

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЗОНЫ БОЛЬШОГО ГИССАРСКОГО КАНАЛА (БГК)

Пулатов Я.Э., Рахматов Э.Н.

Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

Аннотация: В статье излагаются результаты изучения гидрологических, почвенных, климатических и других природных условий зоны Большого Гиссарского Канала (БГК), приводятся данные, характеризующие особенности биоклиматического потенциала Гиссарской долины. Излагается методика расчета оросительной нормы сельскохозяйственных культур, приводятся материалы по характеристике БГК, даются рекомендации по улучшению эксплуатации БГК.

Ключевые слова: Гидрология, почва, климат, водозабор, оросительная норма, эксплуатация, оросительная система.

В настоящее время в условиях нарастающей нагрузки на водные ресурсы, связанные с демографическим ростом населения, развития секторов экономики, особенно орошаемого земледелия, как основного водопотребителя, а также климатических изменений вызывает серьезные опасения нерациональное и неэффективное использование воды с высоким удельным расходом для ирригации, ухудшение технического состояния и эксплуатации оросительных систем, которые нуждаются на модернизации.

В орошаемом земледелии устойчивое землепользование наряду с другими аспектами повышения эффективности системы ирригации, основанных на гидрографические принципы устойчивого развития, её водообеспеченности и продуктивности определяется прежде всего природными условиями бассейна.

Изучение особенностей формирования гидрологических режимов речных бассейнов во взаимосвязи с климатическими изменениями играет важную роль по обеспечению гидроэкологической безопасности Республики Таджикистан (РТ). Ретроспективный анализ климатических изменений в речных бассейнах РТ приво-

дит к выявлению основных механизмов регулирования речного стока. При этом особое значение имеет река Варзоб – одна из основных водных артерий бассейна реки Кафирниган, интенсивно используемая для ирригации, водоснабжения, энергетики и других целей.

Изучение процесса формирования водных ресурсов и гидрологического режима с учётом климатических изменений и антропогенного воздействия позволит осуществлять анализ и прогноз с обоснованием управления формированием, использованием и охраны водных ресурсов. Немаловажным вопросом является совершенствование институциональных, организационно-методологических основ с применением принципов Интегрированного управления водными ресурсами, нацеленные на разработки научно-прикладных рекомендаций в зоне БГК [1, 2].

Такая задача актуальна и имеет большой научно-практический интерес, поскольку водные ресурсы, формирующиеся в подбассейне реки Варзоб, являются жизненно важным фактором развития зоны БГК и занимают особое место в экономике и решении социальных задач Центрального Таджикистана

Анализ и составленный обзор прежних работ по использованию водных ресурсов подбассейна реки Варзоб показал, что вопросы рационального использования, управления и охраны стока и гидрологического режима, как зоне БГК и в целом бассейна реки Варзоб рассмотрены не должным образом и порою без учёта их особенностей и воздействия изменения климата.

Поэтому основной целью наших исследований являлась изучение гидрологического режима суббассейна реки Варзоб, почвенных и климатических условий в зоне Большого Гиссарского Канала (БГК) в условиях климатических изменений.

В зоне БГК (Гиссарская долина) в основном, распространены коричневые карбонатные почвы, темные сероземы различной давности орошения, лугово-сероземные, сероземно-луговые, а на небольших участках встречаются лугово-болотные почвы. На лессовых склоновых землях, на высотах 600-900 м распространены обыкновенные сероземы с содержанием гумуса в верхних горизонтах 1,5-2 %. На высотах 800-900 м до 1500 м типичные сероземы постепенно заменяются темными сероземами. Карбонатный горизонт отличается на глубине 40-60 см. Содержание гумуса 2,5-4 % [3, 4].

Площадь, используемая под производственную деятельность, составляет 78,039 га, из которых темные сероземы занимают 52,1 % лугово-сероземные и сероземно-луговые почвы – 23,3 %, аллювиально-луговые 2,5 %, коричнево-карбонатные почвы – 20,4%, лугово-болотные-0,21%, коричнево-карбонатные луговые – 0,33%, коричневые темные- 1,16% [5].

Анализ показал, что климатические условия долины характеризуются данными двух метеостанций (Таблица 1). Территория находится в зоне резко континентального климата, характеризующимся очень теплым летом, умеренно мягкой зимой. В долине максимальная температура воздуха в июле достигает 43 – 44°C, мини-

мальная – минус 25 – 27°C. Самый жаркий месяц – июль, когда среднегодовая температура воздуха варьирует от 14,1 (Душанбе) до 14,97°C (Шахринавский район), а за теплое полугодие (апрель – сентябрь) – от 14,7 до 28,1°C. Сумма осадков за год по районам долины изменяется от 595 до 609 мм (В среднем по долине – 602 мм), из них выпадают: в зимний период – 36%, весной – 50%, летом – 2% и осенью – 12%. В связи с этим в почве создаётся большой запас влаги, который обеспечивает получение массовых всходов без проведения влагозарядковых поливов. Одной из основных характеристик климата является относительная влажность воздуха, характеризующая степень насыщения воздуха паром при данной температуре. Наименьшие средние за месяц значения влажности отмечаются летом и осенью в дневные часы (24%), наибольшие – зимой и весной (78%). Ветры в долине преобладают северные и севера – восточные, имеют место, главным образом, вневегетационного периода. Среднегодовая скорость ветра – 1,5–2,8 м/с [4, 6].

Испаряемость (Е), то есть испарение с открытой водой поверхности, рассчитана по уравнению Н. И. Иванова (1941) с поправочным коэффициентом 0,8 (по Л. А. Молчанову):

$$E=0,0018 (25+t)^2 (100-\alpha) 0,8 \quad (1)$$

где: t – среднемесячная температура воздуха, °C; α – относительная влажность воздуха, %

Расчеты показали, что за год по долине испаряемость изменяется от 1476 до 1680 мм, в среднем она составляет 1577,5 мм. Дефицит водного баланса, т. е. испаряемость минус осадки составил – 976 мм. (табл. 1.).

Известно, что расчет оросительной нормы сельскохозяйственных культур по рекомендациям института «Средазгипроводхлопок» (В. Р. Шредер и др., (1979) производится по уравнению:

$$M = 10 \cdot (E - 0) \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (2)$$

где: M – оросительная норма вегетационного периода, $\text{м}^3/\text{га}$;

E – сумма ежемесячной испаряемости, рассчитанная по уравнению Н. Н. Иванова с поправочным коэффициентом 0,8 (по Л.А. Молчанову) за период апрель-сентябрь, мм;

0 – сумма осадков за этот же период, мм;

K_1 – коэффициент, зависящий от вида возделываемой культуры в III-ем (базисном) гидромодульном районе;

K_2 – коэффициент, учитывающий влияние почвенно-гидрогеологических условий на норму орошения.

В настоящее время оросительная норма сельскохозяйственных культур рассчитывается по методике Союз НИХИ и институтов земледелия республик Средней Азии и Казахстана по формуле:

$$M_{\text{бр.поля}} = 10 \cdot (E - 0) \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (3)$$

где: K_3 – коэффициент, учитывающий КПД техники полива. Остальные обозначения такие же как в формуле (1).

Значение K по формулам 2 и 3 устанавливается только в результате проведенных полевых и лизиметрических опытов в конкретных условиях. Таким образом, при использовании уравнений для расчета оросительной нормы все же необходимо проводить опыты в конкретных почвенно-климатических условиях [5, 6, 7].

Анализ природных условий Гиссарской долины показал, что она представляет собой обширную межгорную впадину, расположенную на высоте от 800 до 1000 м над уровнем моря. Орошается р. Кафирниган с притоками Варзоб и Ханак, стекающими с Гиссарского хребта. Обилие тепла и солнечного света, продолжительный вегетационный период с высокими температурами ставят Гиссарскую долину Таджикистана в наиболее благоприятные условия для развития орошаемого земледелия.

Географическое положение Таджикистана в том числе Центрального Тад-

жикистана обуславливает особенность климата - его крайнюю засушливость. Засушливость эта проявляется в небольшом количестве атмосферных осадков и низкой влажности воздуха в течение длительного теплого времени года. Однако, за короткую влажную зиму, и особенно в весенний период, выпадает максимальное количество осадков. За счет запасов влаги, накопленной за осенне-зимний и весенний период, растения до первых поливов успевают образовать несколько побегов. В последующие периоды роста и развития растений возрастающая потребность во влаге обеспечивается только за счет поливов.

Характерным явлением климата, особенно в теплый период года, являются пыльные бури под названием "афганец". Сухой ветер возникает на юго-востоке Средней Азии, в Афганистане, откуда и получил свое название. Приближаясь к горным районам, он изменяет свое направление и устремляется по долинам рек Аму-Дарьи, Кафирнигана и Вахша. Пыль заволакивает горизонт плотной завесой, и видимость снижается до 50-100 м. Продолжается "афганец" до 5 и более суток. В этот период все растения покрываются слоем пыли, а относительная влажность воздуха значительно снижается. Засушливость и континентальность климата придает особую специфику ведению сельского хозяйства. При развитии орошения, сельское хозяйство получает возможность широко использовать богатейшие термические ресурсы сухого, жаркого и продолжительного лета. Орошаемые земли используются преимущественно под посевы зерновых, хлопчатника, овощных и других культур. Максимальное использование природных особенностей Центрального Таджикистана и потенциальных возможностей садоводства открывают большие перспективы. Гиссарская долина выгодно отличается от большинства районов Средней Азии значительным

количеством выпадающих осадков (в среднем 530-600 мм). Это связано с тем, что западные течения воздуха приносят сюда с Атлантического океана большое количество влаги, которая при достижении Гиссарского хребта задерживается и выпадает в виде осадков. Однако следует заметить, что, несмотря на значительное количество атмосферных осадков, их распределение в Гиссарской долине весьма неравномерно как по годам, так и в течение года. Холодными месяцами в условиях Гиссарской долины считаются декабрь (3,1°C) и январь (2,4°C), жаркими - июль, август. С конца марта - начала апреля наблюдается повышение температуры, что предопределяет срок проведения посева сельскохозяйственных культур. Большое количество осадков падает на холодный период, минимальное - на период с высокими температурами, т.е. на время вегетации растений. По многолетним данным, самое большое количество осадков приходится на февраль, март, апрель и совсем (или почти совсем) их не выпадает в июле, августе и сентябре. Лето в Гиссарских субтропиках без дождей, годовое количество осадков возрастает по мере продвижения с запада на восток и к северу вверх по склонам Гиссарского хребта до высоты 1880 м. Суточные колебания температуры также бывают очень резкими, особенно в высоких горах. Кроме того, климат характеризуется обилием солнечной радиации, а на частях территории еще и сильной засушливостью. Объясняются эти

особенности тем, что Таджикистан расположен в центре громадного Евразийского материка, очень далеко от океанов. С юга к ней близко подходит северная окраина субтропиков Афганистана. В теплое время года средние многомесячные температуры здесь мало отличаются от тропического.

Анализ природно-климатических условий выполняется для оценки естественных метеорологических, инженерно-гидрологических, инженерно-геологических, почвенных условий территории, особенностей рельефа местности и характера растительного покрова, других природных особенностей местности в формировании зональных характеристик поверхностного стока. На этой стадии выделяются основные природные факторы, оказывающие решающее значение на режим стока и его количественные параметры.

В гидрологическом аспекте основными водными артериями зоны Большого Гиссарского Канала (БГК) (начало объекта расположен на территории г. Душанбе) охватывает суббассейн рек Лучоб и Варзоб (Душанбинка). В литологическом отношении ложе участка сложно валуно-галечниковыми отложениями с включением песка и гравия. Реки Лучоб и Варзоб имеют постоянный сток воды. В апреле, реже в мае по рекам проходят паводки. Данные по расходу рек при различной обеспеченности представлены в таблице 2.

Таблица 2

Расходы рек при различной обеспеченности

Река	Гидропост	Обеспеченность %				
		0,1	1	3	5	10
р. Лучоб	7 км выше устья	238	186	159	146	126
р. Варзоб	Дагана	740	532	437	392	332
р. Душанбинка	Путовский мост	1440	948	731	635	498

Таблица 1

Агроклиматическая характеристика зоны Большого Гиссарского Канала (БГК)

Метеостанция	Месяцы												За год	IV - IX
Температура воздуха, °С														
Душанбе	0,8	3,6	8,4	14,7	20,1	24,9	28,1	26,6	21,7	15,4	9,3	4,3	14,9	22,7
Шахринав	1,0	3,6	8,4	14,7	20,1	24,9	28,1	26,6	21,7	15,4	9,3	4,3	14,9	22,7
Осадки, мм														
Душанбе	66	73	116	113	75	17	0	0	0	21	51	63	595	205
Шахринав	70	84	125	112	66	13	0	1	0	19	51	68	609	192
Относительная влажность воздуха, %														
Душанбе	62	51	61	56	53	39	37	42	40	44	54	62	50	44,5
Шахринав	57	57	59	54	48	33	32	36	32	35	46	63	46	39,2
Испаряемость по Н.Н.Иванову с K=0,8, мм														
Душанбе	36,4	57,7	64,2	100,9	135,8	213,5	245,3	209,6	174,2	120,8	75,2	42,0	1476	1079,3
Шахринав	41,8	50,6	65,9	104,4	152,3	240,2	276,1	245,4	213,6	152,8	91,5	45,7	1680	1232
Дефицит влажности воздуха, мб														
Душанбе	2,5	3,8	4,3	7,5	10,8	18,6	22,3	18,7	14,0	8,8	5,1	3,2	10,0	15,3
Шахринав	2,9	3,4	4,5	7,7	12,2	21,1	25,8	22,4	17,7	11,5	6,3	3,2	11,6	17,8
Дефицит водного баланса (ДВБ = E – O), мм														
Душанбе	29,6	-15,3	-51,8	-12,1	60,8	196,5	245,3	209,6	174,2	99,8	24,2	21,0	881,0	874,3
Шахринав	-28,2	-33,4	-59,1	-7,6	86,3	227,2	276,1	244,4	213,6	133,8	40,5	22,3	1071	1040

Основным источником орошения земель западной части Гиссарской долины является р. Варзоб. Длина реки от истока до устья равна 71 км. Ширина реки во время половодья достигает 35-38 м. Площадь водосбора составляет 1270 км². Средний многолетний годовой расход р. Варзоб составляет 46 м³/с. максимальные многолетние срочные расходы в пик половодья на р. Варзоб составляют 732 м³/с, минимальный средний многолетний расход за межень 8 м³/с. Ширина реки в период межени в районе голода сокращается до 3 – 5 м. В период максимального поднятия грунтовых вод (июль – сентябрь) зарегистрировано, что на 73,9 % территории долины они находятся глубже 3 м, на 7,8 % - на уровне 1 – 2 м, на 6,2 % - на глубине 2 – 3 м и на 1,7 % площади ближе 1 м [8, 9, 10, 11].

На территории долины выделяются две обширные области - горная и равнинная. В горных районах Центрального Таджикистана повсеместно распространены трещинные и трещинно-поровые пресные воды. Химический состав подземных вод - гидрокарбонатный кальциевый с минерализацией до 1 г/дм³. Лишь в местах развития загипсованных и соленосных отложений формируются локальные потоки солоноватых и соленых вод. Глубина залегания подземных вод колеблется от нескольких метров до 100-150 м. Наибольшей водообильностью, обычно, характеризуются сильно трещиноватые известняки и граниты. Родники, приуроченные к этим отложениям, отличаются постоянством режима. Дебиты источников достигают 10-15 л/с. В горных районах формируются динамические запасы пресных подземных вод хорошего качества. Эти запасы достигают иногда нескольких сотен кубических метров. Водоснабжение большинства населенных пунктов и промышленных предприятий горных областей базируется на исполь-

зовании подземных вод путем каптажа крупных родников.

Основным гидротехническим сооружением является Большой Гиссарский Канал (БГК). Он был построен на основании Постановления СНК и ЦК (б) Таджикистана № 951, от 9 августа 1939 года и № 605 от 29 июня 1940 г. методом народной стройки (хашара). На строительстве канала работали колхозники из Сурхандарьинской области Узбекистана, 30 тыс. колхозников из 9 районов Гиссарской долины, 400 человек инженерно-технических работников и др. обслуживающих людей. Только объем выемки вручную составил 5 млн. м³ земляных работ. После завершения строительства канала было издано Постановление «Об организации временного управления БГК», впоследствии Гиссарское долинное управление оросительной системы (ГДУОС). По проекту было намечено оросить 15 тыс. га в Таджикистане и 10 тыс. га в Сурхандарьинской области Узбекистана. Как пишут авторы, за весь этот период канал ни разу не был реконструирован, ни капитально отремонтирован и функционирует больше на энтузиазме его эксплуатационного персонала. К сожалению, не сохранился ни первоначальный проект, ни другие технические документы. Сохранились лишь материалы по организации и производству строительных работ, таджикской части Большого Гиссарского Канала. Канал был сдан в постоянную эксплуатацию 12 сентября 1942 года [12, 13, 14].

Большой Гиссарский Канал расположен вдоль Гиссарской долины. Источником воды для БГК является река Варзоб, которая протекает через город Душанбе, носящая здесь название Душанбинка (рис. 1).

Длина Большого Гиссарского Канала составляет 49,3 км. Координатами головного водозаборного узла являются 38°35' северной широты и 68°47' восточной долготы. Головной водозаборный узел рас-

положен на высоте 812,3 м над уровнем моря. Границами объекта являются: с востока – р. Варзоб, с запада – р. Каратаг. Гиссарская оросительная система (ныне структура Агентства мелиорации и ирригации при Правительстве Республики Таджикистан) состоит из четырех районов, 23 гидротехнических участков, которые распределены по районам следующим образом: Турсунзадинский район – 5, Гиссарский район – 7, Рудакинский район – 6 и Вахдатский район – 5. В данной оросительной системе имеются более 200 каналов малых и больших протяжен-

ностей. Их общая длина составляет 3628 км, из которых 1015 км являются хозяйственными распределителями, а 2613 км внутрихозяйственными распределителями. Общая орошаемая площадь системы 24,5 тысяч га, из которых 10 тысяч га составляет земли Денавского района Сурхандарьинской области Республики Узбекистан. Очень важно перед осуществлением модернизации и автоматизации тщательно изучить ее технологическую характеристику и установить особенности эксплуатации, присущие данной системы.



Рис. 1. Водозаборное сооружение БГК

Выводы и рекомендации

1. Гидрологические, почвенные, климатические и другие природные условия зоны Большого Гиссарского Канала (БГК) позволяют наращивать сельскохозяйственное производства и является наиболее благоприятным условием для развития орошаемого земледелия.
2. Техническая документация о состоянии Большого Гиссарского Канала с его основными параметрами (расходы, поперечное сечение, режим работы, состояние сооружений, и др. материалы) в динамике за период его 81-летней эксплуатации почти не имеется. Представленный разрозненный

- материал прежних лет требует полного обновления для серьезной характеристики технического состояния БГК и определения полного объема восстановительных и реабилитационных работ.
3. В настоящее время (2023 год) БГК находится в совершенно запущенном состоянии:
 - Пропускная способность канала составляет не более 25 м³/сек, при пропускной способности, в лучшие годы его эксплуатации 62-65 м³/сек.
 - Все водовыпуски, за исключением немногих находятся в состоянии 100% изношенности.
 - Практически отсутствует необходимая гидрометрическая сеть, некогда намеченная система автоматизации управления каналом так и не осуществилась,
 - современные системы коммуникации и мониторинга за состоянием канала.
 - Зона отчуждения канала с обоих берегов плотно застроена и застраивается, обсажена деревьями, что является препятствием при очистке канала механизмами и потребует дополнительных затрат по вывозу грунта при его капитальной очистке от заиления.
 - Отсутствует медико-биологического контроля за санитарным, химико-биологическим мониторингом качества воды в канале, который продолжает оставаться одним из источников водоснабжения населения.
 4. Необходимо совершенствовать институциональную основу управления Большого Гиссарского Канала на основе принципов интегрированного управления водными ресурсами.

Литература

1. Отчет о НИР за 2006-2010 гг на тему «Исследование вопросов использования оросительных систем в рыночных условиях (на примере Большого Гиссарского канала). ГУ «ТаджикНИИГиМ», ГР№0106ТД421, Душанбе, 2010. 60 с.
2. Пулатов Я.Э. Управление и эффективное использование водных ресурсов. «Водохозяйственная инфраструктура в общей системе управления водными ресурсами» / Монография. ИВПГЭиЭ НАНТ. Душанбе 2021. Часть 2. 133с.
3. Кутеминский В.Я., Леонтьева Р.С. – Почвы Таджикистана - Изд-во: Ирфон, Душанбе, 1966, вып.1, с.45-54.
4. Агроклиматические ресурсы Таджикской ССР, часть 1, Гидромет-издат, Л., 1976, 215 с.
5. Домуллоджанов Х.Д. Гидро модульное районирование и режим орошения культур хлопкового севооборота в хлопкосеющей зоне Таджикистана. –Автореф. диссер. на соиск. уч.степ. д.с.-х.н., Ташкент, 1991. -44с.
6. Пулатов Я.Э. Режим орошения кукурузы в Таджикистане. Душанбе, 1995. -331с.
7. Рекомендации по режиму орошения сельскохозяйственных культур в Таджикистане (часть 1). Душанбе, 1988. -246с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР [Текст] / т. 14. Средняя Азия. Вып. 3. Бассейн р. Амударья. -Л.: Гидрометеиздат, 1971. -359 с.
9. Шульц, В.Л. Реки Средней Азии [Текст] / В.Л. Шульц Части I и II. -Л.: Гидрометеиздат, 1965. -691 с.
10. Георгиевский, В.Ю. Гидрологический режим и водные ресурсы [Электронный ресурс] / З.А. Георгиевский, А.Л. Шалыгин // [http:// downloads.igce.ru /publications/metodi_ocenki/02.pdf](http://downloads.igce.ru/publications/metodi_ocenki/02.pdf)
11. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик [Текст] / - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 448 с.
12. Материалы по организации и производству строительных работ Таджикской части Большого Гиссарского канала (начальник и главный инженер строительства БГК – Свириденко Н.Д.), г. Сталинабад, 1940 г., - 97с.
13. Пояснительная записка к проектному заданию по сбросным сооружениям на Таджикской части Большого Гиссарского канала. Наркомводхоз Таджикской ССР. (ст. инженер Запольский), Сталинабад, 1941 г. 45с.
14. Алиев К., Одинаев С. «Сарчашмаи файзу саодат», Душанбе, 2001 г., - 227 с.

ХУСУСИЯТҲОИ ШАРОИТИ ГИДРОЛОГӢ ВА ХОКӢ-ИҚЛИМИИ МИНТАҚАИ КАНАЛИ КАЛОНИ ҲИСОР (ККХ)

Пулатов Я.Э., Раҳматов Э.Н.

Аннотатсия: Дар мақола натиҷаҳои омӯзиши шароити гидрологӣ, хокӣ, иқлимӣ ва дигар шароити табиӣ минтақаи Канали Калони Ҳисор (ККХ) оварда шудааст ва ин хусусиятҳои иқтисодии биоиклимӣ водии Ҳисорро тавсиф менамояд. Методикаи ҳисоб кардани меъёри обёрии зироатҳои кишоварзӣ ва маводҳо оид ба нишондодҳои ККХ оварда шуда, барои бехтар намудани кори он тавсияҳо дода шудаанд.

Калидвожаҳо: Гидрология, хок, иқлим, обгиранда, суръати обёрӣ, истифодаи об, системаи обёрӣ.

FEATURES OF HYDROLOGICAL AND SOIL-CLIMATIC CONDITIONS OF THE GREAT GISSAR CANAL (BGC) ZONE

Pulatov Ya.E., Rakhmatov E.N.

Abstract: The article presents the results of studying the hydrological, soil, climatic and other natural conditions of the Great Gissar Canal (GGC) zone, and provides data characterizing the features of the bioclimatic potential of the Gissar Valley. The methodology for calculating the irrigation rate of agricultural crops is outlined, materials on the characteristics of the BGK are provided, and recommendations are given for improving the operation of the BGK.

Key words: Hydrology, soil, climate, water intake, irrigation rate, operation, irrigation system.

Сведения об авторах: Пулатов Яраш Эргашевич – иностранный член Академии наук России, заслуженный деятель науки и техники Российской Академии Наук Естественных наук, профессор Академического Союза ОКСФОРД (Великобритания), доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом инновационных технологий Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. E-mail: tj_water@mail.ru тел: 992 111177556; Рахматов Эмомали Наджмиддинович – докторант PhD Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ. E-mail: emomali_rahmatov@mail.ru