

Хамитова К.К., Курбанова А.Б.,
Ыбыраева Ә.Б.

Казахский национальный
университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы

**Экологическая оценка
качества природной воды
города Алматы и Алматинской
области**

Одно из основных богатств любого государства – природные ресурсы. Настоящая работа посвящена исследованию качества природной воды города Алматы и ее окрестностей. Авторами опубликованы результаты исследований физических и органолептических свойств воды озер Алматы и Алматинской области – Сайран, Иссык, Большое алматинское. Были также определены водородные показатели, количество взвешенных веществ, содержание железа в пробах природных вод. Для успешного осуществления контроля за состоянием окружающей среды необходимо использовать современные методы анализа. Исследование проводилось на основе опубликованных в различных научных изданиях методик физико-химических методов исследований и на новейшем оборудовании. Полученные результаты оценивают реальные возможности воздействия техногенных воздействий на гидросферу, эффективность существующих природоохранных мероприятий.

Ключевые слова: вода природная, качество воды, методы определения физических и органолептических свойств воды, нормы качества, показатели качества воды.

Khamitova K.K., Kurbanova A.B.,
Ybyraeva A.B.

Al-Farabi kazakh national university,
Kazakhstan, Almaty

**Ecological estimation of natural
water quality in Almaty and
Almaty region**

One of the main wealth of any state – the natural resources. Therefore, the present work is devoted to the study of natural water quality Almaty city and its environs. The problem of nature protection erectrank in state policy, so as to achieve political, economic and social objectives, facing society, it is necessary the implementation of activities by rational use, protection and reproduction of natural resources. Currently, the problem of increasing the effectiveness of environmental measures are of significant interest. In Kazakhstan, as we know, the vast majority of businesses require environmental support, which includes a wide range of engineering, medical and social measures, laws, programs and means of implementation. Questions greening processes and principled assessment of the impact of existing enterprises on the environment yet delivered and waiting for his decision. In this connection monitoring studies in the laboratory of natural reservoirs of water quality conditions ponderable importance in at study of the protection of water resources. In this article published the results of studies of the physical and organoleptic properties of water lakes of Almaty and Almaty region – Sayran, Issyk, Big Almaty. Were also identified hydrogenous indicators, the amount of suspended substances, the iron content in the samples of natural waters. Order to successfully implementation monitor the state of the environment, modern methods of analysis must be used. The study was conducted on the basis of published in various scientific editions methods of physical and chemical methods of research and the latest equipment. The results evaluated real opportunities impact man-made impacts on the hydrosphere, the effectiveness of the existing environmental activities.

Key words: Natural water, water quality, methods for determining the physical and organoleptic properties of water, norms quality, indicators of water quality.

Хамитова Қ.Қ., Курбанова А.Б.,
Ыбыраева Ә.Б.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті, Қазақстан, Алматы қ.

Алматы қаласы мен облысының табиғи су сапасын экологиялық бағалау

Кез-келген мемлекеттің басты байлығы, ол – табиғи ресурстар. Сондықтан бұл жұмыс Алматы қаласы және оның төңірегіндегі аймақтардың су сапасын зерттеуге арналады. Қоршаған ортаны қорғау мәселесі мемлекеттік саясат аясында қаралған, оған себеп саяси, экономикалық және әлеуметтік мақсатта, қоғам алдында қоршаған ортаны тиімді пайдалану, қорғау және табиғи ресурстарды өндіруде қажетті іс-шараларды жүзеге асыру болып табылады. Бұл мақала Алматы және Алматы облысындағы Сайран, Ыстықкөл, Үлкен Алматы көлдерінен алынған судың физикалық және органолептикалық қасиеттерін зерттеу нәтижесі бойынша жарияланған. Сонымен қатар табиғи су сынамасының құрамындағы темір, өлшенген заттардың мөлшері мен сутектік көрсеткіштері анықталды. Қоршаған ортаның жағдайын бақылауды ойдағыдай жүзеге асыру үшін қазіргі заманғы әдістерді пайдалану қажет. Зерттеу жұмыстары әртүрлі ғылыми басылымдардағы физика-химиялық әдістер мен жаңа жабдықтар негізінде жүргізілді. Алынған нәтижелер техногендік әсердің гидросфераға әсерін, қолданыстағы қоршаған ортаны қорғау шаралар тиімділігінің нақты мүмкіндіктерін бағалайды.

Түйін сөздер: табиғи су, судың сапасы, су сапасының физикалық және органолептикалық қасиеттерін анықтау әдістері, сапа стандарттары, су сапасының көрсеткіштері.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ГОРОДА АЛМАТЫ И АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение

На территории города Алматы с учетом присоединенных территорий расположены 26 рек и 6 русловых водоемов искусственного происхождения, а также городской участок протяженностью 23,1 км Большого Алматинского канала (БАК) им. Д. Кунаева. Наиболее крупными являются реки Большая Алматинка (38 км), Малая Алматинка (34,6 км), Есентай (31,4 км). Все реки относятся к бассейну озера Балхаш.

Алматы располагается в сейсмоопасной зоне (землетрясения, сели, оползни). В связи с этим основными направлениями обеспечения безопасности жителей и гостей города от природных катаклизмов и техногенных катастроф являются развитие инфраструктуры противодействия чрезвычайным ситуациям и их предупреждение, в том числе реконструкция и ремонтно-восстановительные работы инженерно-защитных сооружений города на реках (селезащитные сооружения, дамбы, плотины); превентивные мероприятия по спуску прорывоопасных моренных озер.

В целях предупреждения возможных чрезвычайных ситуаций и подтоплений, а также с целью создания благоприятных условий для проживания и отдыха населения за период с 2007 по 2014 годы акиматом города Алматы было реконструировано свыше 120 км русел 17 рек и благоустроено более 2,0 млн. м² водоохраных полос [1].

Санитарной службой Министерства здравоохранения Казахстана по г. Алматы проводится работа по осуществлению государственного санитарно-эпидемиологического надзора за водоемами и водотоками г. Алматы. При этом особое внимание уделяется выполнению действующих национальных, государственных и региональных программ: «Комплексной программы по снижению загрязнения окружающей среды города Алматы на 2009-2018 годы», региональной программы «Реки и водоемы г.Алматы».

В целях восстановления и реабилитации малых рек и водоемов г. Алматы, рационального использования водных ресурсов, развития социально-экономических и эколого-градостроительных приоритетов в городе Алматы с 2007 года принята реги-

ональная программа «Реки и водоемы г.Алматы». Программой предусмотрено развитие городских территорий, прилегающих к водным объектам, а также формирование первоочередных мероприятий, направленных на осуществление комплексного благоустройства долинных комплексов малых рек и улучшение экологической обстановки. С 2008 года в соответствии с данной программой проводились работы по улучшению санитарного состояния открытых водоемов, речной сети и прилегающих к ним территорий. Выполнены работы по реконструкции и укреплению берегов реки Есентай на территории Бостандыкского и Алмалинского районов: восстановлены бетонные плиты, каскады, заасфальтированы дорожки, установлены скамейки, разбиты газоны, проведена посадка деревьев. Проведены также работы по реконструкции русел и берегов рек Малая Алматинка, Жарбулак в Медеуском районе, по очистке реки Каргалы в Ауэзовском районе, очистка русла канала им. Кунаева, рек М. Алматинка, Есентай, Карасу, Султан-Карасу [2].

Но многое еще предстоит сделать, ведь это достаточно дорогостоящие работы. К тому же ежегодно приходится очищать реки от природных загрязнителей – ила, камней.

В водоохранной зоне Алматы оформлено почти 8 тысяч земельных участков. Однако, в настоящее время отмечается следующая ситуация – незаконное строительство, сброс мусора, бутылок и канализационные стоки стали настоящим бедствием для городских рек. Попытки привести их в порядок заканчиваются скандалами и актами вандализма [3].

В этой связи мониторинговые исследования в лабораторных условиях качества воды природных водоемов имеют весомое значение при изучении вопросов охраны водных ресурсов. Целью данного исследования было изучение физических и органолептических свойств воды озер Алматы и Алматинской области, а также определение водородных показателей, количество взвешенных веществ, содержание железа в пробах природных вод. Для успешного осуществления контроля за состоянием окружающей среды использовались современные методы анализа. Исследование проводилось на основе опубликованных в различных научных изданиях методик физико-химических методов исследований и на новейшем оборудовании. Полученные результаты оценивают реальные возможности воздействия техногенных воздействий на гидросферу, эффективность существующих природоохранных мероприятий.

Методы исследования

Для проведения экологической оценки состояния водных ресурсов города Алматы и ее окрестностей были отобраны пробы воды озер Сайран, Иссык и Большое алматинское. Отбор проб воды является важным и ответственным этапом во всем комплексе исследований воды. Результат анализа в значительной мере зависит от правильности отбора пробы. Поэтому при отборе проб соблюдались необходимые правила, прописанные в ГОСТ 24481 – 80, ГОСТ 4979 – 49 [4, 5]. Для отбора проб воды на полный анализ брали бутылки вместимостью 5 дм³ с притертой пробкой. Бутылки предварительно были чисто вымыты и ополоснуты дистиллированной водой.

Физические свойства воды (температура, запах, вкус, цвет, прозрачность) обуславливают внешний вид воды.

Гигиеническое значение запахов и привкусов стоит в том, что при их интенсивности свыше двух баллов ограничивается водопотребление. Для определения запаха воды при комнатной температуре в колбу с притертой пробкой вместимостью 250 см³ с каждой пробы отмеривали 100 см³ испытуемой воды. Колбу закрывали пробкой, содержимое колбы несколько раз перемешивали вращательными движениями, после чего колбу открывали и определяли характер и интенсивность запаха [6]. Для определения интенсивности запаха при 60⁰С, колбы со 100 мл воды нагревали на магнитной мешалке RET basic («КА», Китай). Содержимое колбы несколько раз перемешивали вращательными движениями. Открыв пробку, быстро определяли характер и интенсивность запаха.

Привкус пробы воды при температуре 20⁰С определяли органолептически. Предварительно воду подвергали кипячению в течение 5 минут с последующим охлаждением.

Мутность воды определяли визуально на листке белой бумаги при комнатной температуре, сравнивая с образцом дистиллированной воды (рисунок 1).

Кажущуюся и истинную цветность образцов воды определяли визуально при комнатной температуре и достаточном освещении.

Для определения прозрачности образцы воды помещали в мерный цилиндр объемом 100 см³ и диаметром 24 мм. Мерный цилиндр размещали на высоте 40 мм над шрифтом высотой 3,5 мм и доливали водой до размывания шрифта визуально сверху (рисунки 2, 3) [6].



Рисунок 1 – Сравнение мутности образцов природной воды с дистиллированной

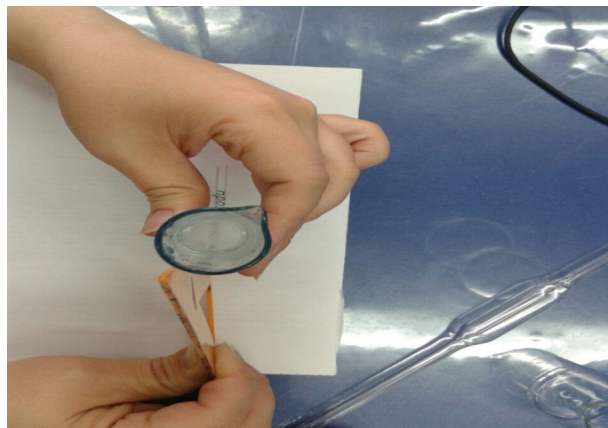


Рисунок 2 – Определение прозрачности воды

Значение водородного показателя проб воды определяли при комнатной температуре на рН-метре Seven Multi («Mettler Toledo», Россия).

Грубодисперсные примеси определяли гравиметрическим методом после их отделения путем фильтрования через фильтр «белая лента».

Кружки фильтровальной бумаги взвесили на аналитических весах, в химические стаканы профильтровали по 10 мл исследуемых проб. Фильтр с осадком подсушивали сначала на воздухе, затем в тигле в сушильном шкафу, постепенно поднимая температуру до 105°C и выдерживая

при этой температуре в течение 6 часов. После фильтр охлаждали в эксикаторе и измеряли вес на аналитических весах [7].

Для определения сухого остатка были предварительно взвешены на аналитических весах 3 сухих х.ч. стакана. Затем, в каждый стакан добавляли по 10 мл исследуемого образца воды и снова взвешивали на аналитических весах. Далее воду в стаканах упаривали при температуре 100°C до полного ее испарения (рисунок 4). После этого стаканы снова взвешивали и рассчитывали сухой остаток.

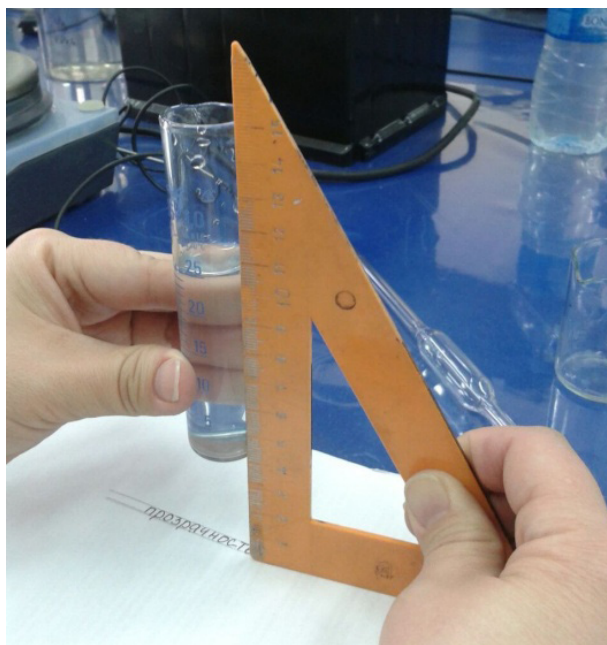


Рисунок 3 – Измерение высоты столба воды

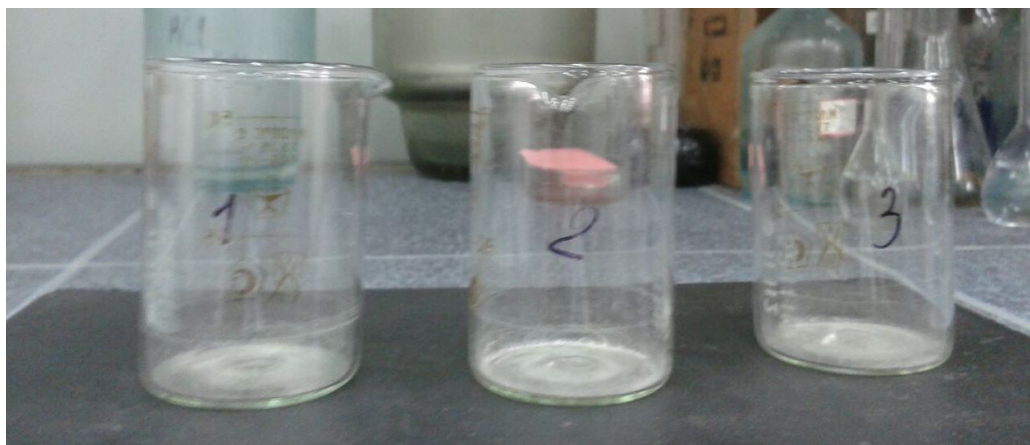


Рисунок 4 – Сухой остаток исследуемых образцов

Большое количество растворенного железа в воде не оказывает вредного влияния на здоровье людей, но такая вода не пригодна для хозяйственно-бытовых целей. Для определения содержания в воде железа был применен метод, основанный на взаимодействии в сильной кислой среде окисного железа и роданида с образованием окрашенного в оранжевый цвет комплексного соединения роданового железа [7]. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации железа. В мерную колбу вместимостью 100 мл отбирали 100 мл тщательно перемешанной исследуемой воды. Затем добавляли 1 мл соляной кислоты, несколько кристаллов персульфата аммония, переме-

шивали и добавляли 1 мл роданида калия. После перемешивания сразу же измеряли оптическую плотность на цифровом спектрофотометре PD-303 («Ареп», Япония). Массовую концентрацию общего железа находили по калибровочному графику (рисунок 5).

Результаты исследования

Результаты исследования занесены в таблицы 1-9. При анализе пробы воды были пронумерованы в следующем виде:

№1 – Большое алматинское озеро

№2 – озеро Сайран

№3 – озеро Иссык.



Рисунок 5 – Определение общего железа

Таблица 1 – Результаты исследования запаха воды при температуре 20°C

№ образца	Классификация запаха	Сокращение	Интенсивность, баллы	Возможный источник происхождения запаха
1	Травянистый	G	IV	Лежалая трава
2	Затхлый	M	V	Преющая солома
3	Торфяной	G	II	Тторф

Таблица 2 – Результаты исследования запаха воды при температуре 60°C

№ образца	Характеристика	Буквенное обозначение	Интенсивность, баллы	Возможная причина образования
1	Травянистый	G	V	Лежалая вода
2	Гнилостный	D ₃	V	Застоявшиеся сточные воды
3	Торфяной	G	IV	торф

Таблица 3 – Результаты исследования привкуса воды при температуре 60°C

№ образца	Характер привкуса	Интенсивность, баллы	Степень проявления
1	Щелочной	2	Слабая
2	Щелочной	3	Заметная
3	Щелочной	2	Слабая

Таблица 4 – Характеристика мутности образцов воды

Наименование показателя	Проба №1	Проба №2	Проба №3
Мутность	Слабая муть	Сильная муть	Опалесценция

Таблица 5 – Характеристика цветности образцов воды

Наименование показателя	Проба №1	Проба №2	Проба №3
Цветность	Кажущийся зеленоватый окрас	Истинный желто-коричневый окрас	Истинный желтоватый окрас

Таблица 6 – Определение прозрачности воды

№ пробы	Высота столба воды, см	Объем пробы, см ³
1	19	54
2	10	27
3	23	68
Дистиллированная вода	>30	>100

Таблица 7 – Определение водородного показателя воды

№ пробы	Температура воды, °С	Значение pH
1	21,3	7,965
2	22	7,963
3	23,8	8,047

Таблица 8 – Расчет сухого остатка в воде

Наименование показателя	Проба №1	Проба №2	Проба №3
Масса стакана исходная m_1 , г	28,3682	27,0361	27,3427
Масса стакана с водой m_2 , г	38,3495	37,0192	37,3282
Масса стакана после упаривания m_3 , г	28,3694	27,0379	27,0379
Масса воды $m_4 = m_1 - m_2$, г	9,9813	9,9831	9,9855
Масса сухого остатка $m_5 = m_1 - m_3$, г	0,0012	0,0018	0,0005
Визуальный характер	Сухой остаток хорошо заметен	Заметен сухой остаток на стенах колбы	Отчетливо виден сухой остаток
Объем воды, мл	10	10	10
Содержание взвешенных веществ $100m_5/m_{4\%}$	0,012	0,018	0,005
Концентрация взвешенных веществ $C = m_5/V$, мкг/мл	12	18	0,5

Таблица 9 – Наличие взвешенных веществ в воде

Наименование показателя	Проба №1	Проба №2	Проба №3
Визуальный характер	Взвешенные вещества еле заметны	Заметны взвешенные осадки	Отчетливо видны взвешенные осадки, мелкие частички
Масса фильтра до фильтрования m_1 , г	0,3008	0,3112	0,2983
Масса фильтра после фильтрования m_2 , г	0,3023	0,3198	0,3064
Масса взвешенных веществ $m_{вз.в} = m_1 - m_2$, г	0,0015	0,0086	0,0081
Объем воды, мл	10	10	10
Концентрация взвешенных веществ $C = m_{вз.в}/V$, мкг/мл	15	86	81

Таблица 10 – Содержание железа в воде

Наименование показателя	Проба №1	Проба №2	Проба №3
Общее железо, мг/дм ³	0,51	0,7	0,32

Обсуждение результатов

Определение физических свойств воды имеет большое гигиеническое значение, так как наличие в воде постороннего запаха, прив-

куса, окраски может указывать на загрязнение воды посторонними веществами, кроме того отталкивает потребителя, действует на его эстетические чувства, даже если она безвредна.

Интенсивность естественных запахов и

привкусов во всех образцах свыше двух баллов свидетельствует о наличии в воде биологически активных веществ. Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества, поступающие в воду в результате процессов жизнедеятельности водных организмов, при биохимическом разложении органических веществ, при химическом взаимодействии содержащихся в воде компонентов, а также с промышленными, сельскохозяйственными и хозяйственно-бытовыми сточными водами. Искусственные запахи и привкусы показывают загрязнение воды сточными водами.

Мутность природных вод вызвана присутствием тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения. В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды мутность не должна превышать 1,5 мг/дм³. Мутность воды определяют турбидиметрическим способом (по ослаблению проходящего через пробу света).

Показатель цветности воды определяется путем сравнения окраски испытуемой воды с эталонами. Цветность природных вод обусловлена главным образом присутствием гумусовых веществ и соединений трехвалентного железа. Количество этих веществ зависит от геологических условий, водоносных горизонтов, характера почв, наличия болот и торфяников в бассейне реки и т.п. Сточные воды некоторых предприятий также могут создавать довольно интенсивную окраску воды. Различают «истинный цвет», обусловленный только растворенными веществами, и «кажущийся» цвет, вызванный присутствием в воде коллоидных и взвешенных частиц, соотношения между которыми в значительной мере определяются величиной рН. В соответствии с требованиями к качеству воды в зонах рекреации окраска воды не должна обнаруживаться визуально в столбике высотой 10 см. Высокая цветность воды ухудшает ее органолептические свойства и оказывает отрицательное влияние из-за резкого снижения концентрации растворенного кислорода в воде, который расходуется на окисление соединений железа и гумусовых веществ.

Мерой прозрачности служит высота столба воды, при которой можно наблюдать стандартный шрифт. Согласно требованиям, прозрачность воды должна быть не менее 30 см. Во всех образцах высота столба оказалась ниже нормы. Прозрачность природных вод обусловлена

их цветом и мутностью, т.е. содержанием в них различных окрашенных и взвешенных органических и минеральных веществ. Ослабление в мутной воде интенсивности света с глубиной приводит к большему поглощению солнечной энергии вблизи поверхности. Появление более теплой воды у поверхности уменьшает перенос кислорода из воздуха в воду, снижает плотность воды, стабилизирует стратификацию. Уменьшение потока света также снижает эффективность фотосинтеза и биологическую продуктивность водоема. Определение прозрачности воды – обязательный компонент программ наблюдений за состоянием водных объектов. Увеличение количества грубодисперсных примесей и мутности характерно для загрязненных и автотрофных водоемов.

Одним из важнейших показателей воды является ее кислотно-щелочной баланс. Уровень рН – это количество ионов водорода в растворе. Результаты измерения рН в образцах показали слабощелочную среду во всех трех образцах. Щелочность воды обусловлена присутствием в воде солей слабых кислот и сильных оснований, которые в результате гидролиза создают щелочную среду.

Взвешенные твердые вещества, присутствующие в природных водах, состоят из частиц глины, песка, ила, суспендированных органических и неорганических веществ, планктона и других микроорганизмов. Концентрация взвешенных частиц связана с сезонными факторами (пробы отбирались ранней весной) и с режимом стока и зависит от таяния снега, пород, слагающих русло, а также от антропогенных факторов. Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру, растворенные компоненты поверхностных вод, адсорбцию токсичных веществ, а также на состав и распределение отложений и на скорость осадкообразования. Вода, в которой много взвешенных частиц, не подходит для рекреационного использования по эстетическим соображениям. Такой же вывод можно сделать по содержанию сухого остатка по всем терм образцам.

Заключение

Обобщая полученные результаты, можно сделать вывод о критическом состоянии водных ресурсов города Алматы и Алматинской области, несмотря на проведение инженерных

решений по охране и использованию водных ресурсов местного руководства. Необходимо усилить меры по формированию экологической безопасности водных ресурсов. Ведь технологи-

чески безопасные процессы находятся в центре всеобщего внимания с позиции достижения устойчивого развития среды, изучения приоритетных направлений.

Литература

- 1 Национальный доклад о состоянии окружающей среды и использовании природных ресурсов за 2011 – 2014 годы. Министерство энергетики РК. – Астана, 2015.
- 2 Салапанова В.С., Килибаева Г.К., Айтамбаева Л.Н. и др. Открытые водоемы// Вестник КазНМУ. – 2012. – №12.
- 3 Темешев А. Реки Алматы – на грани катастрофы.// Караван. – 2016., <http://gazeta.caravan.kz>
- 4 ГОСТ 24481-80 Вода питьевая. Отбор проб.
- 5 ГОСТ 4979-49 Вода хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения. Методы химического анализа. Отбор, хранение и транспортирование проб.
- 6 Родина Е.М., Павличенко Т.В., Орусбаев А.А. Определение органолептических свойств воды: методическое пособие к лабораторной работе по экологии / Кыргызско-Российский Славянский университет. – Бишкек, 2012.
- 7 Оразбекова Л.Ж., Макенбаева Ш.К. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Теоретические основы технологии очистки воды»/ Жезказганский университет. – Жезказган, 2000.

References

- 1 National report on the state of the environment and use of natural resource for 2011 – 2014 years. (2015) [Ministerstvo energetiki RK], Astana, Kazakhstan. (In Russian)
- 2 Salapanova V.S., Kilibaeva G.K., Aitambaeva L.N. (2012) Open ponds [Vestnik KazNMU] 12 (In Russian)
- 3 Temeshev A.(2016) Almaty Rivers – on the brink of disaster [Karavan] (In Russian)
- 4 RMG 24481-80 Drinking water. Sample selection [Voda pit'yevaya. Otbor prob]. Moscow, Russia, 1980 (In Russian)
- 5 RMG 4979-49 Water household drinking and industrial water supply. Methods for chemical analysis. Selection, storage and transport of samples [Voda hozyastvenno- pit'yevogo i promyshlennogo vodosnabzheniya. Metody himicheskogo analiza. Otbor, hranenie i transportirovanie prob]. Moscow, Russia, 1949 (In Russian)
- 6 Rodina E.M., Pavlichenko T.V., Orusbaev A.A. (2012) Determination of the organoleptic properties of water [Opredelenie organolepticheskikh svoystv vody: Metodicheskoe posobie k laboratornoi rabote po ecologi]. Kyrgyzko – Rossiyskiy Slavaynskiy Universitet, Bishkek, Kyrzystan. (In Russian)
- 7 Orazbekova L.Zh., Makenbaeva Sh.K. (2000) **Methodical instructions to laboratory work on discipline Theoretical Foundations of water treatment technology** [Metodicheskie ukazaniya k laboratornym zanyatiyam po diszipline «Teoreticheskie osnovy technologii ochistki vody»]. Zheskazganskiy universitet, Zheskazgan, Kazakhstan (In Russian)