1964 г. по настоящее время
5	р. Янгикурбан	кишл. Янгикурбан	период наблюдений с 1965 г. по настоящее время
6	р. Чимгансай	курорт Чимган	период наблюдений с 1967 г. по настоящее время

За период с мая по август в русло реки поступает значительно больше

воды, чем её расходуется. Обычно в этот период сельскохозяйственные угодья испытывают максимальную потребность в воде, резко ощущается острый дефицит воды и усиливается желание фермеров отбирать её все в больших количествах. Важную роль также играет качество учета водозабора, и, в особенности, сброса вод по коллекторам.

Важно отметить, что кроме поступления возвратных вод по системе коллекторов, большая часть их поступает также в реку через подземные пути. Таким образом, Чирчик на всем своем течении выполняет роль дрены. Объем такого стока существенен в вегетационный период.

Из всей площади водосбора большая часть его находится в пределах Республики Узбекистан, представленной в большей степени территорией Ташкентского оазиса, площадь которого составляет 15,6 тыс. км² (это всего 3,5% всей территории республики). На данной территории проживает более 5 миллионов человек, то есть порядка 20% численности населения Узбекистана. Ташкентский оазис является самым крупным индустриальным районом Республики Узбекистан. В нём расположены значимые индустриальные центры Республики, такие как г.Ташкент, Чирчик, Бекабад, Алмалык, Ангрен, Ахангаран, Янгиюль. Территория является высокоурбанизированной, ведь население всех городов территории составляет более 70%. Кроме того, на долю района приходится практически вся продукция черной и цветной металлургии Узбекистана. А также абсолютно всё производство текстильных машин и оборудования. Здесь же производится большая часть добычи угля.

Многоотраслевое сельское хозяйство занимает значительное место в экономике рассматриваемой области. В Ташкентской области производится:

6,2% объема хлопка-сырца,

9,2% зерна,

27,5% овощей,

25,6% картофеля,

7,2% бахчевых культур.

Благоприятные климатические и почвенные условия способствуют развитию плодоводства и виноградарства. Отрасль животноводства составляет крупный рогатый скот молочного и мясного направления, а также развито овцеводство и птицеводство.

Если рассматривать демографические показатели, то за последние десять лет численность населения Ташкентской области увеличилась на 123 тысячи человек, в том числе сельского населения – на 11 тысяч человек и составила в итоге на 1.01.2005 г. 4984,7 тысяч человек, в том числе сельского – 1334,7 тысяч человек. Общая площадь земель орошения области составляет – 395,8 тыс. га. [12]

Существующее водное хозяйство Ташкентской области разнообразно и сложно устроено. Водохозяйственный комплекс служит для обслуживания сразу нескольких категорий потребителей. Каждая из них предъявляет свои конкретные требования к объему, качеству и режиму подачи воды. В систему подачи воды всем потребителям входят гидротехнические сооружения, каналы, насосные станции и трубопроводы. Некоторые потребители относятся к приоритетным так как обеспечивают потребности населения, промышленности и энергетики. Они получают воду без ограничений, несмотря на ее дефицит в системе. Иногда их снабжают с небольшими ограничениями. Так же важнейшей задачей водного хозяйства является функция поддержания естественных и искусственных водотоков в рабочем и безопасном для населения и промышленности состоянии [12].

Ташкентская область достаточно хорошо снабжена водными ресурсами приемлемого качества, однако не смотря на это давно назрел ряд проблем, реализация которых требует постоянных и дорогостоящих усилий:

- В орошаемом земледелии необходимо обеспечить эффективное использования водных ресурсов;
- Необходимо снизить затраты на машинную транспортировку воды;
- Обеспечение эффективной защиты значимых водотоков от влияния промышленных и сельскохозяйственных сточных вод.

Штатная эксплуатация гидромелиоративных систем обеспечивает безопасность близлежащих территорий. Сложная инфраструктура ирригационных сооружений, которая создавалась столетиями, и призвана обеспечить водой необходимого качества весь природно-хозяйственный комплекс, требует непрерывного поддержания в адекватном рабочем состоянии. Также система должна модернизироваться в согласии с растущими нуждами возрастающей численности населения и развития народного хозяйства [13].

Структура водопотребления в Ташкентской области выглядит следующим образом (рисунок 1.4)

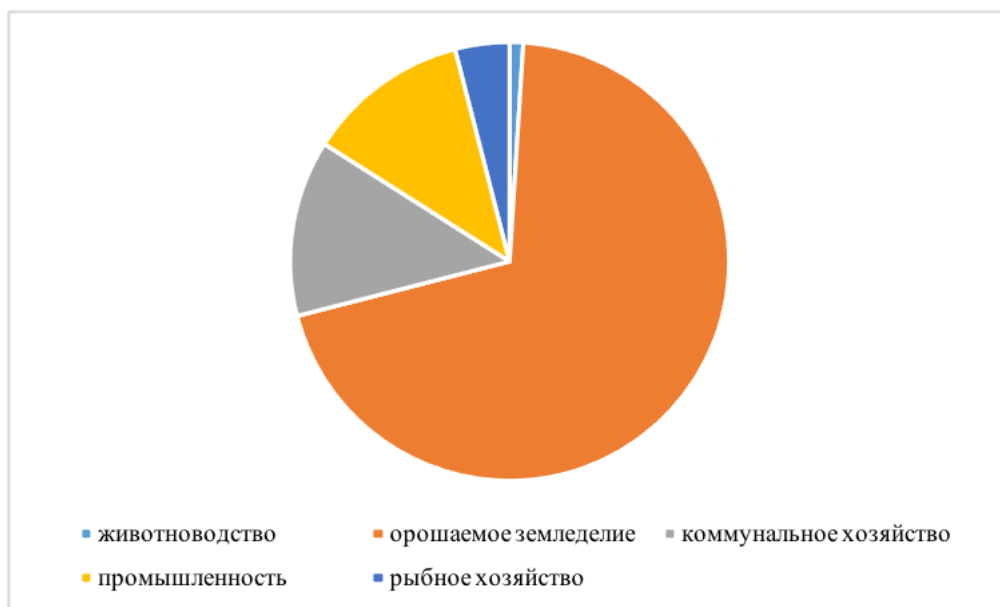


Рисунок 1.4 Структура водопотребления в Ташкентской области, %

Видно, что базовым потребителем воды является орошаемое земледелие. Коммунальное хозяйство потребляет около – 13%, сельскохозяйственное водоснабжение около-1%, промышленность – 12% и рыбное хозяйство – 4% [14] [15].

Заключение по главе 1

По своему географическому расположению, гидрологическому режиму и развитию промышленности, сельского хозяйства и наличия

крупных населенных пунктов, включая столицу республики Узбекистан, река Чирчик является очень важным источником обеспечения высококачественной водой Ташкентской области и прилегающих районов соседних республик. Изучение изменений в окружающей природной среде, развитие уровня экономической активности и ситуации обеспеченности водными ресурсами, сложившейся в бассейне реки Чирчик, позволяют сделать вывод, что антропогенная нагрузка на реку и её водосбор неуклонно возрастает. В настоящее время и с учетом перспективной динамики роста населения нагрузка будет возрастать в будущем.

Потенциальная емкость территории, очевидно, близка к критическому значению, после которого начинается интенсивная деградация с непредсказуемыми последствиями не только для окружающей среды, но и для населения, проживающего на территории бассейна реки.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1 Структура мониторинга бассейна реки Чирчик

В Республике Узбекистан большая часть пунктов наблюдения за состоянием поверхностных вод совмещена с гидрологическими постами. Гидрохимические наблюдения за состоянием поверхностных вод проводятся на 59 водных объектах, в 85 пунктах, 107 створах, по 43 ингредиентам, среди них выделяют основные: [32].

- минерализация;
- удельная электропроводность;
- БПК (биохимическое потребление кислорода);
- основные анионы, катионы и загрязняющие вещества;
- температура.

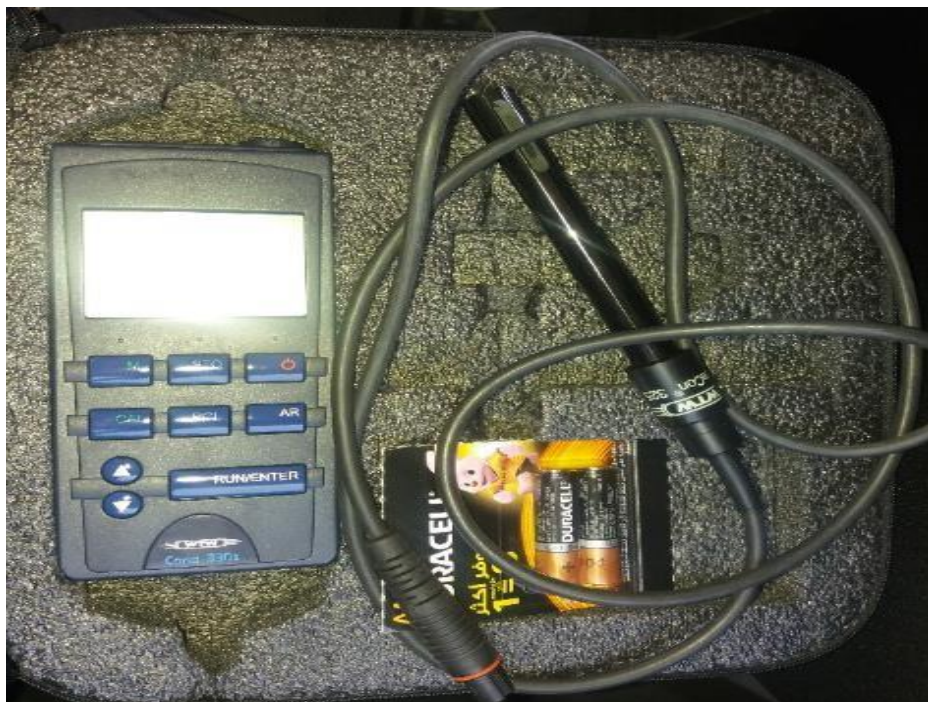
В зависимости от категории, отборы проб поверхностных вод на станциях наблюдений производятся ежемесячно или в основные гидрологические фазы [32].

Показатели перифитона, зообентоса и макрофитов относятся к гидробиологическим наблюдениям и проводятся на 10 водных объектах Ташкентской области в 27 створах. С целью оценки и характеристики класса качества воды и экологического состояния водных объектов используются региональные биотические индексы, разработанные Службой мониторинга для загрязнения атмосферы, поверхностных вод и почвы. Данные индексы адаптированы к региональным особенностям исследуемой территории: биотический перифитонный индекс и модифицированный биотический индекс Вудивиса [32].

Ташкентское областное Управление по гидрометеорологии (ТашкентГидромет) относится к структурным подразделениям Центра гидрометеорологической службы при Министерстве по чрезвычайным

440 нм, использовали кюветы 30 мм.

Длина волны при проведении анализов для определения нитритного азота длину волны настроили на 540 нм, использовали кюветы 20 мм, а для нитратного азота, длина волны – 400 нм, кюветы – 50 мм.



а)



б)



в)

Рисунок 2.2. Используемые инструменты:

а) кондуктометр марки Cond 330i; б) pH-метр марки DPH-2;

в) фотометр КФК-3 марки «30МЗ»

Анализ исследований об установлении уровня и особенностей загрязнения воды реки Чирчик аммонийным, нитритным и нитратным азотом были проведены согласно нижеприведенной карте (рис. 2.3).

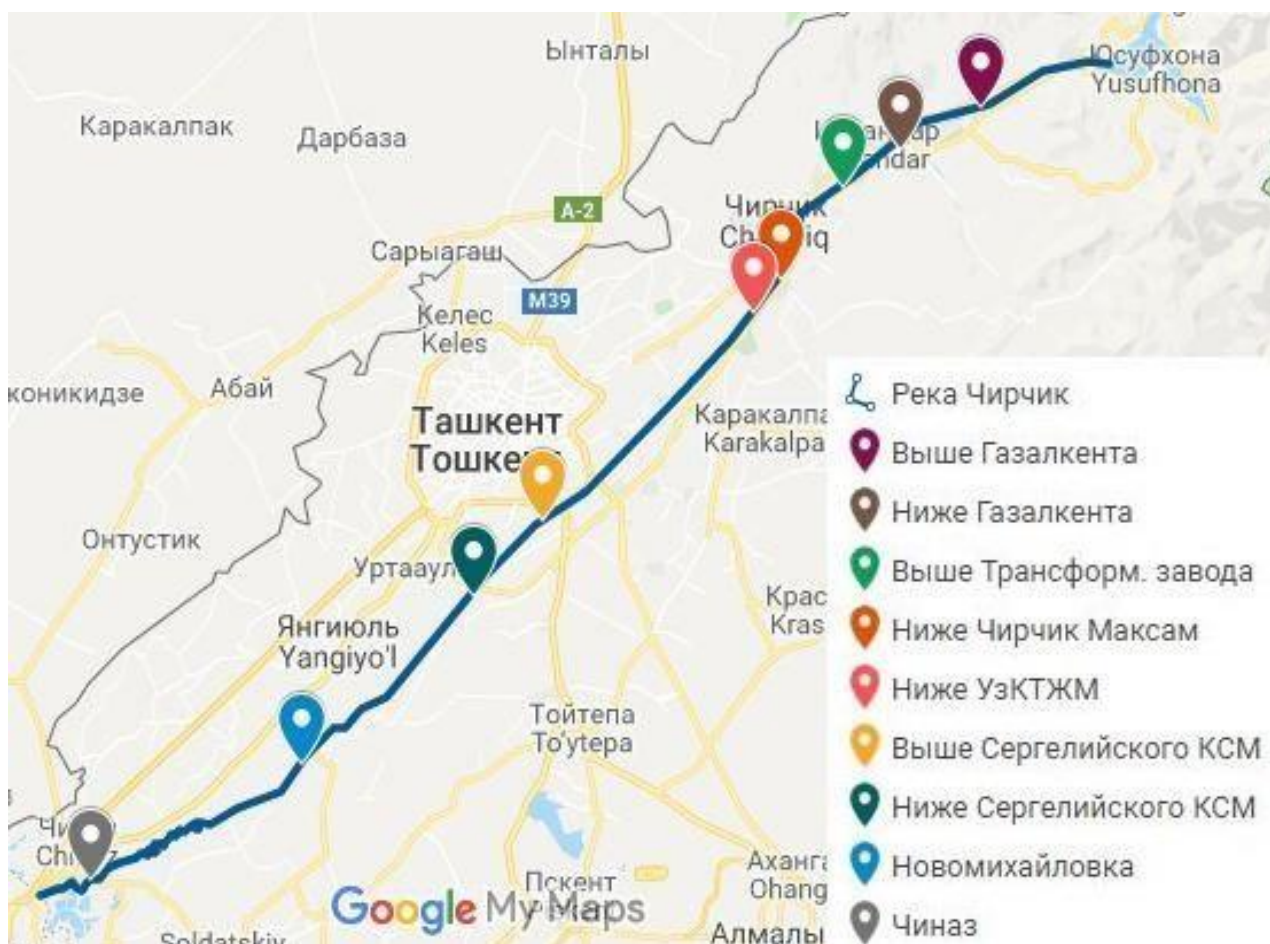


Рисунок 2.3. Карта реки Чирчик со станциями мониторинга Узгидромета

УзГидромет Республики Узбекистан проводит оценку текущего состояния и качества вод р. Чирчик по 9-ти пунктам наблюдений (рис.2.3) представленным в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Пункты гидрохимических наблюдений на реке Чирчик

№	Пункт	Расстояние от устья, км	Расположение
1	г. Газалкент	135	0,3 км выше г. Газалкента
2	г. Газалкент	129	0,35 км ниже г. Газалкента
3	г. Чирчик	119,5	0,5 км выше р. Чирчика, 2,5 км выше сброса сточных вод трансформаторного завода
4	г. Чирчик	107	0,5 км ниже города, 3 км ниже АО «Чирчик-Максам»
5	г. Чирчик	102,5	8,5 км ниже р. Чирчик (Троицкий створ) 3 км ниже сброса сточных вод <u>УзКТЖМ</u>
6	г. Ташкент	84,5	в черте г. Ташкента, 7 км выше сброса сточных вод КСМ
7	г. Ташкент	62,5	в черте города, 3 км ниже сброса сточных вод <u>Сергелийского</u> КСМ
8	пос. Новомихайловка	36,8	1,6 км ниже поселка, 11 км ниже сброса сточных вод <u>лубзавода</u>
9	г. Чиназ	3,2	3,5 км от р. Чиназ, в 0,5 км выше пос. новый Чиназ

Параллельно с УзГидрометом другая структура – ГосСИАК проводит мониторинг реки Чирчик. В структуре ГосСИАК находятся 4 точки отбора проб по длине реке Чирчик (рис. 2.4):

1. Бостанлыкский район, Чарвакская плотина;
2. После сброса АО «Чирчик-Максам»;
3. Махалля Чорток, граница Сергели;
4. Махалля МФИ Эпкинды, граница с Чиназом.

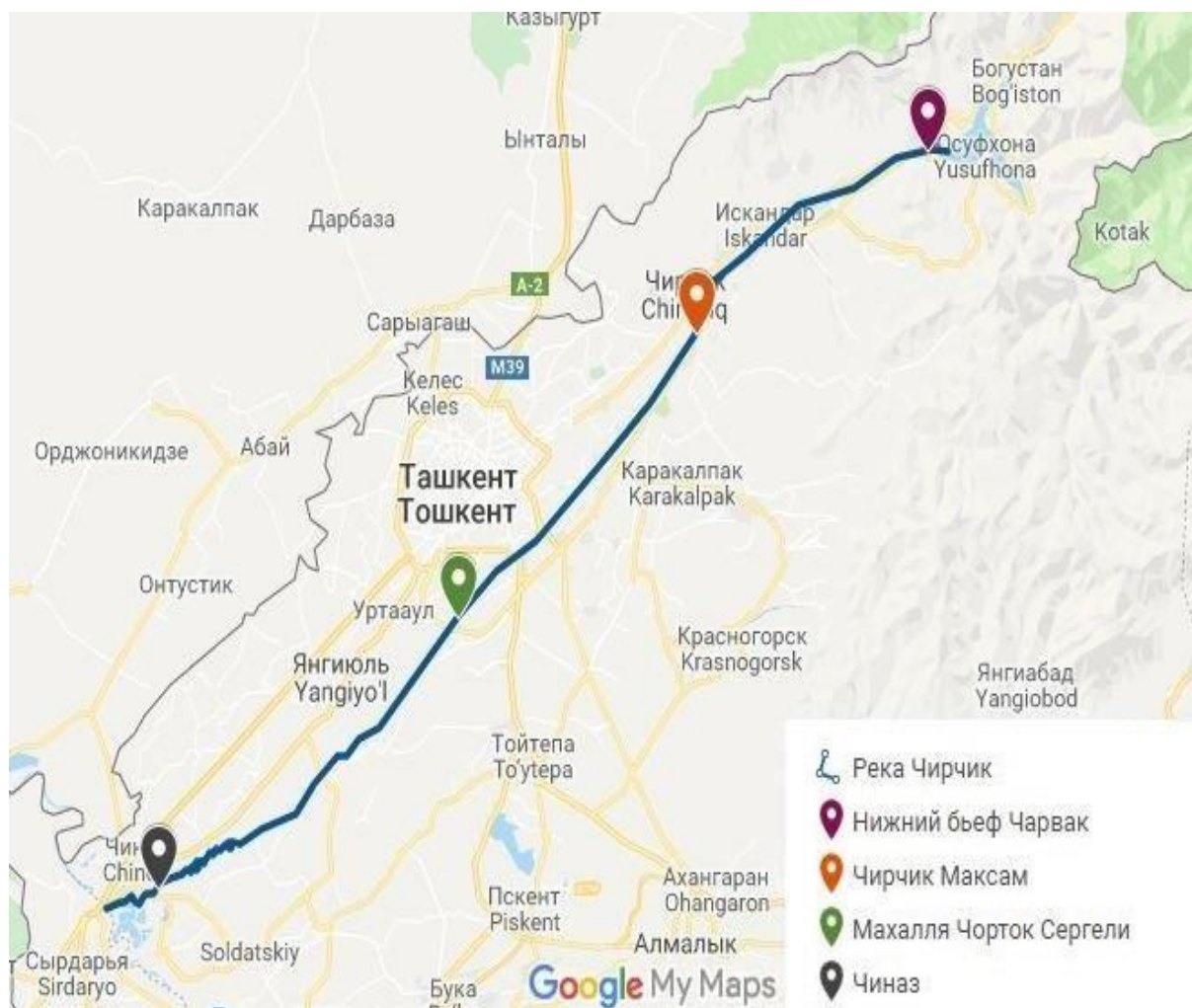


Рисунок 2.4. Карта реки Чирчик с исследуемыми точками ГосСИАК

Характеристика точек отбора проб.

ГосСИАК при проведении исследований периодически дополнительно отбирал еще 3 станции на реке Чирчик для более детальной оценки ситуации. В результате, по длине реки Чирчик были выбраны 7 станций отбора проб:

1) Нижний бьеф Чарвакской плотины. Створ наблюдений гидроузла расположен в верхнем течении реки Чирчик в ущелье с крутыми бортами и плоским дном, сложенными прочными известняками. Строительство ГЭС было начато в 1963 году, закончено в 1972 году (рис.2.5).

2) Плотина Газалкент. Газалкентский гидроузел – гидротехническое сооружение межгосударственного значения, плотинный водозаборный

гидроузел на реке Чирчик у въезда в город Газалкент Ташкентской области. Плотина гидроузла имеет длину 544 метра и состоит из двух частей, расположенных под углом 110° друг к другу. От Газалкентского гидроузла вправо отходят Деривационный канал Чирчикских ГЭС (Верхний деривационный канал), расход воды в котором составляет $260 \text{ м}^3/\text{с}$ (по этому пути вода далее поступает в канал Бозсу) и Большой Келесский магистральный канал (расход – около $35 \text{ м}^3/\text{с}$). С левой стороны от Чирчика берёт начало Паркентский канал с расходом воды до $51\text{--}57 \text{ м}^3/\text{с}$. Напор воды при поступлении в Верхний деривационный канал составляет 7 м. Вода проходит 6 камер-отстойников размером $125,8 \times 130$ м, в которых задерживается аллювий.

3) До сброса Чирчик-Максам. Река очень маловодна, течения почти нет, место взятия пробы указано на фото ниже. Глубина взятия пробы 1 м. Возле реки находится дорога и БВО Сырдарья, верхнечирчикский водный узел (рис. 2.6).

4) После сброса Чирчик-Максам. Место взятия проб воды реки Чирчик после сброса Чирчик-Максам, 300 метров ниже сбросной трубы. Вода мутная, глубина взятия пробы 1 м. Возле реки деревья (рис. 2.7).

5) Янгиюль, выше махалли Чорток. Течение воды реки медленное, мутность средняя, глубина взятия пробы 1 м.

6) Чирчик ниже озера Рохат. Озеро Рохат расположено близ реки Чирчик, водами которой наполняется, на левобережье. К западу от озера проходит Ахангаранское шоссе. Рохат принято именовать озером, хотя оно имеет искусственное происхождение. Течение воды реки медленное, мутность средняя, глубина взятия пробы 1 м (рис. 2.8).

7) Махалля Эпкинды, граница с Чиназом. Чиназ расположен в 63 километрах от Ташкента в том месте, где сливаются в единый поток воды двух рек Сырдарья и Чирчик. В его пределах находится железнодорожная станция и проходит автомобильная трасса, соединяющая столицу Узбекистана с Термезом. Известен как рыбный город. Течение воды реки среднее, вода

мутная, глубина взятия пробы 1 м. Место взятия пробы у моста возле Рыбхоза Балыкчи.



Рисунок 2.5. Чарвакская плотина (нижний бьеф)



Рисунок 2.6. Верхнечирчикский водный узел



Рисунок 2.7. После сброса Чирчик-Максам



Рисунок 2.8. Ниже озера Рохат

2.2 Методы оценки полученных результатов

Для оценки полученных результатов были использованы общепринятые значения предельно допустимых концентраций (ПДК) исследованных загрязняющих веществ для различных видов водопользования, которые даны в табл. 2.2 [17-19].

Таблица 2.2. ПДК различных форм азота в воде водоемов.

Соединение, мг/л	Виды водопользования и лимитирующий показатель вредности: токсикологический (токс.), санитарно-токсикологический (сан-токс.)	
	хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое (ПДК)	рыбохозяйственное (ПДК)
N-NH ₄ / NH ₄ ⁺	2/2,6 (сан-токс.)	0,39/0,5 (токс.)
N-NO ₂ / NO ₂ ⁻	1/3,3 (сан-токс.)	0,02/0,08 (токс.)
N-NO ₃ / NO ₃ ⁻	10/45 (сан-токс.)	9,1/40 (токс.)

При оценке уровня загрязнения воды реки Чирчик формами азота принимали рыбохозяйственное ПДК для аммонийного, нитритного и нитратного азота (N-NH₄, N-NO₂, N-NO₃) в мг/л.

Использованы оценки кратности превышения ПДК:

$$K = \text{ПДК} / C_i$$

Также применяются методы графической интерпретации данных и метод пространственной аналогии.

Среднегодовые объемы стока соединений азота рассчитываются по формуле:

$$W = Q * C * 31,536, \text{ тонн/год};$$

Где: Q – среднегодовой расход воды, C – среднегодовая концентрация, 31,536 – коэффициент перевода единиц.

2.3 Методики проведения гидрохимических анализов

При выборе гидрохимических методов анализа концентрации азотных соединений было отдано предпочтение уже используемым в ГосСИАКе

методам.

Фотометрический метод определения аммиака с реактивом Несслера – в щелочном растворе аммиак реагирует с тетраиодомеркуратом (II) калия, образуя различные желто-коричневые соединения, выпадающие в осадок или (при малых концентрациях) переходящие в коллоидные растворы. В условиях фотометрического определения реакция в основном проходит по уравнению:
$$2[\text{HgI}_4]^{2-} + \text{NH}_3 + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_2\text{HgI}_3 + 5\text{I}^- + \text{H}_2\text{O}$$

Содержание азота, ртути и иодида в осадке выражается отношением 1:2:3, однако возможно присутствие в осадке и других соединений ($\text{OHg}_2\text{NH}_2\text{I}$ и др.). Некоторая неопределенность состава образующегося соединения требует точного соблюдения условий проведения определения как при анализе пробы, так и при построении калибровочного графика.

Предел обнаружения 0,05 мг/дм³ NH_4^+ . Диапазон измеряемых количеств аммонийных ионов в пробе 0,005 – 0,15 мг.

Оптимальное содержание для колориметрирования около 0,15 мг NH_4^+ в определяемом объеме. Например, берут аликвоту 10 см³. Разбавляют отобранную порцию безаммиачной водой, приливают 1 см³ реактива Несслера и доводят объем до 50 см³, дают постоять не меньше 10 мин. Оптическую плотность полученного окрашенного раствора измеряют, как описано выше [24].

Спектрофотометрический метод с реактивом Грисса - метод применим для определения нитритов в поверхностных водах с содержанием от 0,007 до 0,35 мг N/л. Принцип метода. Метод основан на способности первичных ароматических аминов в присутствии азотистой кислоты давать интенсивно окрашенные диазосоединения. Оптическую плотность образованного диазосоединения определяют при $\lambda = 536 \text{ нм}$ ($\nu = 18600 \text{ см}^{-1}$). Линейная зависимость между оптической плотностью растворов и концентрацией нитритов сохраняется в пределах от 0,007 до 0,350 мгN/л.

Характеристики метода. Минимальная определяемая концентрация 0,007 мгN/л. Относительное стандартное отклонение U при концентрациях от

0,080 до 0,300 мгN/л составляет 2% ($n = 30$), при концентрациях $<0,080$ мгN/л – 10%. Продолжительность определения единичной пробы 50 мин. Серия из 6 проб определяется в течение 1 ч.

Фотометрическое определение с салицилатом натрия - определение основано на реакции нитратов салицилатом натрия концентрированной трихлоруксусной кислоты с образованием соли нитросалициловой кислоты, окрашенной в желтый цвет. В среде трихлоруксусной кислоты устраняются мешающие влияния неустойчивых органических веществ, которые содержатся в серной кислоте. Интенсивность окраски прямо пропорциональна концентрации нитратов [26, 27].

Заключение по главе 2.

Таким образом, в работе для проведения анализа и исследований использованы результаты наблюдений на 9 станциях Узгидромет и 4 станциях ГосСИАК, а также иногда проводились анализы на 3 дополнительных станциях, для уточнения результатов. Применили уже используемые в ГосСИАКе гидрохимические методы для анализа азотных соединений, которые оказались доступные и удобные в применении.

Для анализа полученных результатов применялись общепринятые методы статистической оценки и сравнение полученных результатов с нормативно установленными значениями ПДК.

ГЛАВА 3 ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ ЧИРЧИК СОЕДИНЕНИЯМИ АЗОТА

3.1 Пространственно-временная динамика загрязненности реки Чирчик

Для оценки пространственно-временной динамики загрязненности реки Чирчик соединениями азота были проанализированы среднегодовые и среднемноголетние значения концентраций нитритного, нитратного и аммонийного азота на 9 станциях УзГидромет. Для пунктов с. Газалкент были оценены среднегодовые объемы стока за период 2012 – 2017 гг.

3.1.1 Оценка уровня и особенности загрязнения воды реки Чирчик аммонийным азотом

Аммонийный азот – один из важнейших показателей санитарно-гигиенического состояния поверхностных водных объектов. Аммоний является продуктом микробиологических процессов аммонификации органических веществ. Азот относится к основным биогенным элементам. Его концентрация в воде часто определяет биологическую продуктивность водного объекта. В связи с этим концентрации аммонийного азота могут служить одним из главных показателей потенциального эвтрофирования водных объектов. Повышенное содержание иона аммония указывает на ухудшение санитарного состояния водного объекта [27] и загрязнение коммунально-бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

На рис. 3.1. приведена динамика концентрации аммонийного азота во времени для верхнего течения р. Чирчик по данным Узгидромет за десятилетний период (2008-2017) [29]. В верховье реки Чирчик за исследуемый период средняя концентрация аммонийного азота наблюдается в малых количествах, не превышающих ПДК. На станции выше г. Газалкент показатели концентрации варьируются от 0,011 мг/л (2013) до 0,073 мг/л

(2012); ниже г. Газалкента – от 0,012 мг/л (2009) до 0,035 мг/л (2012, 2014), а выше Трансформаторного завода – от 0,013 мг/л (2017) до 0,05 мг/л (2015).

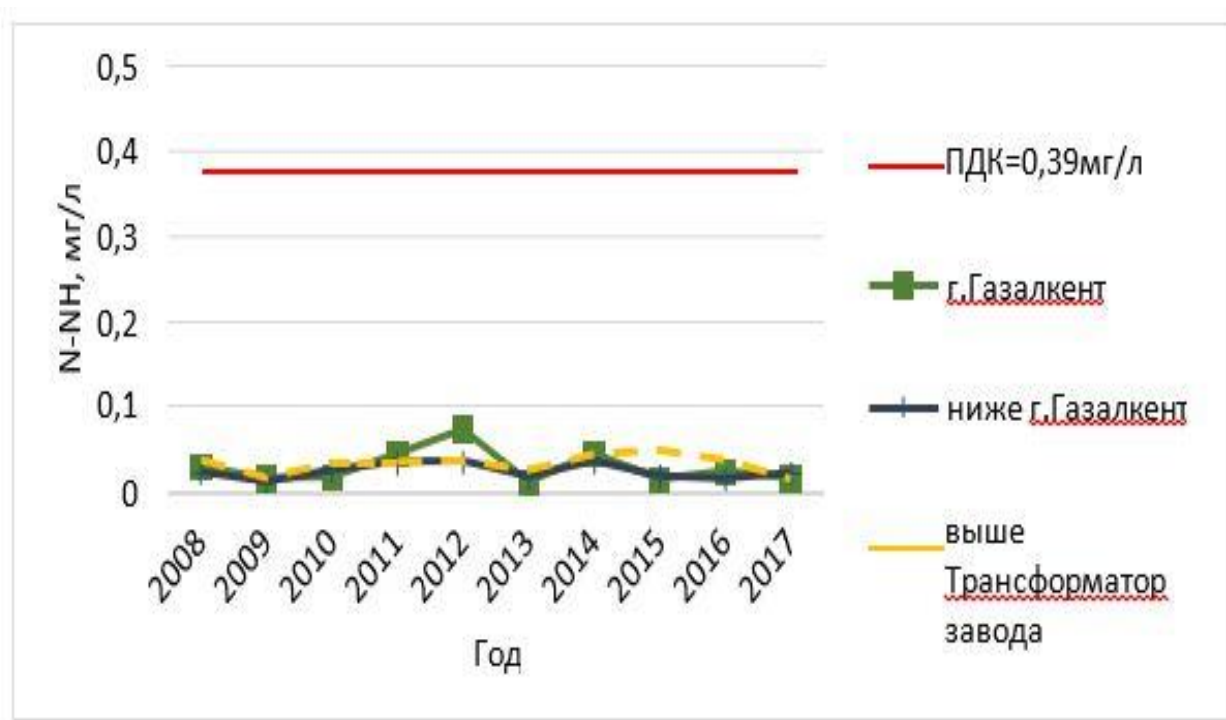


Рисунок 3.1. Динамика концентрации аммонийного азота во времени для верхнего течения р. Чирчик

На рис. 3.2. приведена динамика концентрации аммонийного азота во времени для среднего течения р. Чирчик по данным Узгидромет за десятилетний период (2008-2017). Среднегодовые значения на станции ниже сбросов Чирчик-Максам в 2008 и 2009 гг. наблюдается аммонийный азот в малых концентрациях, не превышающих ПДК, но в 2010 – резкое увеличение среднегодовой концентрации до 0,419 мг/л, что превышает ПДК в 1,07 раз. Последующие 2 года средние показатели увеличиваются, достигая максимума за весь исследуемый период в 2012 – 0,862 мг/л, превышение ПДК в 2,23 раз. В 2013 году среднегодовая концентрация уменьшается и составляет 0,53 мг/л – превышение ПДК в 1,35 раз, 2014 – увеличение концентрации до 0,812 мг/л, последующие 3 года показатели постепенно уменьшаются и составляют 0,536 мг/л в 2017. На станции ниже сбросов УзКТЖМ среднегодовые концентрации,

превышающие ПДК в 1,85 и 1,26 раз, наблюдаются в 2009 – 0,722 мг/л, 2014 – 0,493 мг/л. На станции выше г. Ташкент резкое повышение наблюдается только в 2009 – 0,394 мг/л. Последующие года не превышают ПДК и наблюдаются в малых концентрациях.

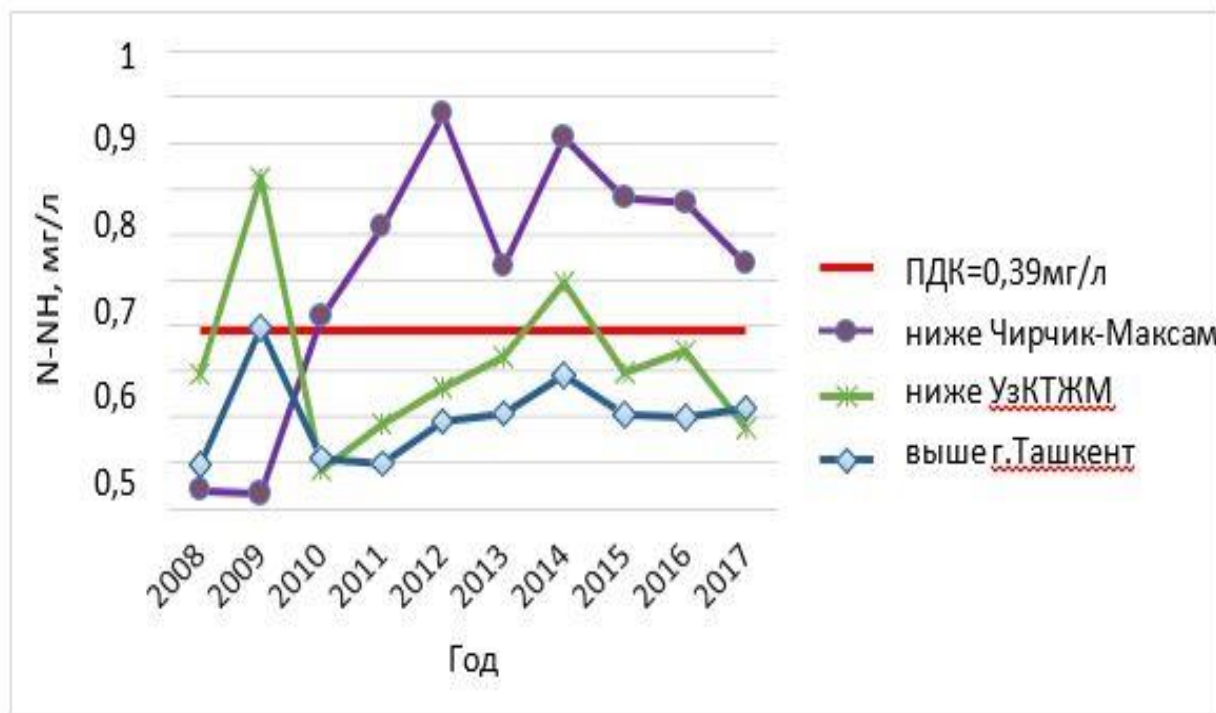


Рисунок 3.2. Динамика концентрации аммонийного азота во времени для среднего течения р. Чирчик

На рис. 3.3. приведена динамика концентрации аммонийного азота во времени для нижнего течения р. Чирчик по данным Узгидромет за десятилетний период (2008-2017).

Среднегодовые значения в низовье реки Чирчик за исследуемый период составляют небольшие концентрации аммонийного азота не превышающих ПДК, резкие повышения на станции ниже Сергели наблюдаются в 2009 – 0,287 мг/л, 2017 - 0,246 мг/л, а также на станции Чиназа в 2012 – 0,283 мг/л.

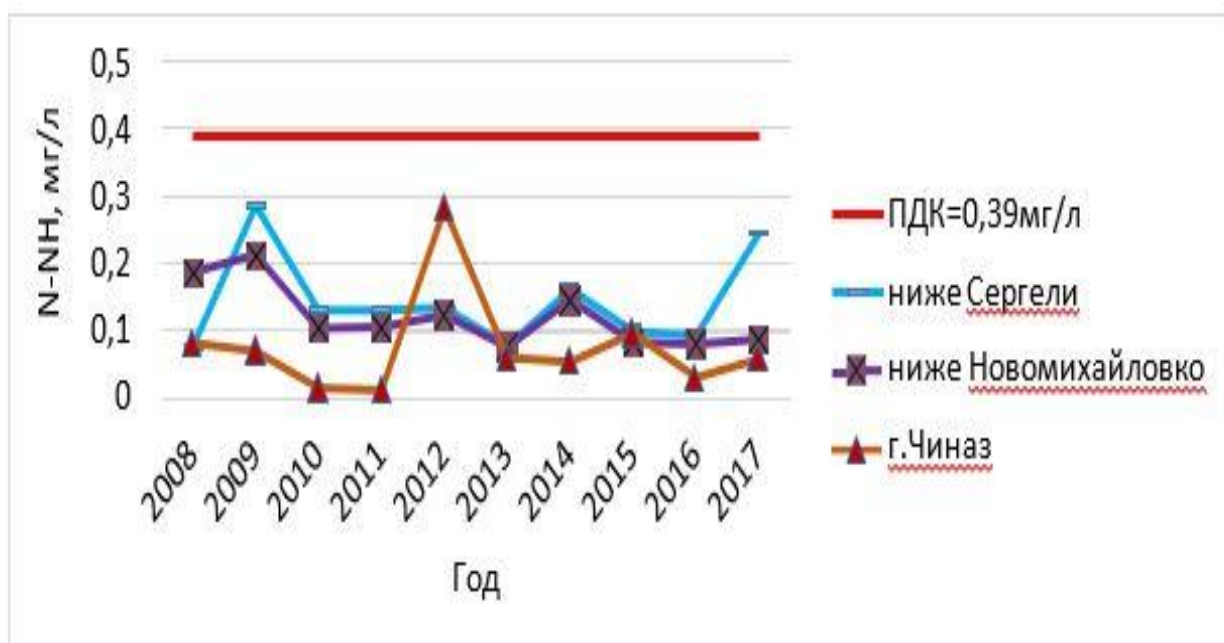


Рисунок 3.3. Динамика концентрации аммонийного азота во времени для нижнего течения р. Чирчик

На рис. 3.4. среднегодушние величины концентрации аммонийного азота показали, что на протяжении исследуемого периода на станции ниже сбросов Чирчик-Максам наблюдается превышение ПДК в 1,33 раза и составляет 0,71 мг/л. На остальных станциях Узгидромета превышения от ПДК не наблюдаются.

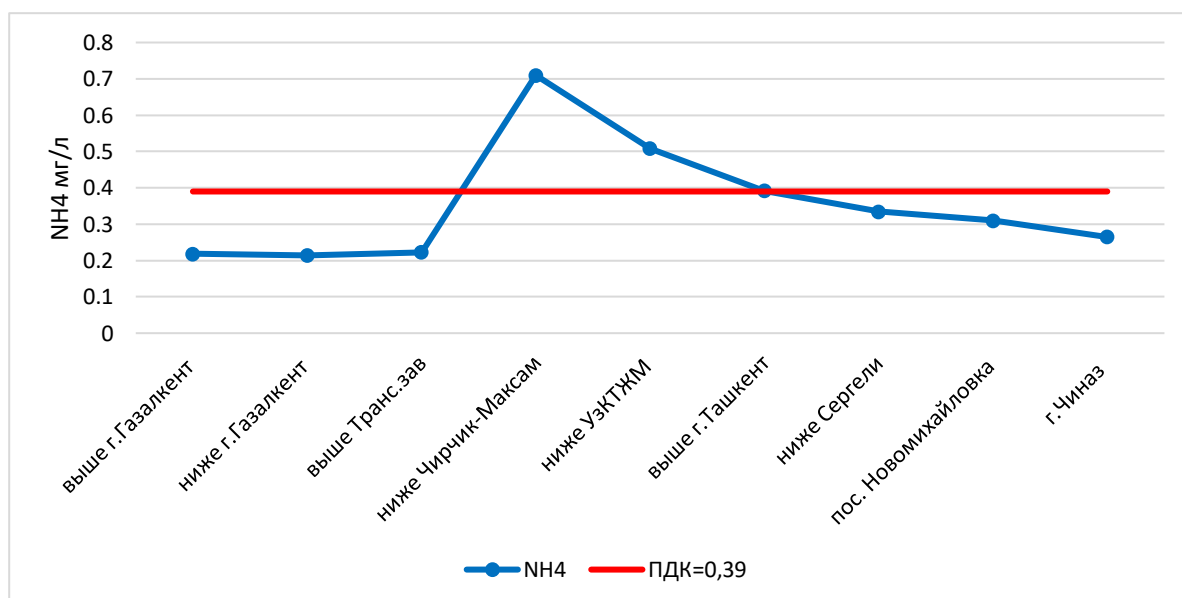


Рисунок 3.4. Изменение среднегодушной величины концентрации аммонийного азота по длине р. Чирчик (2008-2019 гг.)

По результатам среднегодовых значений за десятилетний период наблюдается увеличение концентрации, превышающей ПДК – в среднем течении реки Чирчик (на станции Чирчик-Максам в 2010-2017, ниже УзКТЖМ – 2009, 2014), а в верховье и низовье показатели не превышают ПДК. По среднемноголетним данным, превышение от ПДК в 1,33 раза наблюдается на станции Чирчик-Максам, в верховье концентрации в очень малом количестве, к низовью после сбросов Чирчик-Максам среднемноголетняя концентрация постепенно уменьшается и не превышает ПДК.

Оценка объемов среднегодового стока выше и ниже пункта Газалкент представлена в таблице 3.1 и на рисунке 3.5.

Таблица 3.1 Объем стока аммонийного азота в г. Газалкент

год	2012	2013	2014	2015	2016	2017
г. Газалкент, выше города	486	62	280	148	156	190
г. Газалкент, ниже города	278	124	280	148	156	190

Из рисунка 3.5 видно, что наибольший объем стока приходится на 2012 год, наименьший на 2013. Это отчасти связано с динамикой расхода воды за 2012-2017 гг. Также влияние оказывают сами изменения концентраций. В 2014-2017 года объемы стока выше и ниже города равны. Это связано с равными значениями концентраций.

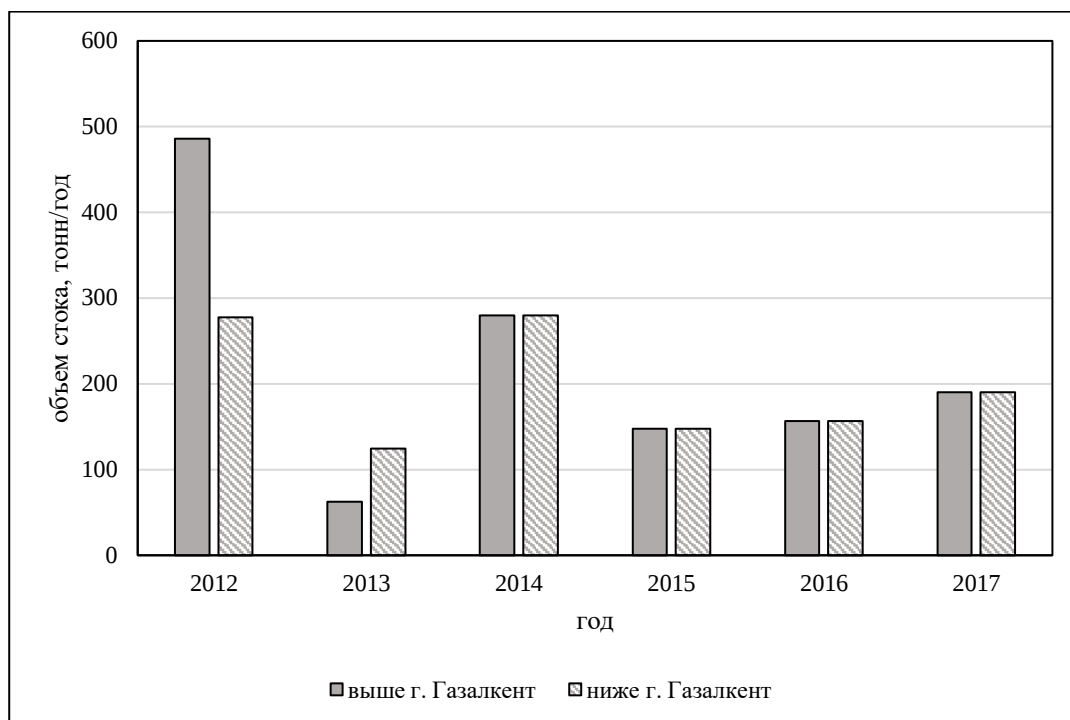


Рисунок 3.5. Объем стока аммонийного азота в районе г. Газалкент

Анализируя динамику среднегодовых значений концентраций аммонийного азота во времени можно сказать, что во все годы на всех пунктах наблюдения не наблюдается ярко выраженных тенденций изменения концентраций, за исключением отдельных значений превышающих ПДК. Оценка пространственной динамики показала, что от станции 1 до станции 3 концентрация не меняется и находится ниже ПДК, наибольшее значение характерно для станции 4 – Чирчик Маскам. Затем происходит постепенное снижение значений ниже ПДК.

3.1.2. Оценка уровня и особенности загрязнения воды реки Чирчик нитритным азотом

Нитритный азот очень неустойчив в водной среде и при достаточном количестве кислорода быстро окисляется до нитратов. В поверхностных водах нитриты находятся в растворенном виде. Увеличенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ и загрязнение водного объекта. Таким образом концентрация нитритов является

важным санитарным показателем [27].

На рис. 3.6. приведена динамика концентрации нитритного азота во времени для верхнего течения р. Чирчик по данным Узгидромет за десятилетний период (2008-2017). Среднегодовые значения в верховье реки Чирчик за исследуемый период составляют небольшие концентрации нитритного азота не превышающих ПДК, резкое повышение наблюдается на станции выше Трансформаторного завода в 2012 и составляет 0,014 мг/л.

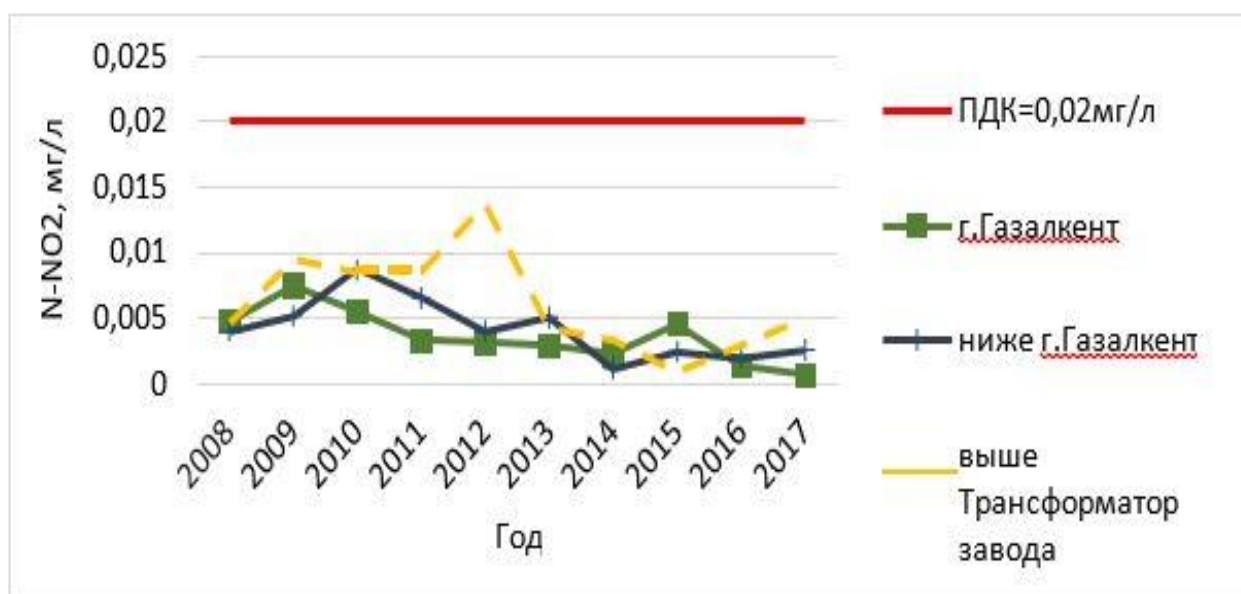


Рисунок 3.6. Динамика концентрации нитритного азота во времени для верхнего течения р.Чирчик

На рис. 3.7. приведена динамика концентрации нитритного азота во времени для среднего течения р. Чирчик по данным Узгидромет за десятилетний период (2008-2017). Среднегодовые значения в среднем течении реки Чирчик превышают ПДК практически в течении всего исследуемого периода (за исключением станции ниже Чирчик-Максам в 2008). На станции ниже Чирчик-Максам с 2009 по 2011 показатели увеличиваются, превышая ПДК в 1,25; 3,9; 4,95 раз, а в 2012 значение уменьшается до 0,086 мг/л, но в 2013 наблюдается резкое увеличение концентрации до 0,132 мг/л – превышение ПДК в 6,6 раз. В 2016 наблюдается максимальное значение за исследуемый период – 0,160 мг/л – превышение ПДК в 8 раз, а в 2017 – резкое

уменьшение среднегодового значения до 0,054 мг/л. На станции ниже УзКТЖМ понижения и повышения среднегодовых концентраций нитритного азотанаблюдаются в те же годы, что и на станции выше г. Ташкента.

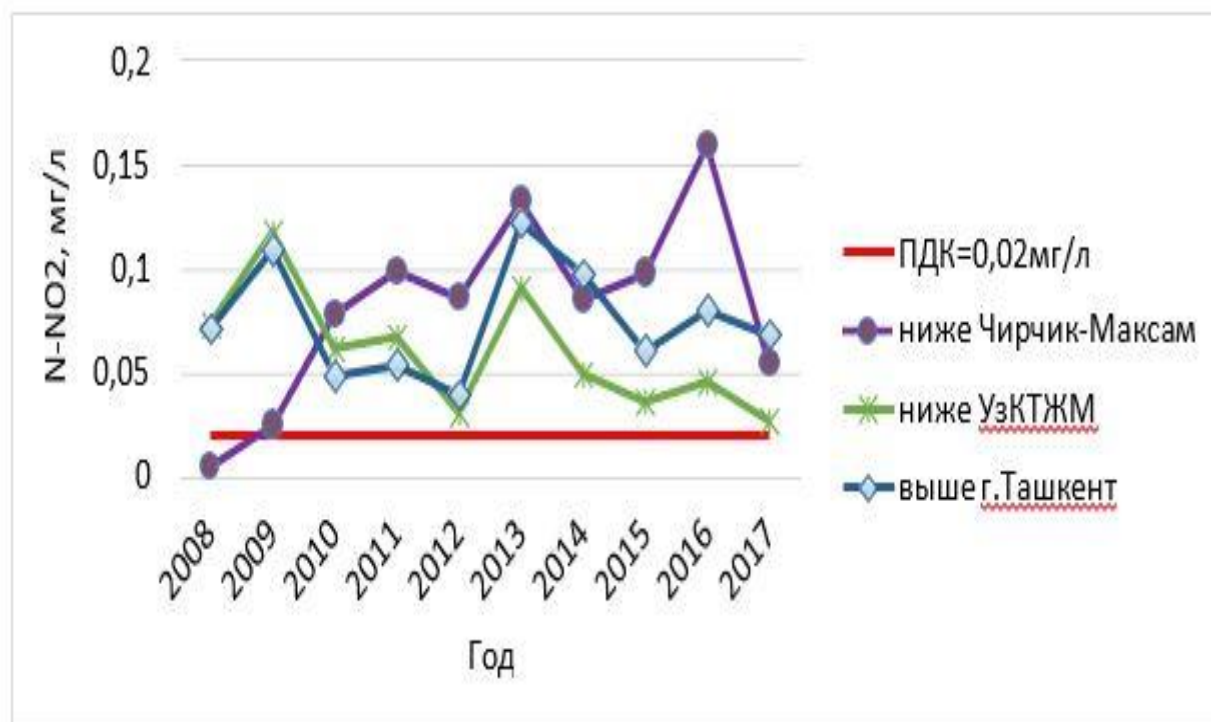


Рисунок 3.7. Динамика концентрации нитритного азота во времени для среднего течения р. Чирчик

На рис. 3.8. приведена динамика концентрации нитритного азота во времени для нижнего течения р. Чирчик по данным Узгидромет за десятилетний период (2008-2017). В 2009 на станции ниже Сергели, ниже Новомихайловко и г. Чиназ в течении практически всего исследуемого периода наблюдаются среднегодовые значения, превышающие ПДК (за исключением г. Чиназ – в 2010, 2011; нижеСергели – 2014, 2015; г. Чиназ – 2014, 2015, 2016). На станции ниже Сергели понижения и повышения среднегодовых концентраций нитритного азотанаблюдаются в те же годы, что и на станции ниже Новомихайловко. Максимальноесреднегодовое значение наблюдается на станции ниже Сергели в 2009 – 0,074 мг/л, что превышает ПДК в 3,7 раза.

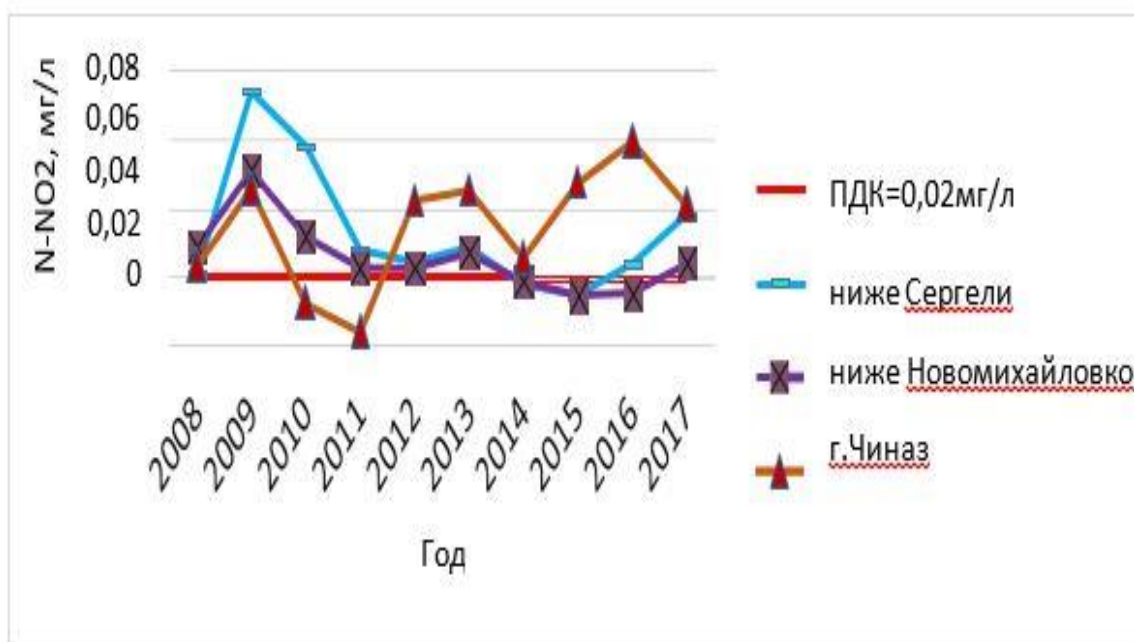


Рисунок 3.8. Динамика концентрации нитритного азота во времени для нижнего течения р. Чирчик

На рис. 3.9. среднегодовые величины концентрации нитритного азота показали, что на протяжении исследуемого периода на всех станциях среднего и нижнего течения значения превышают ПДК, а в верховье концентрация наблюдается в малом количестве.

На станциях выше и ниже г. Газалкент среднегодовая концентрация составляет одинаковые значения – 0,004 мг/л, выше Трансформаторного завода – 0,006 мг/л, резкое увеличение и самый высокий показатель среди всех исследуемых станций наблюдается ниже сбросов Чирчик- Максам – 0,102 мг/л, что превышает ПДК в 4,1 раз, ниже УзКТЖМ концентрация понижается до 0,081 мг/л, выше г. Ташкент повышается до 0,095 мг/л – превышение ПДК в 3,75 раз, ниже Сергели и на посту Новомихайловки концентрации понижаются до 0,053 мг/л и 0,046 мг/л соответственно, превышение ПДК в 1,65 раз и 1,3 раза, но в г. Чиназ снова повышаются до 0,055 мг/л – превышение ПДК в 1,75 раз.

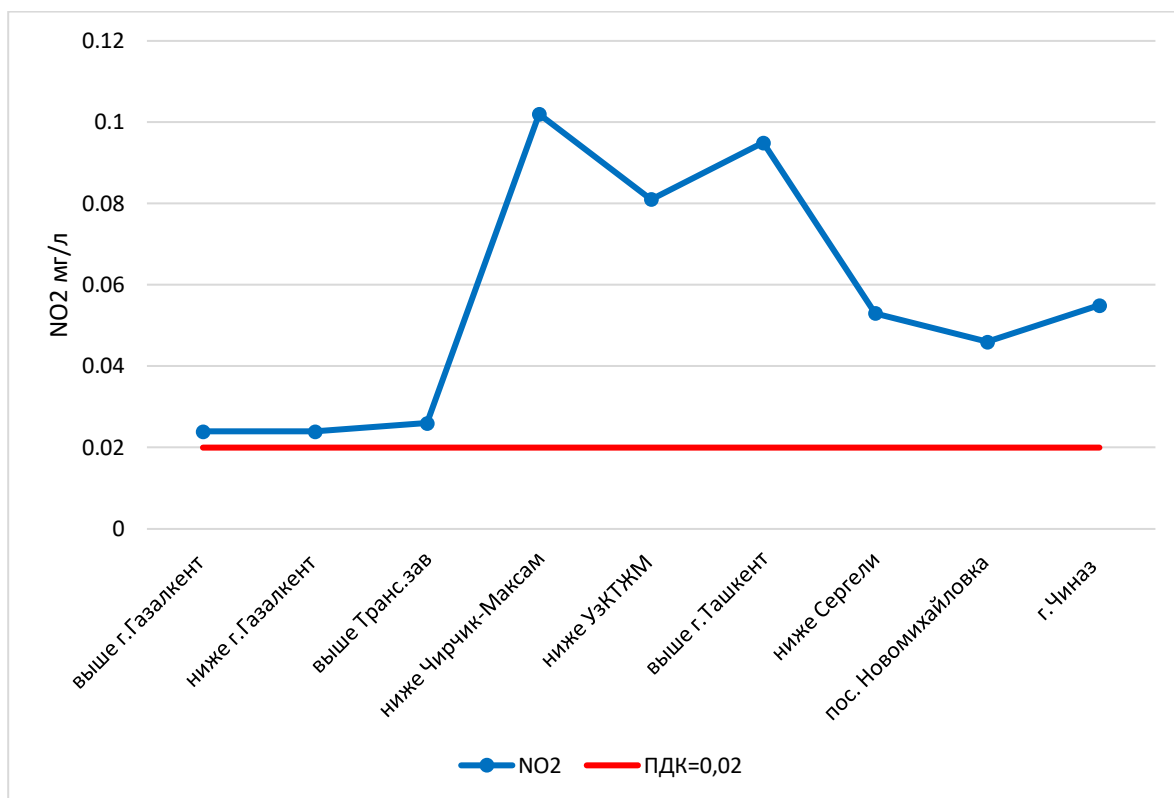


Рисунок 3.9. Изменение среднегогодушной величины концентрации нитритного азота по длине р.Чирчик (2008-2019 гг.)

По результатам среднегодовых значений за десятилетний период в верховье показатели не превышают ПДК, наблюдается увеличение концентрации, превышающей ПДК – в среднем и нижнем течении реки Чирчик практически за весь период (кроме 2014, 2015 – ниже Сергели, 2014-2016 – ниже Новомихайловки, 2010, 2011 – г. Чиназ). В целом не просматривается никакой тенденции изменения значений во времени.

Посреднегогодушным данным, превышение от ПДК наблюдается на всех станциях, кроме верхнего течения, где концентрации обнаружены в очень малом количестве.

Результаты расчета объемов стока для г. Газалкент представлены в таблице 3.2 и на рисунке 3.10.

Таблица 3.2 – Объемы стока нитритного азота в г. Газалкент

год	2012	2013	2014	2015	2016	2017
г. Газалкент, выше города	20,8	18,6	14,0	36,9	7,8	9,5
г. Газалкент, ниже города	27,8	31,1	7,0	22,1	15,6	28,6

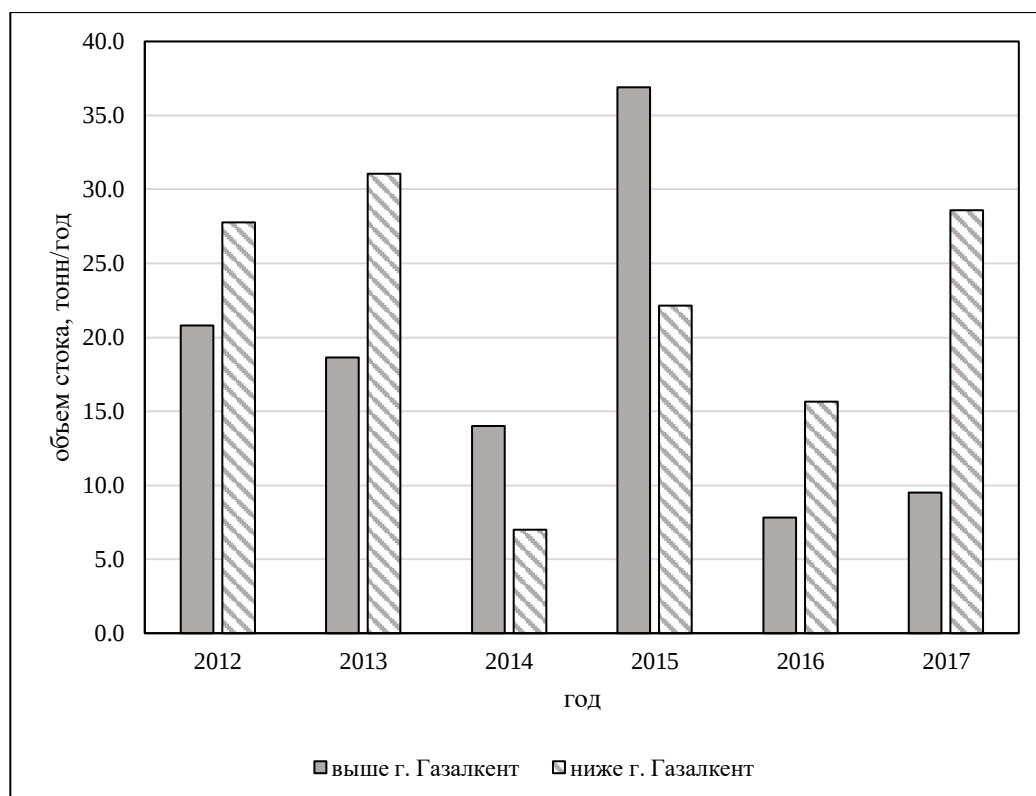


Рисунок 3.10. Объемы стока нитритного азота в районе г. Газалкент

Из рисунка видно, что объемы стока до и после города Газалкент отличаются, часто существенно. В 2012, 2013, 2016 и 2017 годах объемы стока увеличиваются после города. В 2014 и 2015 годах, наоборот снижаются. Наибольший вклад в динамику объемов стока вносят сами значения концентраций, а не расходы воды.

3.1.3 Оценка уровня и особенности загрязнения воды реки Чирчик нитратным азотом

Нитраты появляются в природных водах в процессе разложения

органических веществ и реакции нитрификации. Нитратные ионы (NO_3) - наиболее устойчивые из всех соединений азота, растворенных в воде, так как являются конечным продуктом процесса нитрификации, а также сложного процесса минерализации органического вещества. Основным потребителем азота нитратов являются водные растения. В связи с этим в летний период, вследствие интенсивной вегетации растений, в поверхностных водах отмечается значение уменьшение концентраций нитратов [27].

На рис. 3.11. приведена динамика концентрации нитратного азота во времени для верхнего течения р. Чирчик по данным Узгидромет за десятилетний период (2008-2017). Среднегодовые значения в верховье реки Чирчик за исследуемый период составляют небольшие концентрации нитратного азота не превышающих ПДК. На станции г. Газалкент и ниже г. Газалкент среднегодовые значения на протяжении 10 лет практически одинаковы, а выше Трансформаторного завода относительно предыдущих станций – увеличена.

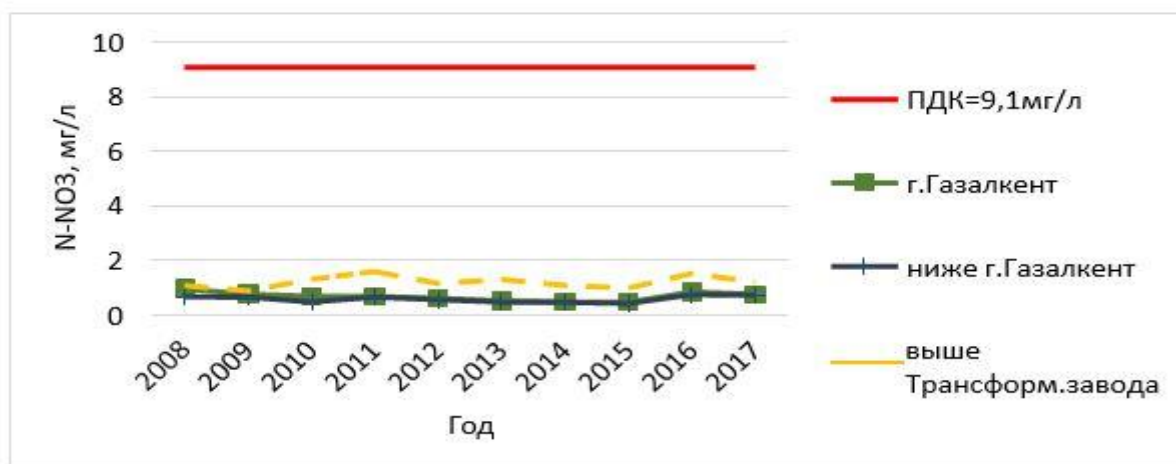


Рисунок 3.11. Динамика концентрации нитратного азота во времени для верхнего течения р. Чирчик

На рис. 3.12. приведена динамика концентрации нитратного азота во времени для среднего течения р. Чирчик по данным Узгидромет за десятилетний период (2008-2017). Среднегодовые значения в среднем течении

реки Чирчик за исследуемый период составляют небольшие концентрации нитратного азота не превышающих ПДК. Динамика колебаний во времени на станциях ниже Чирчик-Максам, ниже УзКТЖМ и выше г. Ташкента – одинаковая, то есть понижения и повышения концентраций наблюдаются в те же годы. Относительно высокие значения на станции выше г. Ташкент, а низкие – на станции ниже УзКТЖМ. Максимальное среднегодовое значение наблюдается на станции ниже Чирчик-Максам в 2016 – 2,99 мг/л.

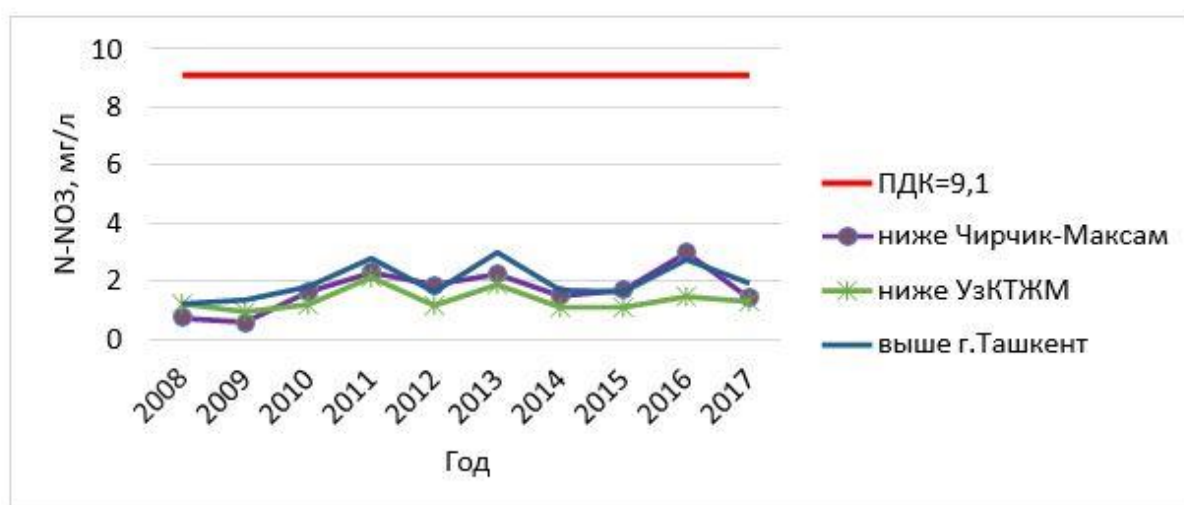


Рисунок 3.12. Динамика концентрации нитрата во времени для среднего течения р. Чирчик

На рис. 3.13. приведена динамика концентрации нитратного азота во времени для нижнего течения р. Чирчик по данным Узгидромет за десятилетний период (2008-2017).

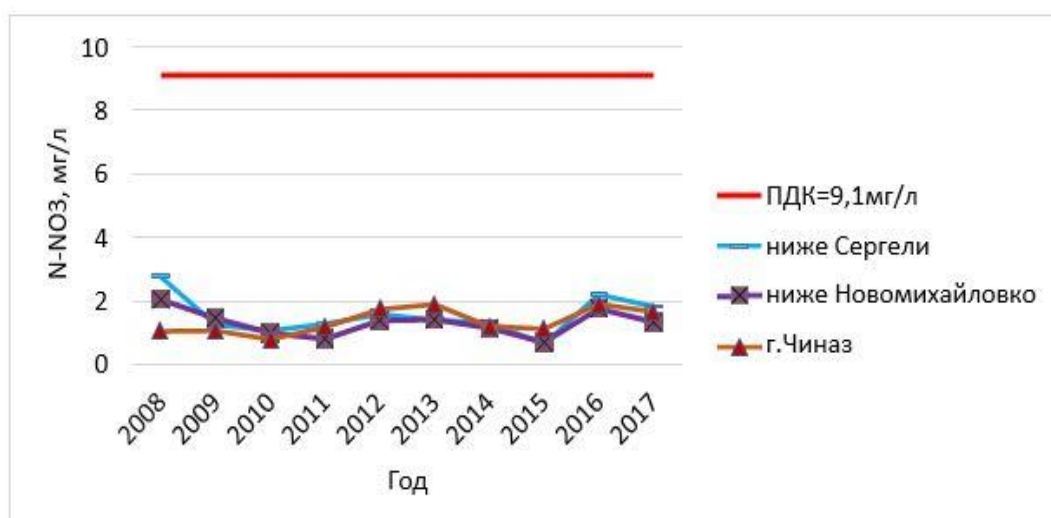


Рисунок 3.13. Динамика концентрации нитрата во времени для нижнего течения р. Чирчик

Среднегодовые значения в низовье реки Чирчик за исследуемый период составляют небольшие концентрации нитратного азота не превышающих ПДК. На станциях ниже Сергели, ниже Новомихайловко и г. Чиназ среднегодовые значения варьируются от 0,66 мг/л до 2,77 мг/л. Максимальное среднегодовое значение наблюдается на станции ниже Сергели в 2008 – 2,77 мг/л.

На рис. 3.14. среднегодовые величины концентрации нитратного азота показали, что на протяжении исследуемого периода на всех станциях наблюдаются концентрации в малом количестве, не превышающих ПДК. В верховье реки показатели варьируются от 0,96 мг/л до 1,588 мг/л, в среднем течении – от 2,083 мг/л до 2,366 мг/л, а в нижнем течении – от 1,70 мг/л до 1,757 мг/л. В среднем течении относительно верхнего и нижнего течения показатели выше, максимальное значение среди станций – выше г. Ташкент.

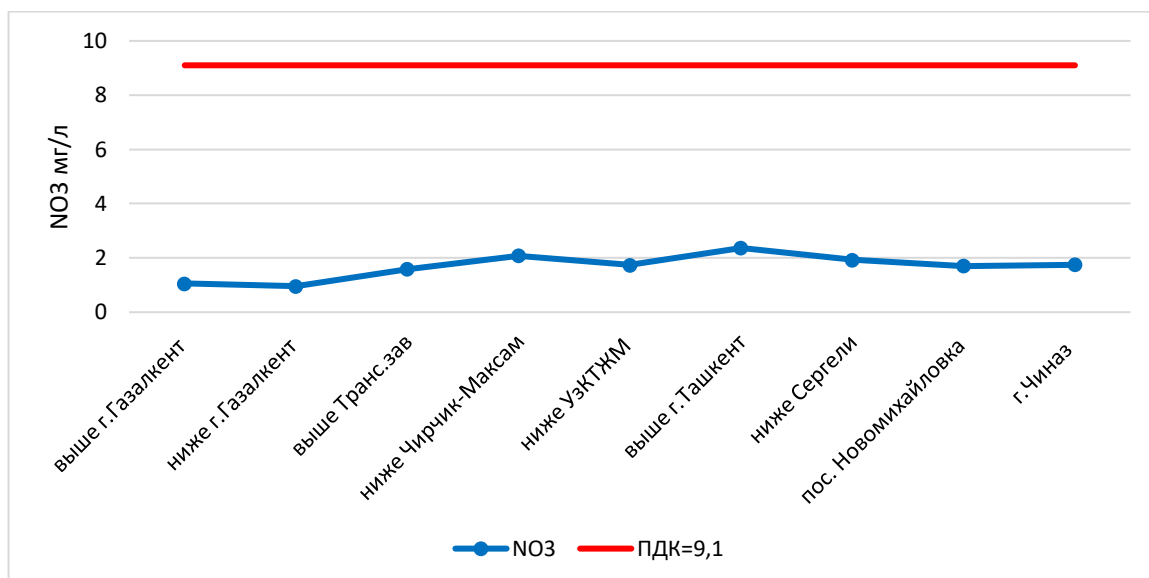


Рисунок 3.14. Изменение среднеемноголетней величины концентрации нитратного азота по длине р.Чирчик (2008-2019 гг.)

Из представленного анализа среднегодовых и средних многолетних концентраций следует, что тенденция изменения концентраций отсутствует на станциях верхнего и нижнего течения. В среднем течении имеется тенденция несущественного увеличения значений. Несмотря на то, что все значения концентраций ниже ПДК, можно сделать вывод, что среднее течение реки Чирчик наиболее загрязнено нитратным азотом.

Анализ динамики объемов стока нитратов в в районе г. Газалкент представлен в таблице 3.3 и на рисунке 3.15.

Таблица 3.3 Объемы стока нитратного азота в г. Газалкент

год	2012	2013	2014	2015	2016	2017
г. Газалкент, выше города	4232	3168	3290	3395	6570	7143
г. Газалкент, ниже города	3816	2920	3220	3099	5787	6952

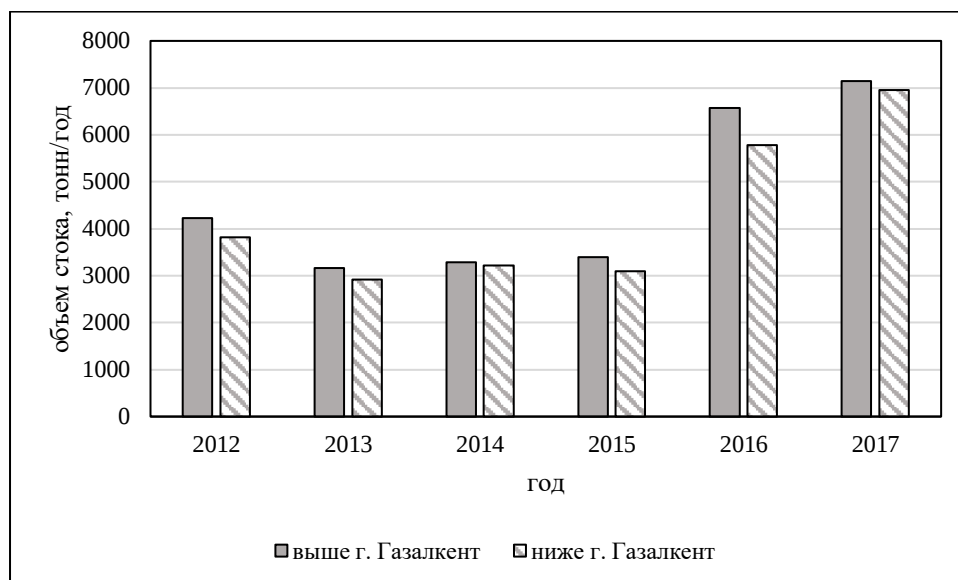


Рисунок 3.15. Объемы стока нитратного азота в районе г. Газалкент

Из рисунка видно, что в период с 2012 по 2017 года объемы стока после города Газалкент ниже, чем до города. Наибольшие объемы стока наблюдаются в 2016 и 2017 года и связаны с увеличением значений концентраций.

В целом, анализ пространственно-временной динамики загрязненности реки Чирчик соединениями азота показал что наиболее загрязненным является участок среднего течения реки, наименее загрязненным верхнее течение реки. В большинстве случаев нет выраженной тенденции изменения значений концентраций во времени.

3.2 Внутригодовая динамика загрязненности реки Чирчик соединениями азота

Для более детальной оценки изменения концентраций соединений азота в реке Чирчик внутри года были оценены значения аммонийного, нитритного и нитратного азота за 2018 и 2019 года по данным мониторинга ГосСИАК. Для исследования была оценена ежемесячная динамика концентраций за 2018 год, а также выделены и оценены отдельно два периода:

весенне-летний (апрель-август 2018 г.) и зимний периоды (декабрь 2018 и март 2019). В отборе проб воды автор принимал личное участие

Рассмотрим динамику среднемесячных значений за 2018 год.

На рис. 3.16 приведена динамика изменения среднемесячной концентрации аммонийного азота за 2018 г. по данным ГосСИАК [28]. Так как в нижнем бьефе Чарвакской плотины концентрации аммонийного азота не обнаружены, на рисунке данная станция отсутствует. На станции ниже сбросов АО Чирчик-Максам в начале года аммонийный азот не обнаружен, но в феврале месяце показатель резко увеличивается до 0,34 мг/л, что практически достигает ПДК. В весенний период показатели не превышают ПДК и в среднем составляют 0,28 мг/л. В июне концентрация достигает 0,4 мг/л и весь летний период, а также в сентябре и октябре наблюдается увеличение показателей до пика всего исследуемого периода – 0,61 мг/л. В ноябре концентрация уменьшается на 0,06 мг/л и составляет 0,55 мг/л, но в декабре концентрация снова увеличивается на 0,04 мг/л. На станции махалли Чорток, ниже границы Сергели в течении года концентрация аммонийного азота обнаружена только в месяцах октябрь, ноябрь и декабрь – 0,4; 0,12; 0,2 мг/л соответственно. Превышение ПДК в 1,02 раза наблюдается в октябре. На станции границы с Чиназом, концентрация обнаружена в июне – 0,16 мг/л, октябре – 0,1 мг/л, ноябре – 0,26 мг/л, декабре – 0,23 мг/л, следовательно, превышений ПДК не наблюдается.

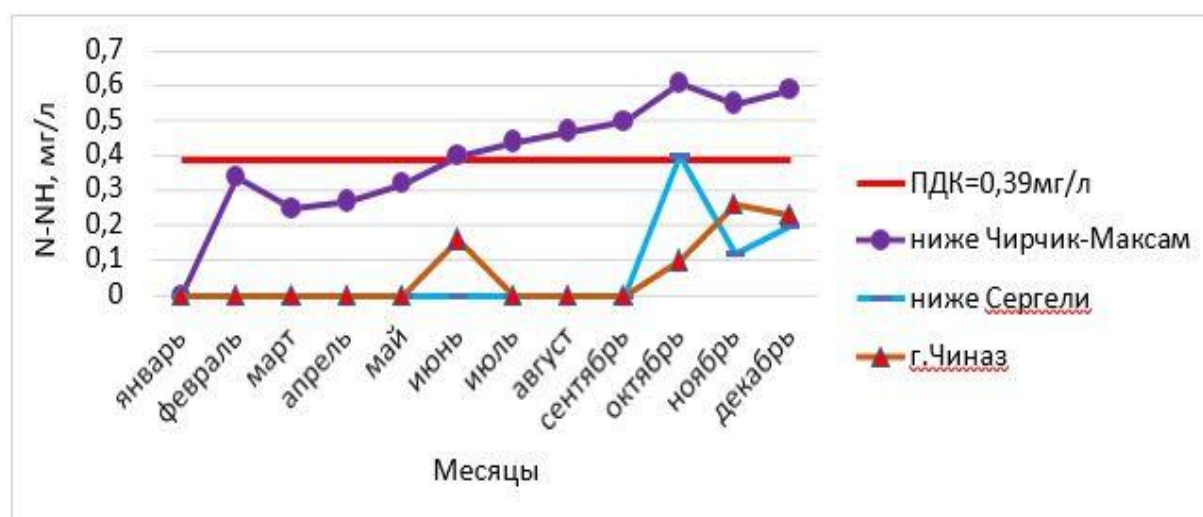


Рисунок 3.16. Динамика изменения среднемесячной концентрации аммонийного азота за 2018

Таким образом вывод полученный по среднегодовым значениям подтверждается и наиболее загрязненным участком по аммонийному азоту является среднее течение реки. Что касается внутригодового распределения, можно отметить увеличение на всех створах значений в осенне-зимний период.

Для оценки возможного влияния на внутригодовую динамику концентраций расходов воды был построен график среднемесячных расходов воды на рис. 3.17 на основе таблицы 3.4.

Таблица 3.4 Среднегодовые расходы воды в реке Чирчик

Год	Q, м3/с
2010	303
2011	180
2012	220
2013	197
2014	222
2015	234

2016	248
2017	302
2018	202
2019	228
2020	176

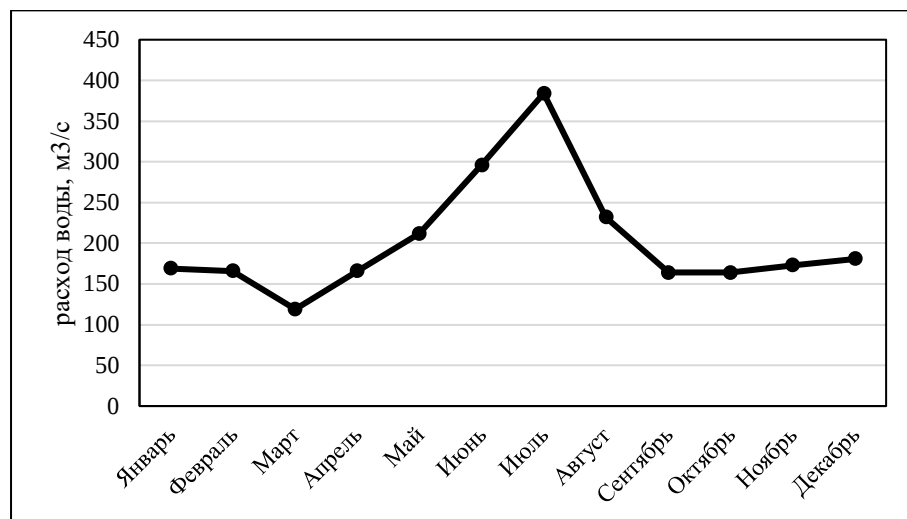


Рисунок 3.17. Динамика изменения среднемесячных расходов воды за 2018 год.

Видно, что на концентрации аммонийного азота расходы воды не оказывают влияния, тк графики 3.16 и 3.17 имеют разные тенденции изменения значений внутри года.

На рис. 3.18. приведена динамика изменения среднемесячной концентрации нитритного азота за 2018 г. по данным ГосСИАК. Так как в нижнем бьефе Чарвакской плотины концентрации нитритного азота не обнаружены, на рисунке данная станция отсутствует. На станции ниже сбросов АО Чирчик-Максам превышения ПДК в течении года не наблюдаются, а максимальный показатель составляет в июне – 0,02 мг/л.

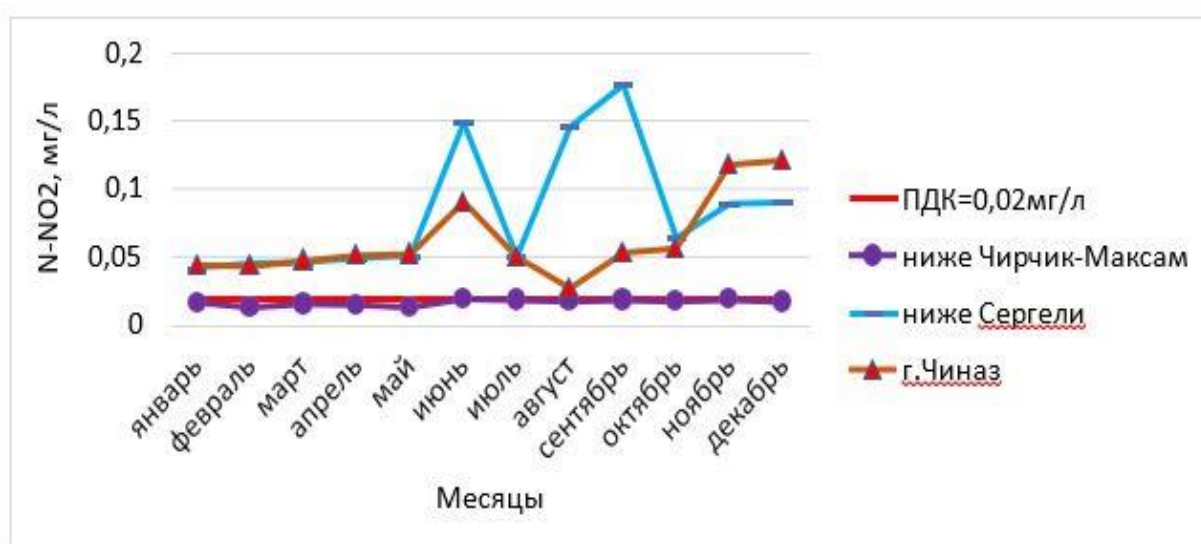


Рисунок 3.18. Динамика изменения среднемесячной концентрации нитритного азота за 2018

На станции ниже границы Сергели превышение ПДК наблюдается в течении всего периода, также, как и на станции границы с Чиназом. С января по май на обеих станциях происходит постепенное увеличение концентрации, от 0,042 мг/л до 0,053 мг/л, а в июне – резкое увеличение концентрации нитритного азота. Ниже Сергели показатель составляет 0,149 мг/л, что превышает ПДК в 7,45 раз, а на границе с Чиназом концентрация 0,091 мг/л, превышение в 4,55 раз. В июле на обеих точках наблюдается понижение концентрации до одинакового уровня и составляет 0,05 мг/л, что также превышает ПДК в 2,5 раза.

В августе на границе с Чиназом понижение продолжается до 0,028 мг/л, но ниже Сергели наблюдается резкое повышение до 0,146, практически также как в июне, превышение ПДК – в 7,3 раза.

В сентябре на данной станции повышение концентрации продолжается и достигает максимальной точки за год – 0,177 мг/л, превышение ПДК – в 8,85 раз, а в октябре резкое понижение до 0,064 мг/л, превышение ПДК – в 3,2 раза.

В ноябре, декабре снова концентрация увеличивается - 0,089; 0,09 мг/л соответственно, превышение ПДК – в 4,45; 4,5 раза. На станции границы с Чиназом в сентябре концентрация увеличивается до 0,054 мг/л, а в октябре до

0,057 мг/л, превышение ПДК – в 2,7; 2,85 раза. В ноябре наблюдается резкое увеличение до 0,118 мг/л превышение ПДК – в 5,9 раза, а в декабре увеличивается до 0,121 мг/л и является максимальной точкой за год, превышение ПДК – в 6,05 раза.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в 2018 на станции ниже Сергели и г. Чиназ концентрация нитритного азота превышает ПДК на протяжении года, резкие повышения наблюдаются летом и зимой.

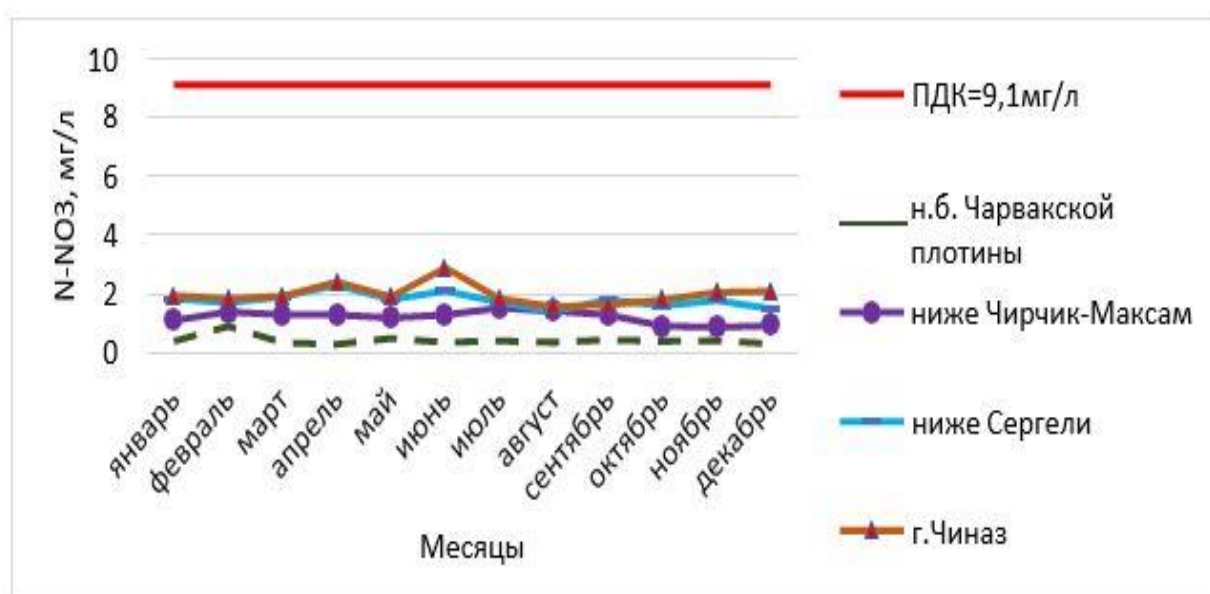
Сравнение динамики расходов воды и концентраций нитритного азота также показывают отсутствие сходных периодов.

На рис. 3.19. приведена динамика изменения среднемесячной концентрации нитратного азота за 2018 г. по данным ГосСИАК [28].

По данному рисунку наблюдается увеличение концентрации нитратного азота от нижнего бьефа Чарвакской плотины по мере приближения к Чиназу, т.е. в верховье самые низкие, а в низовье – высокие показатели.

На нижнем бьефе Чарвакской плотины показатели варьируются от 0,29 мг/л (апрель) до 0,9 мг/л (февраль), а ниже сбросов Чирчик-Максам – от 0,88 мг/л (ноябрь) до 1,53 мг/л (июль).

Ниже Сергели показатели колеблются от 1,5 мг/л (декабрь) до 2,3 мг/л (апрель), а в Чиназе – от 1,58 мг/л (август) до 2,9 мг/л (июнь).



**Рисунок 3.19. Динамика изменения среднемесячной концентрации
нитратного азота за 2018**

Видно, что внутригодовая динамика для концентраций нитратного азота не выражена и связи с расходами воды нет.

Далее рассмотрим динамику по сезонам.

В табл. 3.5., указаны полученные результаты собственных полевых и лабораторных исследований за месяц апрель 2018 года, по аммонийному азоту.

Таблица 3.5. Результаты за месяц апрель 2018 года, по аммонийному азоту.

№ Станции иназвание	Объем пробы, мл	Мутность, ЕМФ	Концентрация, мг/дм ³	Превышение ПДК (0,39)
1. Чарвакская плотина (нижний бьеф).	50	0,02	не обнаружено	-
2. Плотина Газалкент	50	0,042	не обнаружено	-
3. до сброса Чирчик- Максам	50	0,029	не обнаружено	-
4. Чирчик ниже озера Рохат	50	0,021	0,35	Не превышает
5. Ниже махалли Эпкинды, граница с Чиназом	50	0,042	0,056	Не превышает

В табл. 3.5. уровень концентрации аммонийного азота на 1, 2, 3 точках оказался ниже порога чувствительности метода, что говорит об отсутствии свежего загрязнения воды в реке Чирчик. На точке 4 можно наблюдать повышение показателя до 0,35 мг/л. На точке 5 показатель концентрации аммонийного азота уменьшается до 0,056 мг/л.

В табл. 3.6., указаны полученные результаты собственных полевых и лабораторных исследований за месяц апрель 2018 года, по нитриту.

В табл. 3.6. уровень загрязнения концентрации нитритного азота на 1, 2, 3 точках не обнаружены, что говорит об отсутствии загрязнения воды в реке Чирчик. На точке 4 можно наблюдать повышение показателя до 0,173 мг/л, что превышает показатель ПДК превышает в 8,7 раза. На точке 5 показатель концентрации нитритного азота уменьшается до 0,122 мг/л, но показатель

также превышает ПДК в 6,1 раза.

Таблица 3.6. Результаты за месяц апрель 2018 года, по нитритному азоту

№ Станции и название	Объем пробы, мл	Мутность, ЕМФ	Концентрация, мг/дм ³	Превышение ПДК (0,02)
1. Чарвакская плотина (нижний бьеф).	50	0,016	не обнаружено	-
2. Плотина Газалкент	50	0,018	не обнаружено	-
3. до сброса Чирчик-Максам	50	0,023	не обнаружено	-
4. Чирчик ниже озера Рохат	50	0,017	0,173	в 8,7 раза
5. Ниже махалли Эпкинды, граница с Чиназом	50	0,023	0,122	в 6,1 раза

В табл. 3.7., указаны полученные результаты собственных полевых и лабораторных исследований за месяц апрель 2018 года, по нитратному азоту.

Уровень загрязнения концентрации нитратного азота на точке 1 составляет 0,46 мг/л, на точке 2 показатель концентрации нитрата увеличивается до 0,81 мг/л. На точке 3 можно наблюдать повышение показателя до 4,36 мг/л. На точке 4 показатель концентрации нитратного азота уменьшается до 3,49 мг/л, показатели не превышают ПДК.

Таблица 3.7. Результаты за месяц апрель 2018 года, по нитратному азоту

№ Станции и название	Объем пробы, мл	Концентрация, мг/дм ³
1. Плотина Газалкент	50	0,46
2. до сброса Чирчик-Максам	50	0,81
3. Чирчик ниже озера Рохат	50	4,36
4. Ниже махалли Эпкинды, граница с Чиназом	50	3,49

Несмотря на то что в предыдущих таблицах (табл.3.5, 3.6) на точках 1,2,3 показатели аммонийного азота и нитритного азота не обнаружены, то в

таблице 3.7, точки 1, 2 концентрация обнаружена, что свидетельствует о наличии давнего загрязнения, т.е. нитритный азот перешел в нитратный азот и сохранил концентрацию, этим можно объяснить почему несмотря на отсутствие аммонийного и нитритного азота, на данных станциях присутствует в воде нитратный азот.

Таким образом, проведенные исследования за 2018 показали увеличение концентрации нитратного азота от нижнего бьефа Чарвакской плотины по мере приближения к Чиназу, т.е. в верховье самые низкие, а в низовье – высокие показатели, не превышающие ПДК.

В табл. 3.8., указаны полученные результаты собственных полевых и лабораторных исследований за месяц июнь 2018 года.

Таблица 3.8. Результаты за месяц июнь 2018 года

Место взятия пробы	аммонийный азот	нитриты	нитраты
1. Чарвакская плотина	не обнаружено	не обнаружено	0,36
2. После сброса Чирчик-Максам	0,4	0,02	1,3
3. Янгиюль, выше махалли Чортук	не обнаружено	0,149	2,1
4. Ниже махалли Эпкинды, граница с Чиназом	0,16	0,091	2,9

В табл. 3.8 на 1 точке концентрации аммонийного и нитритного азота не обнаружены. Показатель нитратного азота на данной точке 0,36 мг/л. Значения не превышают ПДК. На точке 2 показатели аммонийного азота 0,4 мг/л, нитритного азота 0,02 мг/л, нитратного азота 1,3 мг/л, что также не превышает ПДК. На точке 3 показатели аммонийного азота 0, нитритного азота 0,149 мг/л – превышает ПДК в 7,4 раза, нитратного азота 2,1 мг/л. На точке 4 показатели аммонийного азота 0,16 мг/л, нитритного азота 0,091 мг/л – превышает ПДК в 4,5 раза, нитратного азота 2,9 мг/л. Аммонийный азот присутствует на 2 и 4 точках. Нитратный азот наблюдается во всех точках.

В табл. 3.9, указаны полученные результаты за месяц июль 2018 года.

Таблица 3.9. Результаты за месяц июль 2018 года

Место взятия пробы	аммонийный азот	нитриты	нитраты
1. Чарвакская плотина	не обнаружено	не обнаружено	0,4
2. После сброса Чирчик-Максам	0,44	0,019	1,53
3. Янгиюль, выше махалли Чорток	не обнаружено	0,05	1,71
4. Ниже махалли Эпкинды, граница с Чиназом	не обнаружено	0,051	1,84

В табл. 3.9. на 1 точке концентрации аммонийного азота и нитритного азота не обнаружены. Показатель нитратного азота на данной точке 0,4 мг/л. Значения не превышают ПДК. На точке 2 показатели аммонийного азота 0,44 мг/л, нитритного азота 0,019 мг/л, нитратного азота 1,53 мг/л, что также не превышает ПДК. На точке 3 показатели аммонийного азота 0, нитритного азота 0,05 мг/л, нитратного азота 1,71 мг/л. На точке 4 аммонийный азот не обнаружен, концентрация нитритного азота 0,051 мг/л – превышает ПДК в 2,5 раза, нитратного азота 1,84 мг/л. Концентрация аммонийного азота присутствует только на 2 точке, а концентрация нитратного азота наблюдается во всех точках.

В табл. 3.10., указаны полученные результаты за месяц август 2018 года. На 1 точке концентрации аммонийного и нитритного азота не обнаружены. Показатель нитратного азота на данной точке 0,36 мг/л. Значения не превышают ПДК. На точке 2 показатели аммонийного азота 0,47 мг/л, нитритного азота 0,018 мг/л, нитратного азота 1,42 мг/л, что также не превышает ПДК. На точке 3 показатели аммонийного азота 0, нитритного азота 0,146 мг/л – превышает ПДК в 7,3 раза, нитратного азота 1,41 мг/л. На точке 4 показатели аммонийного азота 0, нитритного азота 0,028 мг/л – превышает ПДК в 1,4 раза, нитратного азота 1,58 мг/л. Концентрация аммонийного азота присутствует только на 2 точке, а концентрация нитритного азота наблюдается во всех точках.

Таблица 3.10. Результаты за месяц август 2018 года

Место взятия пробы	аммонийный азот	нитриты	нитраты
1. Чарвакская плотина	не обнаружено	не обнаружено	0,36
2. После сброса Чирчик-Максам	0,47	0,018	1,42
3. Янгиюль, выше махалли Чорток	не обнаружено	0,146	1,41
4. Ниже махалли Эпкинды, граница с Чиназом	не обнаружено	0,028	1,58

По результатам таблиц 3.5 – 3.10 были построены графики сезонной динамики, представленные ниже.

На рисунке 3.20 представлен график для аммонийного азота.

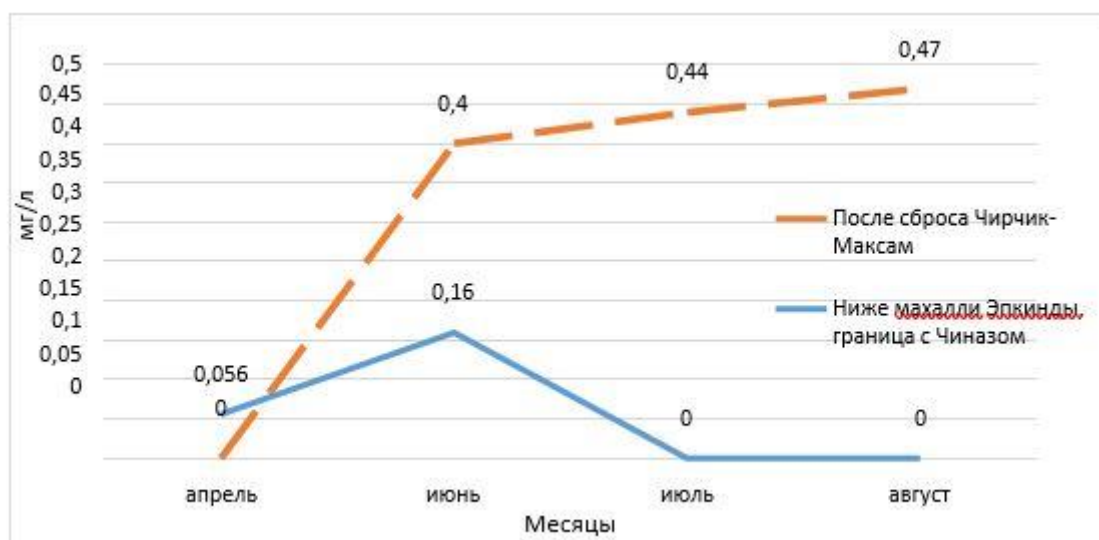


Рисунок 3.20. Закономерности динамики содержания аммонийного азота в воде реки Чирчик за весенне-летний период

На станции после сброса Чирчик-Максам, с июня по август наблюдается повышение концентрации аммонийного азота. В апреле аммонийный азот не обнаружен. На станции ниже махалли Эпкинды повышение наблюдается в июне месяце, в апреле концентрация аммонийного азота значительно в малых количествах, чем в июне. В месяцах июль, август аммонийный азот не обнаружен. (рис 3.20).

На рисунке 3.21 представлено содержание нитритного азота.

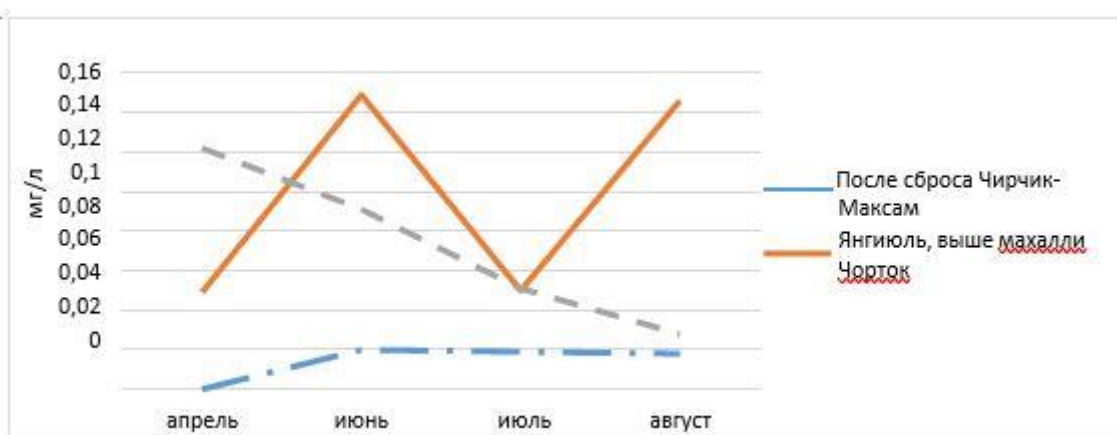


Рисунок 3.21. Закономерности динамики содержания нитритного азота в воде реки Чирчик за весенне-летний период

На станции после сброса Чирчик-Максам, в месяце апрель концентрация нитритного азота не обнаружена, с июня по август значения концентрации нитритного азота приблизительно стабильные.

На станции Янгиюль наблюдаются резкие изменения показателей концентрации нитритного азота, в месяцы июнь и август наблюдаются максимальные значения, месяцы апрель и июль – минимальные показатели. На станции ниже махалли Эпкинды наблюдается понижение значений концентрации нитритного азота. В месяц апрель максимальное значение 0,122 мг/л, с июня по август показатели уменьшаются, следовательно, в августе – минимальная концентрация 0,028 мг/л (рис. 3.21).

На рисунке 3.22 показана динамика нитратного азота.

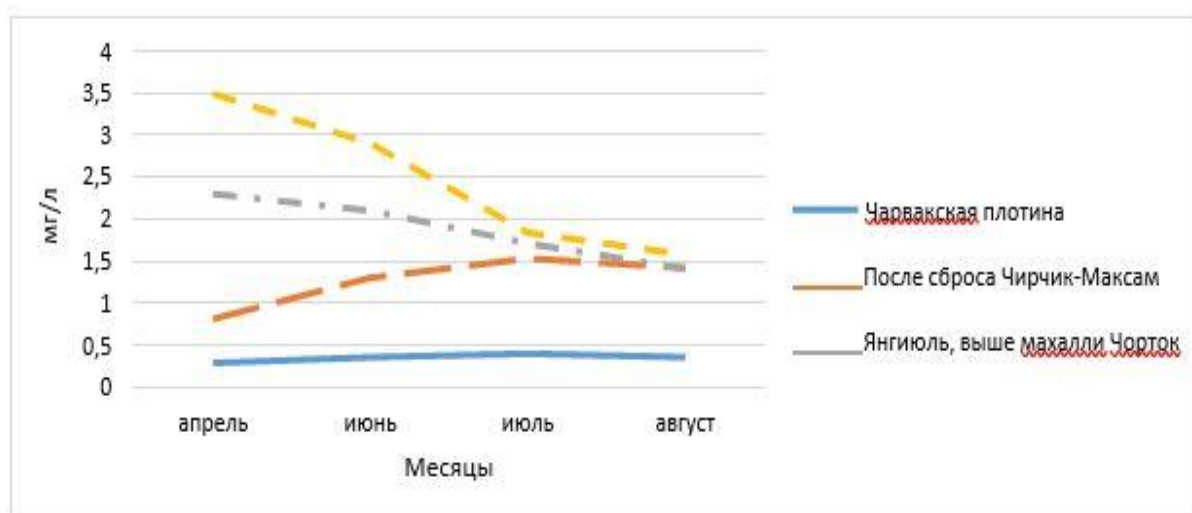


Рисунок 3.22. Закономерности динамики содержания нитратного азота в воде реки Чирчик за весенне-летний период

На станции Чарвакская плотина показатели концентраций нитратного азота приблизительно стабильные. На станции после сброса Чирчик-Максам, в месяце апрель минимальное значение – 0,81 мг/л, месяцы июнь, июль показатели повышаются. В месяце июль максимальный показатель – 1,53 мг/л, в месяце август показатель концентрации нитратного азота на данной станции понижается до 1,42 мг/л.

На станции Янгиюль наблюдается понижение значений концентрации нитратного азота. В месяц апрель максимальное значение 2,3 мг/л, с июня по август показатели понижаются, следовательно, в августе – минимальная концентрация 1,42 мг/л.

На станции ниже махалли Эпкинды наблюдается понижение значений концентрации нитратного азота. В месяц апрель максимальное значение 3,49 мг/л, с июня по август показатели понижаются, следовательно, в августе – минимальная концентрация 1,58 мг/л (рис.3.22).

В целом по рисункам 3.20-3.22 можно отметить что единой тенденции сезонного изменения значений нет.

Рассмотрим зимний период.

В табл. 3.11., указаны полученные результаты собственных полевых и лабораторных исследований за месяц февраль 2019 года, по аммонийному азоту. Уровень загрязнения концентрации аммонийного азота на 1 точке не обнаружены, а на точке 2 и 3 можно наблюдать повышение показателя до 0,55 мг/л, что превышает ПДК в практически 1,5 раза. На точке 4 показатель концентрации аммонийного азота уменьшается до 0,2 мг/л (табл.3.7).

В табл. 3.12., указаны полученные результаты за месяц февраль 2019 года, по нитритному азоту. Концентрация нитритного азота на точке 1 не обнаружена, а на точке 2 можно наблюдать повышение показателя до 0,0176 мг/л. На точках 3 и 4 показатели резко увеличиваются, что приводит к

превышению показателя ПДК в 3,5и 3 раза соответственно (табл. 3.12).

Таблица 3.11. Результаты за месяц февраль 2019 года, по аммонийному азоту

№ Станции и название	Объем пробы, мл	Концентрация, мг/л	Превышение ПДК (0,39)
1. Чарвакская плотина	50	не обнаружено	-
2. После сброса Чирчик-Максам	50	0,55	1,41
3. Янгиюль, выше махалли Чортон	50	0,55	1,41
4. Ниже махалли Эпкинды, граница с Чиназом	50	0,2	0,51

Таблица 3.12. Результаты за месяц февраль 2019 года, по нитритному азоту

№ Станции и название	Объем пробы, мл	Концентрация, мг/л	Превышение ПДК (0,02)
1. Чарвакская плотина	50	не обнаружено	-
2. После сброса Чирчик-Максам	50	0,0176	0,88
3. Янгиюль, выше махалли Чортон	50	0,071	3,55
4. Ниже махалли Эпкинды, граница с Чиназом	50	0,056	2,8

В табл. 3.13., указаны полученные результаты за месяц февраль 2019 года, по нитратному азоту. Концентрация нитратного азота на точке 1 составляет 0,3 мг/л, на точке 2 показатель концентрации нитратного азота увеличиваются до 2,1 мг/л. На точке 3 можно наблюдать понижение показателя до 1,9 мг/л. На точке 4 показатель концентрации нитратного азота уменьшаются до 1,81 мг/л, показатели не превышают ПДК.

Несмотря на то что в предыдущих таблицах на точке 1 показатели аммонийного и нитритного азота составляли 0, то в таблице 3, точка 1 является выше0, что свидетельствует о наличии давнего загрязнения, т.е. нитритный азот перешел в нитратный азот и сохранил концентрацию, этим можно объяснить почему несмотря на отсутствие аммонийного и нитритного азота, присутствует в воденитратный азот.

Таблица 3.13. Результаты за месяц февраль 2019 года, по нитратному азоту

№ Станции и название	Объем пробы, мл	Концентрация, мг/л	ПДК=9,1
1. Чарвакская плотина	50	0,3	0,03
2. После сброса Чирчик-Максам	50	2,1	0,23
3. Янгиюль, выше махалли Чортук	50	1,9	0,2
4. Ниже махалли Эпкинды, граница с Чиназом	50	1,81	0,19

В Таблице 3.14., указаны полученные результаты за месяц март 2019 года. На точке 1 концентрация аммонийного и нитритного азота – не обнаружена. Показатель нитратного азота на данной точке составляет 0,44 мг/л, что не превышает ПДК.

Таблица 3.14. Результаты за месяц март 2019 года

Место взятия пробы	аммонийный азот	нитриты	нитраты
1. Чарвакская плотина	не обнаружено	не обнаружено	0,44
2. После сброса Чирчик-Максам	0,69	0,0155	1,6
3. Янгиюль, выше махалли Чортук	0,43	0,054	1,74
4. Ниже махалли Эпкинды, граница с Чиназом	0,08	0,046	1,88

На точке 2 показатели аммонийного азота 0,69 мг/л, нитритного азота 0,0155 мг/л, нитратного азота 1,6 мг/л, что также не превышает ПДК.

На точке 3 показатели аммонийного азота 0,43 мг/л, нитритного азота 0,054 мг/л (превышает ПДК в 2,7 раза), нитратного азота 1,74 мг/л.

На точке 4 показатели аммонийного азота 0,08 мг/л, нитритного азота 0,046 мг/л (превышает ПДК в 2,3 раза), нитратного азота 1,88мг/л. Нитратный азот наблюдается во всех точках, без превышений ПДК.

Данные таблиц представлены на рисунках ниже. На рисунке 3.23

показана динамика для аммонийного азота.

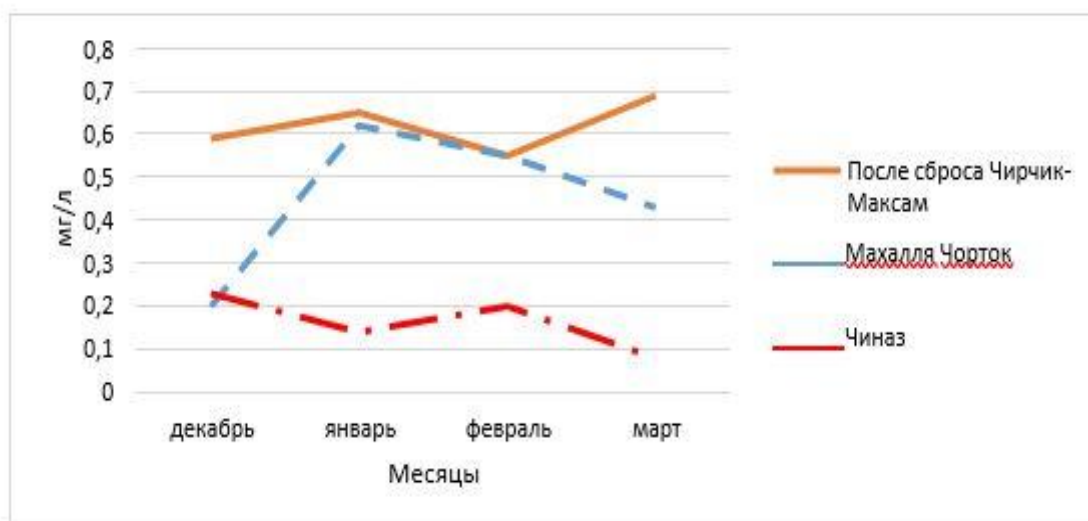


Рисунок 3.23. Закономерности динамики содержания аммонийного азота в воде реки Чирчик за зимне-весенний период

На станции после сброса Чирчик-Максам, в январе и марте наблюдается повышение концентрации аммонийного азота.

В феврале аммонийный азот составляет наименьшую концентрацию – 0,55 мг/л. На станции махалли Чорток минимальный показатель составляет в декабре – 0,2 мг/л, а максимальный – в январе - 0,62 мг/л.

На станции ниже Чиназ повышение наблюдается в декабре месяце – 0,23 мг/л, в марте концентрация аммонийного азота значительно в малых количествах, чем в феврале (рис 3.23).

На рисунке 3.24 показана динамика нитритного азота.

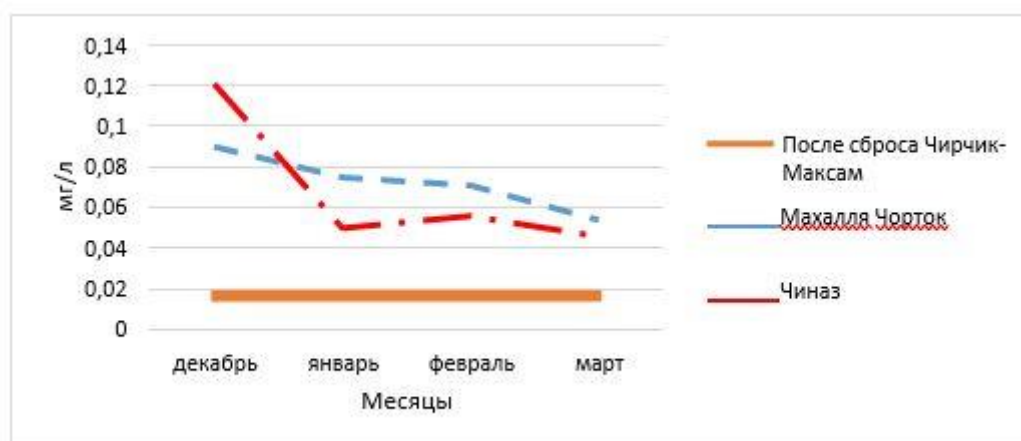


Рисунок 3.24. Закономерности динамики содержания нитритного азота в воде реки Чирчик за зимне-весенний период

На станции после сброса Чирчик-Максам, показатели концентрации нитритного азота относительно стабильные. На станции махалли Чортук показатели концентрации нитритного азота с декабря по март постепенно понижаются. На станции Чиназ в марте месяце наблюдается резкое понижение показателей концентрации нитритного азота до 0,046 мг/л, а в декабре – максимальный показатель – 0,121 мг/л (рис 3.24).

На рисунке 3.25 показаны значения нитратного азота.

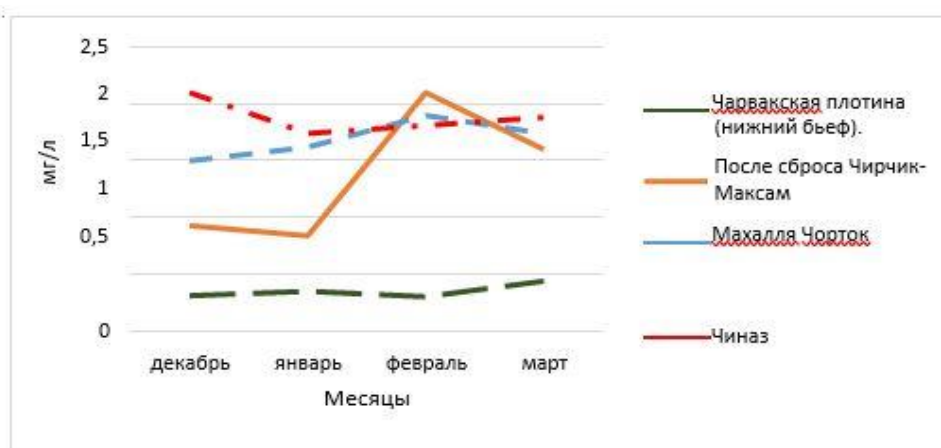


Рисунок 3.25. Закономерности динамики содержания нитратного азота в воде реки Чирчик за зимне-весенний период

В нижнем бьефе Чарвакской плотины показатели концентраций нитратного азота приблизительно стабильные, в марте показатель повышается

до 0,44 мг/л.

На станции после сброса Чирчик-Максам, в месяце январь минимальное значение – 0,84мг/л, а в феврале показатель резко повышается до 2,1 мг/л. В месяце март показатель понижается и составляет 1,6 мг/л.

На станции махалли Чорток максимальный показатель концентрации нитратного азота наблюдается в феврале – 1,9 мг/г, а в декабре – минимальная концентрация 1,5 мг/л. На станции Чиназ максимальный показатель концентрации нитратного азота наблюдается в декабре – 2,1 мг/г, а в январе – минимальная концентрация 1,74 мг/л. (рис 3.21).

Таким образом, выводы по результатам собственных исследований в 2018 году, свидетельствуют о том, что в воде реки Чирчик аммонийный азот в нижнем бьефе Чарвакской плотины отсутствует.

После сброса сточной воды в реку от предприятия Чирчик-Максам его концентрация несколько увеличивается, после в г. Янгиюль аммонийный азот в большинстве случаев не обнаруживается. В Чиназе показатель снова увеличивается, но составляет меньше концентрации, чем после предприятия Чирчик-Максам.

В нижнем бьефе Чарвакской плотины концентрации нитритного азота отсутствуют после сброса сточной воды в реку Чирчик от предприятия Чирчик-Максам несколько увеличивается, после в г. Янгиюль показатель концентрации значительно увеличивается. В Чиназе показатель в большинстве случаев несколько уменьшается, либо иногда почти сохраняет концентрацию как в г. Янгиюль, но составляет большую концентрацию, чем после предприятия Чирчик-Максам.

В воде реки Чирчик нитратный азот в нижнем бьефе Чарвакской плотины присутствует в очень малых количествах, в большинстве случаев показатель концентрации нитратного азота увеличивается от верховьев к низовьям реки. Иногда показатели концентрации после предприятия Чирчик-Максам и г. Янгиюль сохраняют приблизительно одинаковую концентрацию.

3.3. Составление карты загрязненности реки Чирчик соединениями азота

Визуальное отображение полученных результатов всегда является наиболее информативным и наглядным. Именно с этой целью в работе были представлены карты загрязненности реки Чирчик соединениями азота.

В основе цветовой дифференциации участков реки была применена классификация значений концентраций относительно нормативов ПДК и кратности их превышения.

Для того чтобы составить карту загрязнения реки Чирчик азотными соединениями, концентрации NH_4 , NO_2 , NO_3 условно разделили на 2 класса:

-первый класс: «clean» (чистый) – концентрации, не превышающие ПДК;

-второй класс: «polluted» (загрязненный) – концентрации, превышающие ПДК.

В свою очередь, классы подразделяются на подклассы:

- clean-a,
- clean-б,
- polluted-a,
- polluted-б.

К подклассу «clean-a» (синий цвет на карте) относятся концентрации, в очень малом количестве или ниже порога чувствительности метода измерения;

«clean-б» (зеленый) – концентрации близких к ПДК или чуть выше концентраций, относящихся к подклассу clean-a;

«polluted-a» (красный) – концентрации, превышающие ПДК в 2 раза;

«polluted-б» (бордовый) – концентрации, превышающие ПДК в 4 раза.

Кроме того, выделяется подкласс «clean- а'» (голубой), в который включаются промежуточные значения, между подклассами clean-a и clean-б.

На рисунке 3.26 приведена карта загрязнения реки Чирчик аммонийным азотом (по среднемноголетним данным УзГидромет), которая составлялась на

основе разработанных классов. К классу clean-а относятся станции выше г.Газалкента, ниже г.Газалкента, выше Трансформаторного завода, а также станция Чиназ.

Станция ниже сбросов Чирчик-Максам относится к классу polluted-а, что свидетельствует о влиянии сбросов в реку с завода Чирчик-Максам, и образования высокой концентрации аммонийного азота. После данной станции, в среднем течении реки, а также на станциях ниже Сергелийского КСМ и Новомихайловка, концентрации уменьшаются, и относятся к подклассу clean-б.

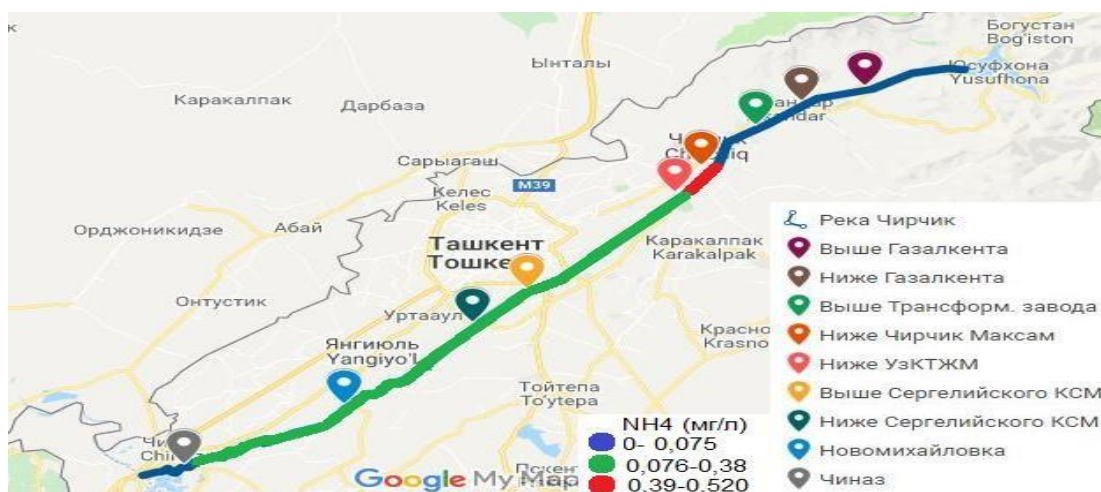


Рисунок 3.26. Карта загрязнения реки Чирчик аммонийным азотом

Загрязнения реки Чирчик нитритным азотом характеризуется в основном классом «polluted», кроме верховья реки, где класс clean-а (рис 3.27). Среднее течение реки, начиная со станции ниже сбросов Чирчик-Максам до станции ниже Сергелийского КСМ определили, как класс polluted-б, концентрации нитритного азота превышают ПДК в 4 раза. Столь резкое увеличение концентрации нитритного азота, свидетельствует об антропогенной нагрузке и о высоком содержании NO_2 в сбросах вод с завода Чирчик-Максам. К низовью реки, концентрации уменьшаются, но также составляют класс «polluted», подкласс polluted-а – концентрации нитритного азота превышают ПДК в 2 раза (рис. 3.27).

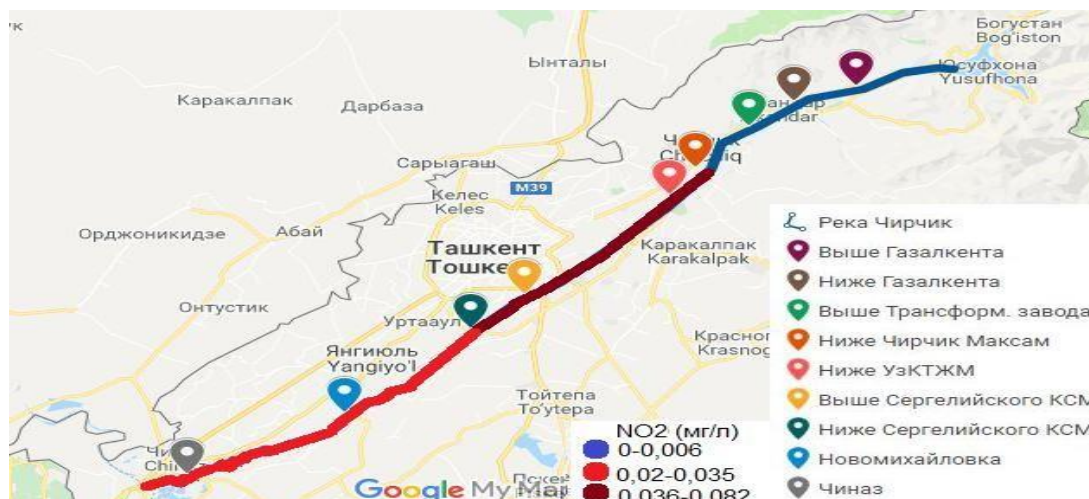


Рисунок 3.27. Карта загрязнения реки Чирчик нитритным азотом

Нитратный азот по длине реки Чирчик присутствует в малых количествах, не превышающих ПДК, следовательно, относится к первому классу «clean», рисунок 3.28

Для того чтобы показать разницу по концентрациям на различных станциях реки, специально для данной карты мы добавили помимо подклассов clean-а и clean-б, подкласс clean-а' (промежуточные концентрации между clean-а и clean-б).

Верховье реки, также, как и в предыдущих картах, относится к классу clean-а, обнаруженные концентрации в очень малых количествах.

Ниже сбросов вод Чирчик-Максам, концентрация нитратного азота увеличивается до подкласса clean-б, а ниже станции УзКТЖМ концентрации уменьшаются, но являются больше концентраций верхнего течения, следовательно, подкласс clean-а'.

Выше и ниже Сергелийского КСМ концентрация увеличивается до подкласса clean-б, но после станций Новомихайловка и Чиназ, концентрации уменьшаются до подкласса clean-а' (рис. 3.28).



Рисунок 3.28. Карта загрязнения реки Чирчик нитратным азотом

Таким образом, составленные карты загрязнения реки Чирчик азотными соединениями, по среднемноголетним данным УзГидромет, а также разработанные классы и подклассы, наглядно показали, что самые высокие концентрации наблюдаются по нитритному, а низкие по нитратному азоту. Значительное влияние оказывают сбросы вод с завода Чирчик-Максам, где концентрации NH_4 , NO_2 , NO_3 резко увеличиваются, тогда как верховье реки – чистое, с очень малым количеством вышеупомянутых концентраций.

Заключение по главе 3.

Для оценки пространственно-временной динамики загрязненности реки Чирчик соединениями азота были проанализированы среднегодовые и среднемноголетние значения концентраций нитритного, нитратного и аммонийного азота на 9 станциях УзГидромет. Для пунктов с. Газалкент были оценены среднегодовые объемы стока за период 2012 – 2017 гг.

Анализируя динамику среднегодовых значений концентраций аммонийного азота во времени можно сказать, что во все годы на всех пунктах наблюдения не наблюдается ярко выраженных тенденций изменения

концентраций, за исключением отдельных значений превышающих ПДК. Оценка пространственной динамики показала, что от станции 1 до станции 3 концентрация не меняется и находится ниже ПДК, наибольшее значение характерно для станции 4 – Чирчик Маскам. Затем происходит постепенное снижение значений ниже ПДК. Наибольший объем стока приходится на 2012 год, наименьший на 2013. Это отчасти связано с динамикой расхода воды за 2012-2017 гг. Также влияние оказывают сами изменения концентраций. В 2014-2017 года объемы стока выше и ниже города равны. Это связано с равными значениями концентраций.

По результатам среднегодовых значений концентраций нитритного азота за десятилетний период в верховье показатели не превышают ПДК, наблюдается увеличение концентрации, превышающей ПДК – в среднем и нижнем течении реки Чирчик практически за весь период (кроме 2014, 2015 – ниже Сергели, 2014-2016 – ниже Новомихайловки, 2010, 2011 – г. Чиназ). В целом не просматривается никакой тенденции изменения значений во времени. По среднемноголетним данным, превышение от ПДК наблюдается на всех станциях, кроме верхнего течения, где концентрации обнаружены в очень малом количестве. Объемы стока нитритного азота до и после города Газалкент отличаются, часто существенно. В 2012, 2013, 2016 и 2017 годах объемы стока увеличиваются после города. В 2014 и 2015 годах, наоборот снижаются. Наибольший вклад в динамику объемов стока вносят сами значения концентраций, а не расходы воды.

Из анализа среднегодовых и средних многолетних концентраций нитратного азота следует, что тенденция изменения концентраций отсутствует на станциях верхнего и нижнего течения. В среднем течении имеется тенденция несущественного увеличения значений. Несмотря на то, что все значения концентраций ниже ПДК, можно сделать вывод, что среднее течение реки Чирчик наиболее загрязнено нитратным азотом. В период с 2012 по 2017 года объемы стока после города Газалкент ниже, чем до города. Наибольшие объемы стока наблюдаются в 2016 и 2017 года и связаны с увеличением

значений концентраций.

В целом, анализ пространственно-временной динамики загрязненности реки Чирчик соединениями азота показал что наиболее загрязненным является участок среднего течения реки, наименее загрязненным верхнее течение реки. В большинстве случаев нет выраженной тенденции изменения значений концентраций во времени.

Для более детальной оценки изменения концентраций соединений азота в реке Чирчик внутри года были оценены значения аммонийного, нитритного и нитратного азота за 2018 и 2019 года по данным мониторинга ГосСИАК. Для концентраций аммонийного азота вывод полученный по среднегодовым значениям подтверждается и наиболее загрязненным участком по аммонийному азоту является среднее течение реки. Что касается внутригодового распределения, можно отметить увеличение на всех створах значений в осенне-зимний период. Для оценки возможного влияния на внутригодовую динамику концентраций расходов воды был построен график среднемесячных расходов воды. Видно, что на концентрации аммонийного азота расходы воды не оказывают влияния. Проведенные исследования показали, что в 2018 на станции ниже Сергели и г. Чиназ концентрация нитритного азота превышает ПДК на протяжении года, резкие повышения наблюдаются летом и зимой. Сравнение динамики расходов воды и концентраций нитритного азота также показывают отсутствие сходных периодов. Внутригодовая динамика для концентраций нитратного азота не выражена и связи с расходами воды нет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе была проведена комплексная оценка загрязненности реки Чирчик соединениями азота. Было использовано два типа данных: среднегодовые концентраций на 9 створах по длине реки и ежемесячные значения за 2018 и 2019 год на 5 станциях, полученные УзГидромет и ГосСИАК соответственно.

По своему географическому расположению, гидрологическому режиму и развитию промышленности, сельского хозяйства и наличия крупных населенных пунктов, включая столицу республики Узбекистан, река Чирчик является очень важным источником обеспечения высококачественной водой Ташкентской области и прилегающих районов соседних республик. Исследование изменений в географической среде, развитие экономической активности и ситуации с водными ресурсами, сложившейся в бассейне реки Чирчик, показали, что антропогенная нагрузка на всем ее протяжении постоянно возрастает в настоящее время и с учетом динамики демографии будет расти и в будущем.

Для оценки пространственно-временной динамики загрязненности реки Чирчик соединениями азота были проанализированы среднегодовые и среднемноголетние значения концентраций нитритного, нитратного и аммонийного азота на 9 станциях УзГидромет. Для пунктов с. Газалкент были оценены среднегодовые объемы стока за период 2012 – 2017 гг.

В целом, анализ пространственно-временной динамики загрязненности реки Чирчик соединениями азота показал что наиболее загрязненным является участок среднего течения реки, наименее загрязненным верхнее течение реки. В большинстве случаев нет выраженной тенденции изменения значений концентраций во времени.

Значения концентраций нитратов не превышают значения ПДК в течение всего периода. Концентрации азота аммонийного превышают ПДК в среднем течении реки. Концентрации нитритного азота не превышают ПДК только в верхнем течении реки. Полученные данные говорят о свежем

загрязнении соединениями азота.

Что касается внутригодового распределения концентраций аммония, можно отметить увеличение на всех створах значений в осенне-зимний период. Для концентраций нитритов увеличение значений наблюдается летом и осенью. Для концентраций нитратов выраженной сезонной динамики нет.

Для оценки возможного влияния на внутригодовую динамику концентраций соединений азота расходов воды было проведено сравнение графиков среднемесячных расходов воды и концентраций. Видно, что на концентрации соединений азота расходы воды не оказывают влияния, т.к. графики имеют разные тенденции изменения значений внутри года.

Составленные карты загрязнения реки Чирчик азотными соединениями, по среднемноголетним данным УзГидромет, а также разработанные классы и подклассы, наглядно показали, что самые высокие концентрации наблюдаются по нитритному, а низкие по нитратному азоту. Значительное влияние оказывают сбросы вод с завода Чирчик-Максам, где концентрации NH_4 , NO_2 , NO_3 резко увеличиваются, тогда как верховье реки – чистое, с очень малым количеством вышеупомянутых концентраций.

Практические предложения

На основании результатов проведенных исследований можно рекомендовать следующие практические предложения:

1. При мониторинге загрязненности воды реки Чирчик аммонийным азотом следует усилить интенсивность отбора проб на анализ, так как нами установлен факт повышенной загрязненности воды с превышением ПДК после сбросов сточных вод города Чирчик, особенно в створе после предприятия Чирчик-Максам, а далее ниже по течению экстремальные уровни загрязнения этим ингредиентом не наблюдаются.

2. При мониторинге загрязненности реки Чирчик нитритным азотом следует вести строгий контроль на всем протяжении реки Чирчик кроме верхнего течения, особенно летний и зимний период, так как вода относится

к классу «polluted»-2б и «polluted»-2а в нижнем течении. В то же время уровень загрязнения нитратным азотом не превышает допустимые пределы, следовательно, нет необходимости усиления мониторинга по данному поллютанту.

3. Составленные карты загрязненности реки Чирчик соединениями азота могут служить для улучшения наглядности демонстраций изменения качественного состояния воды, улучшения работы сети мониторинга Узгидромета МЧС РУз и ГосСИАКА Госкомэкологии РУз путем внедрения методики составления таких карти классификации качества воды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативно-правовые документы

[1]. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан о Программе действий по охране окружающей среды Республики Узбекистан на 2013-2017 годы. № 142, г. Ташкент, 27 мая 2013 г.

[2]. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан о Программе мониторинга окружающей природной среды в Республике Узбекистан на 2016-2020годы. №273, г. Ташкент, 23 августа 2016 г.

[3]. O'z DST 950:2000 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».

[4]. O'z DST 951:2000 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора».

[5]. СанПиН РУз № 0172-04 «Гигиенические требования к охране поверхностныхвод на территории Республики Узбекистан».

[6]. СанПиН РУз № 0172-06. Гигиенические требования к охране поверхностныхвод на территории Республики Узбекистан

[7]. СанПиН РУз № 0173-04 «Санитарно-гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения в специфических условиях Узбекистана».

Основная литература

[8]. Чирчиқ — Национальная энциклопедия Узбекистана — Ташкент, 2000— 2005.

[9]. Охрана вод в бассейне реки Сырдарья // Отчет САНИИРИ. - Ташкент. - 1978. - 186 с.

[10]. Алекин О.А. Основы гидрохимии / Л.: Гидрометеиздат. 1970 г.

[11]. Никаноров А. М. Гидрохимия. Л.: Гидрометеиздат, 2001. 447 с

[12]. Смыжова Е.С., Шелутко В.А. Учёт влияния неэквидистентности исходной информации на оценку биогенного загрязнения рек на примере реки Великая // Мат-лы междунар. науч.-практич. конф. «Географическое

образование и наука в России: история и современное состояние» / СПб., 3-4 декабря 2008 г. – СПб.: изд. ВВМ, 2010 г.

[13]. Шелутко В.А., Смыжова Е.С. Динамика стока биогенных веществ по реке Великая в Псковско-Чудское озеро // Учёные записки РГГМУ. СПб.: изд. РГГМУ, 2010. -№13. - с. 89-104.

[14]. Шелутко В.А. Численные методы в гидрологии: Уч. пос. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 240 с.

[15]. Шелутко В.А., Колесникова Е.В. Анализ погрешностей расчёта средних годовых концентраций загрязняющих веществ в реках за счёт неучёта водности // Вестник СПбГУ, 2008, сер. 7, вып. 3.

[16]. Шелутко В.А. Методы обработки и анализа гидрологической информации Учебно-методическое пособие. Санкт-Петербург: Издательство СПбГУ, 2007. — 192 с.

[17]. Национальный доклад о состоянии окружающей природной среды и использование природных ресурсов в Республике Узбекистан. Ташкент. - 2005. -с. 59.

[18]. Рубинова Ф.Э. Развитие антропогенной гидрологии в Средней Азии. - М.: Гидрометеиздат, 1991. -55с.

[19]. Шамсиев Ф.К., Чембарисов, Э.И., Махмудов И.Э. Гидроэкологическое состояние р.Чирчик и предложения по ее охране. //Сб. тезисов научно-практической конференции «Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья». Нукус. КГУ.2008. -153 с.

[20]. Чембарисов Э.И., Лесник Т.Ю., Чембарисова Э.И. Гидрохимия речных и коллекторно-дренажных вод бассейна реки Сырдарьи // Проблемы освоения пустынь. – 2004. - № 2. - С. 20-24.

[21]. Никаноров А.М. Гидрохимия. Л.: Узгидрометеиздат, 2001. 447 с.

[22]. Зенин А.А., Белоусов Н.В. Гидрохимический словарь. Л.: Узгидрометиздат, 1988. 239 с.

[23]. Чембарисов Э.И., д.г.н., Махмудов И.Э., д.т.н., Лесник Т.Ю., к.г.н.

Оценка состояния и перспективы управления коллекторнодренажными водами Чирчик-Ахангаранского ирригационного района. Статья Научно-практической конференции. Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при ТИИМ, г.Ташкент, Республика Узбекистан.

[24]. Щетинников А.С. Ледники бассейна р. Пскем. Л.: Узгидрометеоздат, 1978, -120 с.

[25]. Капризнина Г.И. Оценка миграционной активности компонентов промышленного загрязнения на участках речных долин. //Труды. Гидроингео. - Ташкент. - 1986. - С. 13-19.

[26]. Крутов А.Н., Ахмедова Т.А. Чирчик дарёсининг ифлосланиши. //Узбекистон қишлоқ хўжалиги. №6, – 2003. С. 29.

[27]. Крутов А.Н., Ахмедова Т.А. Чирчик дарёсининг ифлосланиши. //Узбекистанқишлоқ хужалиги. №6, -2003, -с.29.

[28]. Чуб В.Е., Торянникова Р.В., Кеншимов А.К., Тальских В.Н. Проблемы управления качеством трансграничных вод в бассейне Аральского моря. //Проблемы освоения пустынь. 2001. №1.

[29]. Э. И. Чембарисов, Т. Ю. Лесник, И. Э. Махмудов, М. Н. Рахимова Формирование коллекторно-дренажных вод на орошаемых землях Ташкентской области. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. Научно-практический журнал. Выпуск № 3(59)/2015.

[30]. Ахмедова Т.А. Точечные источники коммунально - бытового и промышленного загрязнения реки Чирчик. //Журнал «Вестник аграрной науки» 4 (10),Ташкент, -2002-г 46-47.

[31]. Государственные стандарты Республики Узбекистан. Вода питьевая. — Т., -2000, - с.234.

[32]. Ж.С. Хамрокулов Ж.С. Концентрации и объемы стока биогенов по реке Пскем. //Автореферат магистерской диссертации// РГГМУ. Санкт Петербург-2020

[33]. Балдин К.В., Башлыков В.Н., Рукоусев А.В. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник// М.: Издательско-торговая

корпорация Дашков и К., 2016. – 472 с.

[34]. Ферстер Э., Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа / Пер. с нем.// М.: Финансы и статистика, 1982.

[35]. Юсупов Р.М. и др. Статистические методы обработки результатов наблюдений: Учебник// М.: МО, 1984.

[36]. Гусеева Е.Н. Теория вероятностей и математическая статистика: — Учебное пособие// М.: Флинта, 2016. – 220 с.

[37]. Методы химического анализа. Фотометрическое определение с салицилатом натрия. Фотометрическое определение с реактивом Несслера. Совет экономической взаимопомощи. Часть 1. Том 1. Изд-е 4. М -1987.

[38]. Семенов А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Гидрохимический институт. Узгидрометеиздат - Ленинград 1977.

[39]. Методические основы оценки регламентированного антропогенного влияния на качество поверхностных вод//под редакцией Караушева А.В. Л.: Гидрометеиздат, 1987. -286 с.

[40]. Ежегодник «Качество поверхностных вод и эффективность проведенных водоохранных мероприятий на территории деятельности ГлавУзгидромета» (2008- 2017 гг). –Ташкент

[41]. Базаров Д.Р. Ахмедова Т.А. «Современное состояние загрязненности реки Чирчик точечными источниками». //Материалы научно-практической конференции «Проблемы управления водными ресурсами и эксплуатации гидромелиоративных систем в условиях деятельности ассоциации водопользователей». Ташкент. ТИИИМСХ -2002 декабрь, -с. 21

[42]. Базаров Д.Р. Ахмедова Т.А. Основные источники коммунально-бытового и промышленного загрязнения реки Чирчик. //Журнал «Вопросы мелиорации». - Москва. №5-6, 2002. -с 27.

[43]. Овсянный Е.И., Орехова Н.А. Гидрохимический режим реки Черной (Крым): экологические аспекты // Морской гидрофизический журнал. 2018. Т 34, №1. С. 82-94.

[44]. Головатых Н.Н. и Егоров С.Н. Особенности локализации основных биогенных элементов на акватории Западной части Северного Каспия. // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. 2012. №1. С. 22-29.

[45]. Семенняк В. К. Влияние водного режима на геоэкологическое состояние ректерритории Природного парка «Кондитерские озера». // Журнал Тюменского государственного университета. 2016. – С. 45-49.

[46]. Шерназаров Ш.Ш., Ташпулатов Й.Ш. Экологические аспекты альгофлоры среднего течения реки Зарафшан (Узбекистан). // «Научно-практические исследования». Выпуск № 2-2 (17), ISSN 2541- 9528. Омск: Научный центр «Орка», 2019. – С. 21-23

[47]. Шигапов И.С. и др. Зависимость физико-химических показателей воды озерурбанизированных территорий от морфометрических параметров. // Журнал Казанского государственного университета. 2008. – С. 177-179.

[48]. Усманов И.А. Совершенствование экологического мониторинга за водоемами бассейна среднего течения реки Сырдарьи. // Экология и строительство. 2017. – №1. С. 10-14.

[49]. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Общая гидрология: учеб. — М.: Высш.шк., 1991. — 368 с.

[50]. Вазова А.С., Зуенко Ю.И. Оценка первичной продукции в эстуариях рек Раздольная и Суходол (залив Петра Великого, Японское море) // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 182. — С. 132–143.

[51]. Федоров Ю.А. и др. // Ртуть в водных экосистемах Севера ЕТР и её биогеохимические особенности распределения, миграции и трансформации: Сб. тр. II науч.-практ. конф. «Экологические проблемы. Взгляд в будущее». Ростов н/Д, 2005. С. 121–124.

[52]. Леонов А.В. Кинетика биотрансформации соединений органогенных элементов в природных водах (математическое моделирование и анализ закономерностей круговорота). Автореф. Дис. Д-ра хим. Наук. Ростов-на-Дону. 1991. 65 с.

[53]. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на

Узгидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. — Ташкент: «VORIS NASHRIYOT» MChJ, 2007. — С. 91—95. — 133 с.

[54]. Голубовская Э.К. Биологические основы очистки воды. -М.: Высшая школа.1978. - с 267.

[55]. Абдуев М.А. Изменение режима биогенных веществ и их выноса реками Азербайджанской республики. // Журнал Гидрология. Баку. Институт Географии НАНА-2017.

[56]. Грубинко В.В., Грюк И.Б., Суходольская И.Л. Содержание неорганических соединений азота в воде малых рек с разным уровнем антропогенной нагрузки // Научные достижения биологии, химии, физики: сб. ст. по матер. IV междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СибАК, 2012.

[57]. Белназаров Р.У., Ильинский И.И. Охрана водоемов от загрязнения сточными водами лубяных заводов. Ташкент. - Медицина. - 1982. - с.89.

Интернет-ресурсы

[58]. <http://elib.rshu.ru/>

[59]. <https://www.meteo.uz/#/ru>

[60]. <https://www.dissercat.com/content/otsenka-stoka-biogennykh-veshchestv-s-uchetom-osobennostei-gidrokhimicheskoi-informatsii>

[61]. <https://www.dissercat.com/content/kompleksnaya-otsenka-postupleniya-biogennykh-veshchestv-s-vodosbora-po-dline-reki-velikaya>

[62]. <https://www.dissercat.com/content/razvitie-teorii-i-metodov-otsenki-zagryazneniya-rechnykh-vod>