

DOI: 10.26104/NNTIK.2022.59.41.012

*Раимбеков Б.Д., Ерохин С.А., Чонтоев Д.Т., Усупаев Ш.Э.***КЫРГЫЗСТАНДЫН ЧУЙ АРАЛЫК ОЙДУНУНДА ЖЕР АСТЫНДАГЫ СУУЛАРДЫН ДЕҢГЭЭЛИН КӨТӨРҮҮДӨН ГЕОТОБОКЕЛДИКТЕРДИН ТИПТЕШҮҮСҮ***Раимбеков Б.Д., Ерохин С.А., Чонтоев Д.Т., Усупаев Ш.Э.***ТИПИЗАЦИЯ ГЕОРИСКОВ ОТ ПОДЪЕМА УРОВНЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЧУЙСКОЙ МЕЖГОРНОЙ ВПАДИНЕ КЫРГЫЗСТАНА***B. Raiymbekov, S. Erokhin, D. Chontoev, Sh. Usupaev***TYPING OF GEORISKS DUE TO GROUNDWATER LEVEL RISE IN THE CHUI INTERMOUNTAIN DEPOSIT OF KYRGYZSTAN**

УДК: 556.53 (575.2)

Типтеширүү максатында суу каптоодон геотобокелдиктердин пайда болуу факторлоруна талдоо жүргүзүлгөн. Жер астындагы суунун деңгээлинин жогору көтөрүлүү процессерине мониторинг жүргүзүү үчүн өкүлчүлүк участкалор аныкталып, жер астындагы суунун деңгээлинин өзгөрүшүнүн синхронизмине ылайык суу каптаган аймактарды типтеширүү жүргүзүлдү. Жер астындагы суулардын деңгээлинин өзгөрүшүнө байкоо жүргүзүү үчүн скважиналарды жайгаштыруу сунуш кылынган суу каптаган аймактардын 8 түрү аныкталган. Режимдик тармактын мониторингдик скважиналарын түздөн-түз калктуу конушка же анын жанына жайгаштыруу сунуш кылынган, бул жер астындагы суулардын деңгээлинин өзгөрүшүнө инструменталдык мониторинг жүргүзүү аркылуу инженердик-чарбалык суу чарбачылыгынын жергиликтүү таасиринен улам региондук жана жергиликтүү гидрогеологиялык кырдаалдарды аныктоого мүмкүндүк берет. Суу каптаган аймактардагы геотобокелдиктер жер астындагы суулардын тереңдигине жана жер шартына жараша сейсмикалык интенсивдүүлүктүн өсүшүнүн таасири менен тыгыз байланышта.

**Негизги сөздөр:** мониторинг, типтеширүү, суу каптоо, жогорку деңгээл, жер астындагы суулар, суулардын көтөрүлүшү, геотобокелдиктер, тектоникалык тоскоолдуктар, чыгуу, режим.

Проведен анализ факторов формирования георисков от подтопления в целях их типизации. Выявлены репрезентативные участки для организации мониторинга процессов высокого подъема уровня подземных вод и проведена типизация участков подтопления по синхронности колебания уровня грунтовых вод. Выделены 8 типов участков подтопления, на которых рекомендовано размещение скважин для наблюдений за колебаниями уровня подземных вод. Рекомендуется размещать наблюдательные скважины режимной сети непосредственно в населенном пункте, или вблизи него, что позволит посредством инструментального мониторинга колебаний уровня подземных вод выявить региональную и локальную гидрогеологические ситуации, обусловленные местными воздействиями инженерной и хозяйственной и водохозяйственной деятельности человека на баланс поверхностных и подземных вод. Геориски на территориях подтопления, тесно связаны с эффектом приращения сейсмической балльности, в зависимости от глубины залегания подземных вод и грунтовых условий.

**Ключевые слова:** мониторинг, типизация, подтопление, высокий уровень, подземные воды, подъем воды, геориски, тектонические барьеры, выклинивание, режим.

An analysis of the factors of formation of georisks from flooding

was carried out in order to typify them. Representative sites were identified for monitoring the processes of high groundwater level rise and typification of flooded areas was carried out according to the synchronism of groundwater level fluctuations. 8 types of flooded areas have been identified where it is recommended to place wells for monitoring groundwater level fluctuations. It is recommended to place monitoring wells of the regime network directly in the settlement, or near it, which will allow, through instrumental monitoring of groundwater level fluctuations, to identify regional and local hydrogeological situations due to local impacts of engineering and economic human water management activities on the balance of surface and groundwater. Georisks in flooded areas are closely related to the effect of seismic intensity increment, depending on the depth of groundwater and ground conditions.

**Key words:** monitoring, typing, flooding, high level, groundwater, water rise, georisks, tectonic barriers, wedging, regime.

**Введение.** Функции воды гидридной Земли, проявляются на самых различных глубинах литосферы и наиболее негативно воздействует на сейсмическую безопасность жилых домов и сельскохозяйственных земель непосредственно на поверхности земной коры, в зонах активного взаимодействия поверхностных и подземных вод, где подтопления [1-4, 11].

Подтоплением охвачены значительные площади в Чуйской впадине. На подтопленных территориях уровень подземных вод поднимается от 5 метров почти к земной поверхности на глубину от менее 3 м и почти до 0 м. Роль тектонического фактора становится определяющей на тех участках, где на пути движения подземных вод встают тектонические барьеры или «тектонические валь», в виде непроницаемых скальных пород палеозойского возраста. Подземные потоки упираются в эти барьеры и не имея выхода выклиниваются на поверхность, образуя обширные участки подтопления и заболачивания. Так образуются в Чуйской впадине Токмакские болота перед Токмакским тектоническим валом, Миянфанский и Джангиджерский участки подтопления перед тектоническими валами Георгиевским и Саргоу (рис. 1). В Таласской впадине благодаря тектоническим барьерам образуются Аманбаевский (рис. 2), Джоон-Дёбё-Джийде-Суулу-Маймакский,

Уч-Эмчек-Аральский, Кёпюрё-Базарский и Талды-Булакский участки подтопления. Литологический фактор определяет водонасыщенность и водопроницаемость горных пород, которые обуславливают накопление и сток подземных вод на различных участках земной коры. Водоупорные или слабопрони-

цаемые породы играют роль барьеров на пути движения подземных потоков, что и тектонические вали, но формирование их связано не с тектоникой, а процессами аллювиально-пролювиального осадкообразования и получили название литологических барьеров, в отличие от тектонических [1-4].

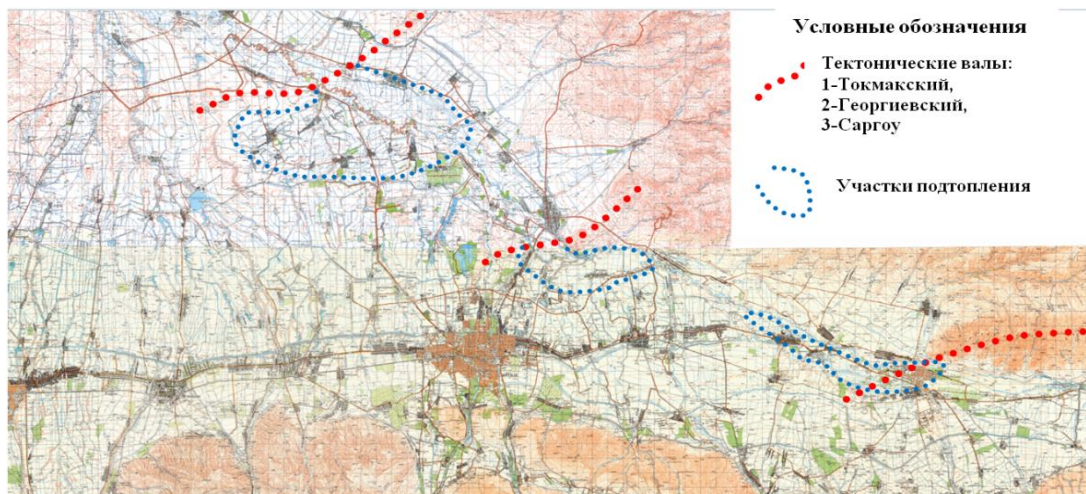


Рис. 1. Карта-схема участков подтопления территории Чуйской впадины перед тектоническими валами: 1 - Токмакским; 2 - Георгиевским; 3 – Саргоу.

Поэтому они получили название литологических барьеров, в отличие от барьеров тектонических. Наиболее распространенным литологическим барьером является суглинистый барьер подгорных равнин. Он представляет собой толщу песчано-суглинистых отложений с прослоями гравия, слагающих периферию шлейфа аллювиально-пролювиальной предгорной равнины. В Чуйской впадине литологический фактор играет определяющую роль в формировании целой полосы подтопления, состоящей из слившихся Кантского, Бишкекского, Сокулукского, Беловодского, Кара-балтинского и Каиндского участков подтопления. На участках разгрузки подземных вод вдоль региональных и местных дрен наблюдаются подтопление и заболачивание. Особенно широкая полоса подтопления протягивается вдоль реки Чу. В районе Токмакских болот она имеет ширину 4-5 км. Затем она сужается до 2-3 км, а в районе села Камышановка вновь расширяется до 3-4 км. Несколько меньше (1-2 км) ширина полосы подтопления вдоль современной долины реки Талас. Она расширяется до 3 км только на участке Кировского водохранилища, которое подпитывает подземный поток и способствует подтоплению прибрежных участков [1-4, 9-10].

К естественным источникам относятся:

- 1) атмосферные осадки;
- 2) приток поверхностных вод по горным рекам гидрологический;

3) приток воды подземным путем с соседних участков, а также подток напорных вод из нижних водоносных горизонтов.

В зависимости от питания подземных вод гидрогеологический фактор подразделяется на три составляющие его подфактора:

- 1) *инфильтрационный* – просачивание атмосферных осадков через грунт и пополнение подземных водоносных горизонтов;
- 2) *гидрологический* – питание подземных вод из горных рек и ручьев;
- 3) *собственно гидрогеологический* – фильтрация подземных вод из соседних участков и подпитывание их из глубоких горизонтов.

Для определения роли каждого из 3-х вышеперечисленных подфакторов на активность процесса подтопления, в рамках данной работы, была проведена оценка зависимости подъема уровня подземных вод по скважинам на участках подтопления:

- 1) от количества атмосферных осадков, зафиксированных на метеостанциях Токмок, Бишкек, Беловодское, Кара-Балта;
- 2) от расходов воды в горных реках Ала-Арча, Аламедин, Сокулук, Карабалта, Ак-Суу.

Для оценки влияния 3-го подфактора был проведен анализ карты гидроизогипс и карты напоров подземных вод в зоне подтопления Чуйской впадины, построенных в 2013 году [1-4].

Посредством этого фактора характеризуется влияние на процесс подтопления атмосферных осадков. При этом имеется в виду не столько те осадки, которые выпадают непосредственно на площади участка подтопления, сколько осадки, выпадающие на территорию всей впадины. Для оценки степени этого влияния были рассчитаны коэффициенты корреляции, отражающие тесноту связи между, с одной стороны, годовым количеством осадков на метеостанциях Токмак, Бишкек, Беловодское, Кара-Балта, с другой стороны, среднегодовыми уровнями воды в скважинах региональной режимной сети.

1. Связь среднегодовых уровней подземных вод с годовой суммой атмосферных осадков определялась по 30-ти скважинам и 4-м метеостанциям. Только в 6-ти скважинах коэффициент корреляции был равен или выше 60%.

2. Наиболее тесная связь наблюдается на метеостанции Жаны-Жер – по трем скважинам коэффициент корреляции превышает 60%, по метеостанции Токмак – 2 такие скважины, по Кара-Балта – 1 скважина; по метеостанции Бишкек связи не выявлено.

3. Причина низкой корреляции колебаний уровня в наблюдательных скважинах с атмосферными осадками, зарегистрированными на вышеперечисленных метеостанциях, заключается во влиянии факторов, определяющих глубину залегания уровня подземных вод.

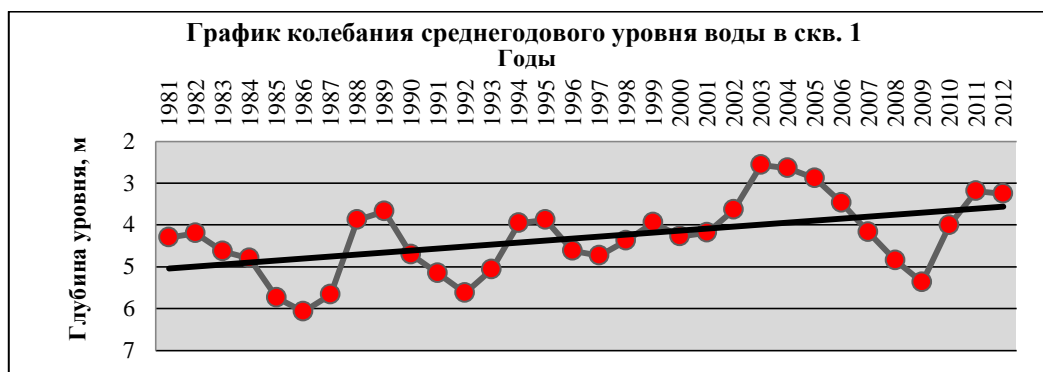
Наиболее наглядным примером влияния расхода горной реки на активность процесса подтопления является зависимость площади подтопления участка Токмак от расхода воды в естественном русле реки

Чу. Восточнее города Токмак долина реки Чу заполнена мощной (600-700м) толщей хорошо водопроницаемых валунно-галечников и гравийно-галечников. Почти вся вода реки Чу фильтруется в эту толщу и формирует подземный поток, который в своем движении на запад, вниз по долине реки Чу, встречает водонепроницаемый барьер, в виде Токмакского тектонического вала (рис. 2) и выклинивается на земную поверхность, образуя обширный Токмакский участок подтопления, так называемые, Токмакские болота. Зона формирования подземного потока, восточнее города Токмак получила название провальной зоны. Чем больше расход реки Чу, тем больше приток в подземный горизонты и тем больше площадь выклинивания подземных вод на Токмакском участке подтопления [1-8].

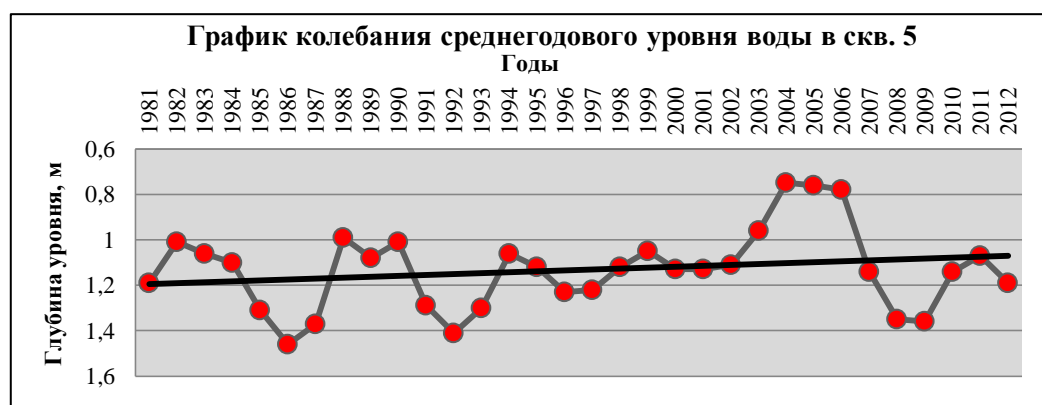
Расход реки Чу зависит, в основном, от объема сбросов воды из Орто-Токойского водохранилища. Анализ графиков на рисунке 3-а и 3-б и показывают тесную связь между объемами сбросов воды из водохранилища и подъемами уровня подземных вод в наблюдательных скважинах на Токмакском участке подтопления. После anomalно больших объемов сброса воды из Орто-Токойского водохранилища в 1988, 1993, 1998 и 2003 годах следует подъем уровня воды в наблюдательных скважинах: 1 и 5 в 1988-1989, 1993-1994, 1998, 2003-2004 гг. Пик своего подъема уровень подземных вод достигает через 6-8 месяцев после пика сброса. На рисунке 3 представлен «График колебания среднегодового уровня подземных вод на Токмакском участке подтопления по скважине 1 и скважине 5» [1-4].



Рис. 2. Карта-схема для снижения риска подтопления в городе Токмак был построен обводной канал, посредством которого вода реки Чу отводилась от провальной зоны.



а. Скважина 1.



б. Скважина 5.

**Рис. 3.** График колебания среднегодового уровня подземных вод на Токмакском участке подтопления по скважине 5.

Годовые объемы сброса воды из Орто-Токойского водохранилища, млн. м<sup>3</sup> жирным шрифтом выделены максимальные объемы сброса воды из Орто-Токойского водохранилища. Случай с Орто-Токойским водохранилищем, как пример тесноты связи расходов рек с активностью процесса подтопления, почти не повторяется на других реках. Только по одной скважине, из 11 расчетных, наблюдается сравнительно высокий (63%) коэффициент корреляции между среднегодовыми расходами реки Кара-Балта и среднегодовыми уровнями воды в скважине 154, что связано с значительным влиянием на колебания уровня подземных вод других факторов [1-4].

**Собственно гидрогеологический подфактор** отражает водоприток в подземные горизонты по двум направлениям: горизонтальному и вертикальному. Какая из составляющих водопритока является преобладающей? От местоположения участка подтопления на подгорной равнине зависит преобладание в подземном водопритоке горизонтальной или вертикальной составляющей. На основе анализа карты напоров Чуйской впадины установлено, что горизонтальная составляющая

преобладает на тех участках подгорной равнины, где напор подземных вод не превышает уровень земной поверхности. Нулевая линия равных напоров разделяет подгорную равнину на два типа участков:

1) первый - участки подтопления, где колебания уровня подземных вод зависят, в основном от подземного водопритока со стороны подгорного шлейфа и стока в форме выклинивания в долины «Карасу». На этих участках пьезометрический уровень находится на глубинах более нуля и отражается на карте напоров изолиниями 5 и 10 м.;

2) второй - участки подтопления, где колебания уровня подземных вод зависят, в основном от вертикального притока воды из глубоких горизонтов и её оттока в форме испарения через земную поверхность. На таких участках пьезометрический уровень подземных вод отражается на карте напоров линиями +5 и +10. Участки второго типа занимают срединное положение на подгорной равнине между зоной выклинивания «Карасу», протягивающейся полосой вдоль нижней границы предгорного шлейфа и зоной влияния региональной дрены подземных вод Чуйской впадины, протягивающейся вдоль современной долины реки Чу. На

гидрогеологическом участке Сретенка (рис. 4) наблюдательные скважины (1-с, 2-с, 3-с, 4-с, 5-с, 6-с) находятся в зоне высоких напоров от +5 до +10 м. Пики подъёмов уровня на графиках среднемесячных колебаний уровня подземных вод в скважинах приходятся на апрель, реже март, а периоды макси-

имальной глубины уровня на сентябрь, реже октябрь (рис. 3). На участках с преобладанием горизонтальной составляющей в питании подземных вод, режим колебания приближается к естественному, с пиками подъема уровня в июле-августе (рис. 4) [1-4].



Рис. 4. Карта гидроизогипс и глубин залегания подземных вод на участке Сретенка.

Условные обозначения:

2С ●

0,15- скважина. Цифры: вверху-номер скважины, справа-абсолютная отметка

813,5 максимально высокого многолетнего уровня подземных вод, внизу- его абсолютная отметка, м;

600 ~ - линия гидроизогипсы и её высота, м;

2,0 - - изолиния глубины залегания и её глубина, м, относительно поверхности земли.

От характера подземного водопритока зависит морфология участков подтопления. Участки подтопления, где преобладает горизонтальная составляющая водопритока, расположены по поймам и низким до 2 м, надпойменным террасам современных долин горных рек и водотоков «Карасу» [1-8].

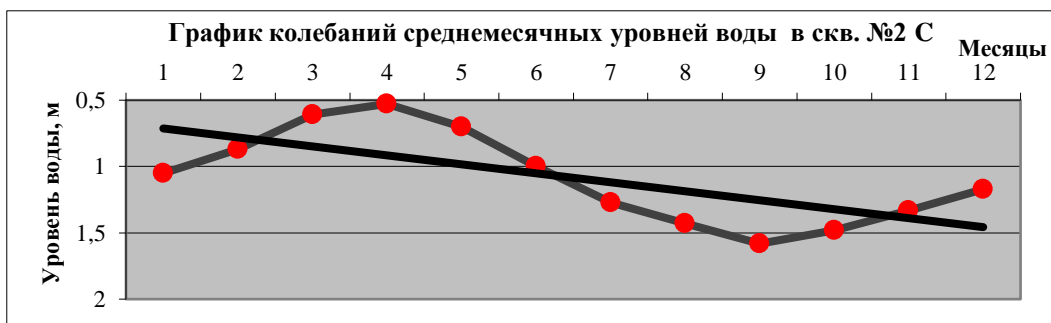
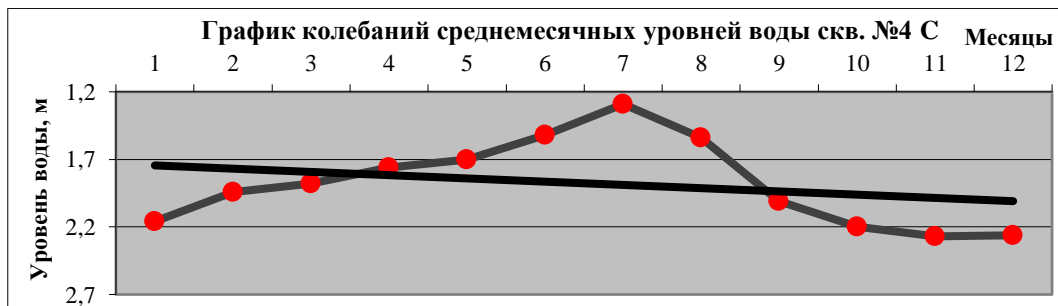


Рис. 5. На напорных участках подтопления пик подъема уровня подземных вод приходится на март-апрель.

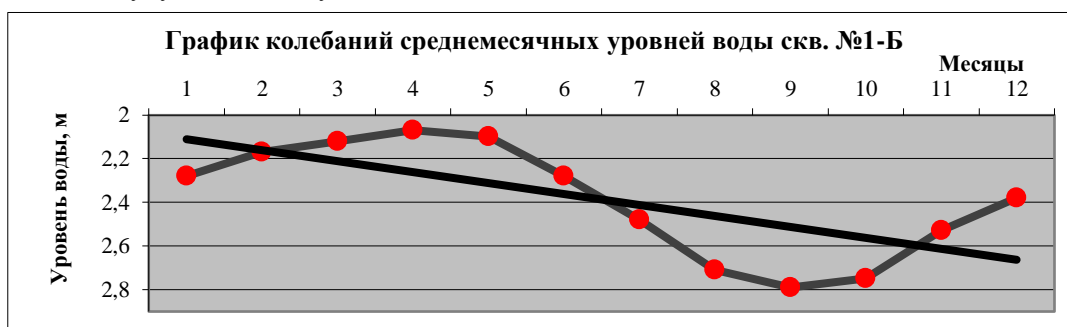


**Рис. 6.** На безнапорных участках подтопления пик подъема уровня подземных вод приходится на июль.

Почти все эти участки имеют долготное протяжение вдоль русел рек и «Карасу», водоразделы между которыми не являются участками подтопления, так как имеют глубину залегания более 3 м. Исключение составляет участок подтопления севернее сел Военно-Антоновка и Новопавловка. Он имеет широтное протяжение, обусловленное подпором потока подземных вод каналом БЧК. Этот же участок протягивается вдоль канала БЧК далее на восток до села Красная речка. Глубина его отдельных участков изменяется: с запада на восток: исчезают или переходят в долготные участки глубиной 0,5-1 и 1-2 м., а преобладающими становятся участки глубиной 2-3 м. [1-8].

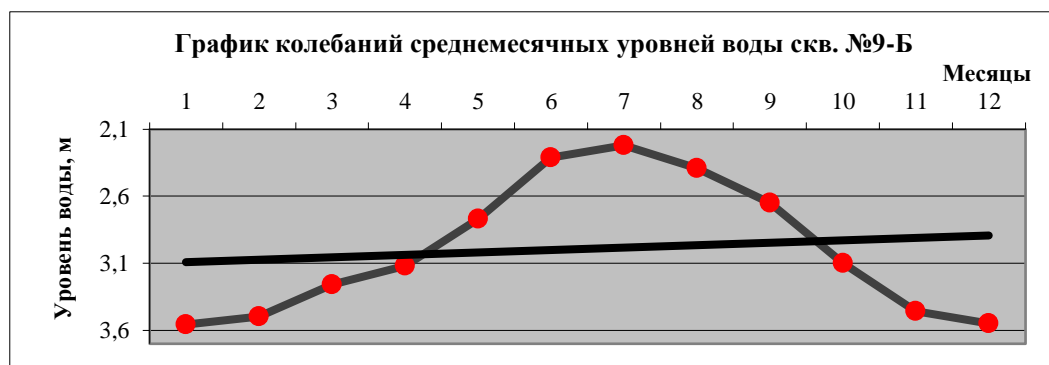
Участки подтопления, где главную роль в подземном притоке воды играет вертикальная составляющая, охватывают обширные площади подгорной равнины между зоной выклинивания и пологоволнистыми внутри-впадинными поднятиями Шарго и Саргоу. Большую площадь они занимают в западной части Чуйской впадины. Здесь расположен обширный Чалдовар-Жайыльский участок подтопления, переходящий восточнее в Сретенский и Чат-Кельский участки подтопления. На водоразделах между участками глубина залегания

уровня подземных вод составляет 2-3 м и более 3 м. На всех трех вышеперечисленных участках преобладают площади с глубиной залегания уровня подземных вод от 0,5 до 1 м. В процессе хозяйственной деятельности человек способствует их искусственному скоплению на этих участки больших объемов воды, или строительства различных хозяйственных объектов, затрудняющих или препятствующих стоку этой воды. При подаче воды к объектам орошения, из каналов и арыков теряется значительная часть воды, наполняет приповерхностный горизонт подземных вод, приводит к подъему её уровня выше 3 м от поверхности земли и способствует расширению площади участков подтопления. Для оценки величины подъема был выбран участок канала БЧК, на его протяжении в пределах г.Бишкек, между Карагачевой рощей и руслом р. Ала-Арча. На участке были пробурены 5 скважин: скважина № 1-Б, была расположена выше (южнее) канала, и 4-е скважины, №2-Б, 9-Б, 11-Б, 12-Б, ниже (севернее) канала (рис. 7). С 2008 по 2012 гг., по скважинам проведены режимные наблюдения, данные по которым показали следующее [1-4, 7]:

**Рис. 7.** Пик подъема уровня приходится на апрель, в мае начинается спад.

По скважине №1-Б (рис. 7) влияние канала не проявляется, так как пик подъема уровня приходится на середину апреля, когда воды в канале БЧК еще нет. Она начинает подаваться в конце апреля, начале мая [1-4].

2) по скважинам №2-Б, 9-Б, 11-Б, 12-Б подпитывание со стороны канала отчетливо проявляется по пикам подъема уровней в июле (рис. 8) [1-4].



**Рис. 8.** Пик подъема уровня приходится на июль, в августе начинается спад.

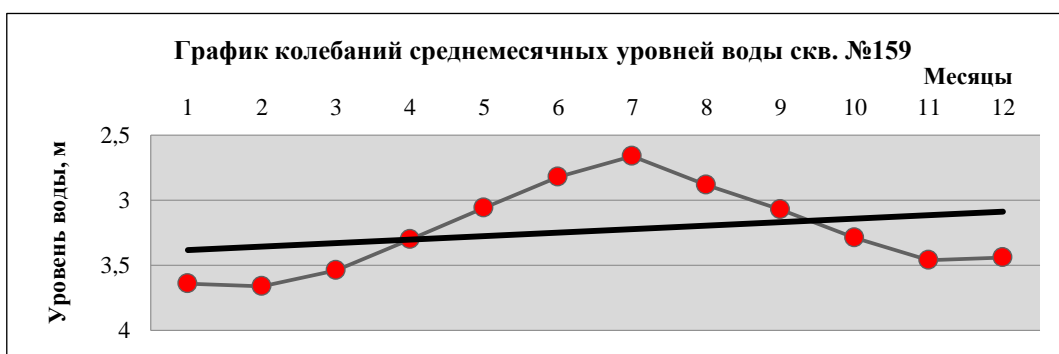
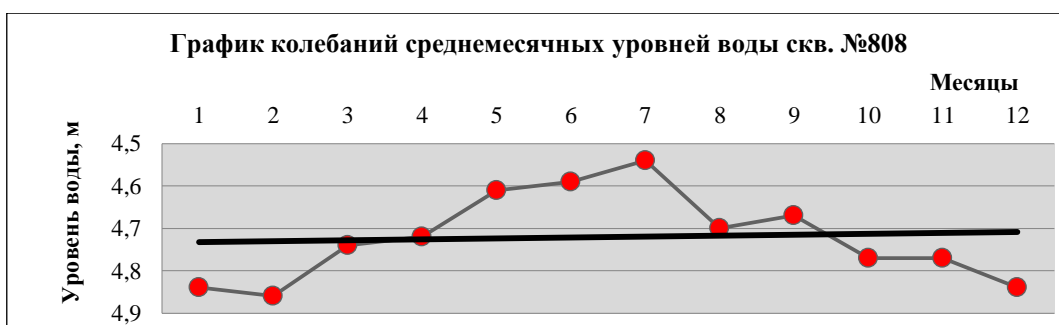
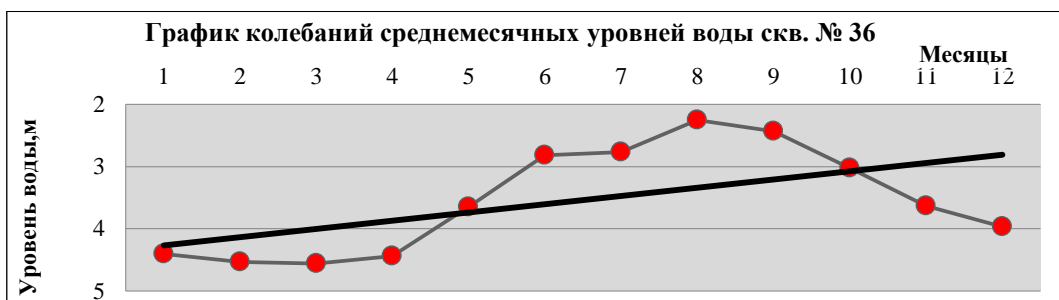
3) величина подъема уровня от подпитывания со стороны канала составляет 0,8-0,9 м. (при сравнении глубин залегания уровней на пиках их подъемов в скв. №1 и скважинах №2-Б, 11-Б и 12-Б).

Значительная часть поливной воды, поступающая на поля, сады и огороды, фильтруется через почвенно-растительный слой и пополняет поверхностный водоносный горизонт, способствуя этим подъёму уровня подземных вод и подтоплению.

Большая часть равнинной территории Чуйской впадины, занятая орошаемыми полями, подтоплена. Наиболее показательны в этом отношении Джанги-

Джерский (скв. 159, рис. 9; 808, рис. 10), Милянфаский (скв. 36, рис. 11; 37, рис. 12), Ставрополовский (скв. 117, рис. 13), Бишкекский (196, рис. 14) участки подтопления. Наблюдательные скважины на орошаемых площадях показывают подъем уровня подземных вод в августе-сентябре, что связано потерями поливной воды в летние месяцы [1-4, 6, 8].

В состав этого фактора входит ряд подфакторов, отличающиеся один от другого состава и строением препятствий, затрудняющих сток подземных вод:

**Рис. 9.** График колебаний среднемесячных уровней воды скв. 159 с пиком подъема в июле.**Рис. 10.** График колебаний среднемесячных уровней воды скв. 808 с первым пиком подъема в июле, вторым в сентябре.**Рис. 11.** График колебаний среднемесячных уровней воды скв. 36 с пиком подъема в августе-сентябре.

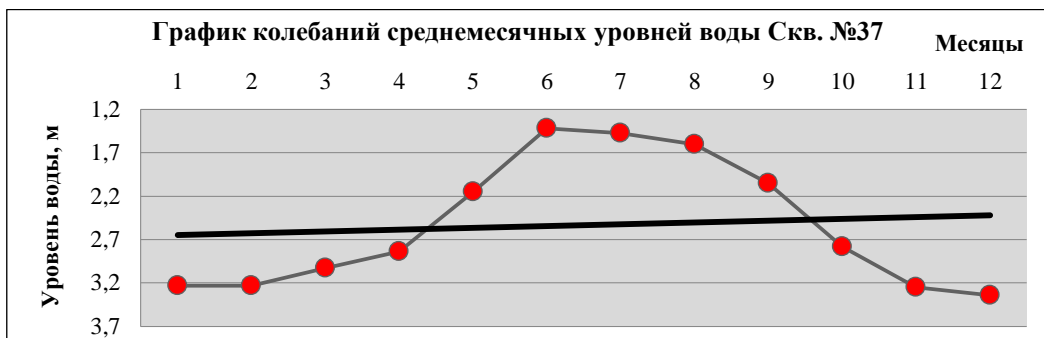


Рис. 12. График колебаний среднемесячных уровней воды скв. 37 с пиком подъема в июне-августе.

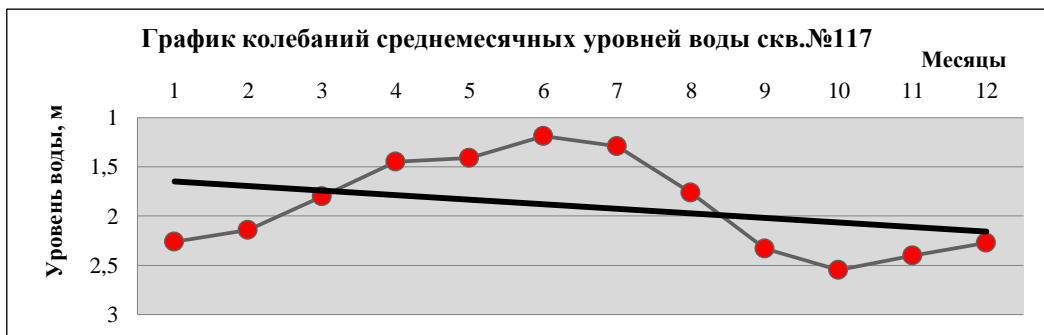


Рис. 13. График колебаний среднемесячных уровней воды скв.117 с пиком подъема в июне-июле

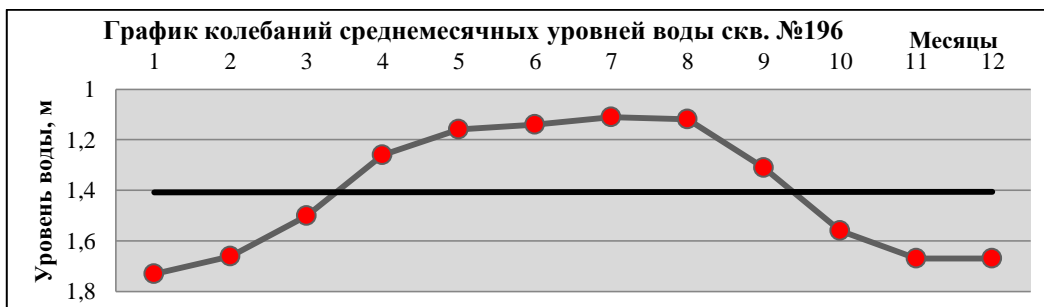


Рис. 14. График колебаний среднемесячных уровней воды скв.196 с пиком подъема в мае-августе.

- 1) эффективность работы коллекторно-дренажной сети;
- 2) подпор подземных потоков крупными водоканалами;
- 3) подпор подземных потоков водохранилищами;
- 4) подпор подземных потоков автодорогами.

В значительной мере положение уровня подземных вод на конкретных участках местности зависит **от эффективности работы коллекторно-дренажной сети**. Хорошо работающая дрена, проложенная в нужном месте, в нужном направлении, имеющая необходимую глубину может понизить уровень подземных вод на 0,5-1,5 м вдоль полосы шириной 200-300 м. Поэтому, прежде чем начинать на участках подтопления какую-либо хозяйственную деятельность строилась коллекторно-дренажная система

(КДС), которая для поддержания эффективности своей работе регулярно очищалась и углублялась. В последние 20 лет профилактических работ по ремонту и профилактике КДС почти не проводилось, что привело к её разрушению и засорению. В результате произошло ухудшение оттока подземных вод с участков подтопления по коллекторно-дренажной сети. Уровень подземных вод поднялся почти до поверхности земли, площадь участков подтопления значительно расширилась. Примером эффективной работы может служить русло реки Тукачинки, правого истока реки Красной (рис. 15). Русло врезано в поверхность раннеголоценовой поймы реки Чу на глубину 2-3 м и дренируют подземные воды между улицами Ленина и Зеленая. Вдоль русла протягивается полоса местности с глубиной залегания подземных вод 1-2 м. Продолже-



ние этого русла восточнее улицы Горького в виде построенного в 2004 году глубокого канала с хорошо закрепленными бортами также дала хорошие результаты. Понижение уровня составило 1-1,5 м. Менее эффективно работает коллекторно-дренажная сеть в других частях г. Токмок и с. Чуй. т.к. она засорена, а во многих местах искусственно перекрыта и застроена [1-4].

Еще одним важным подфактором, затрудняющим сток подземных вод с участков подтопления, является *подпор подземных потоков крупными водоканалами*, типа Большого Чуйского канала (БЧК), или Атбашинского канала. Каналы на более или менее длинных участках своего протяжения, пересекают потоки подземных вод, почти перпендикулярно направлению их движения. За счет инфильтрации оросительных вод через борта и днище канала, под ним создается свой подземный поток, гидравлически тесно связанный с поверхностной водой в канале [1-4].

Через этот искусственный подземный поток гидростатическое давление передается в боковые стороны от канала, и навстречу естественному потоку подземных вод, тем самым препятствуя его движению.

Крупные каналы становятся барьерами на пути движения естественных потоков, что приводит к появлению и расширению участков подтопления выше каналов по движению естественных потоков подземных вод. Участки подтопления формируются не только выше водоканалов по течению подземного потока, но и ниже их, благодаря дополнительному поступлению воды, просачивающейся через их колебания среднемесячного уровня подземных вод по скважине №777 (рис. 16), расположенной в 0.5 км ниже канала БЧК. На графике отмечается резкий подъем уровня в апреле, когда в канал БЧК подается вода [1-4].

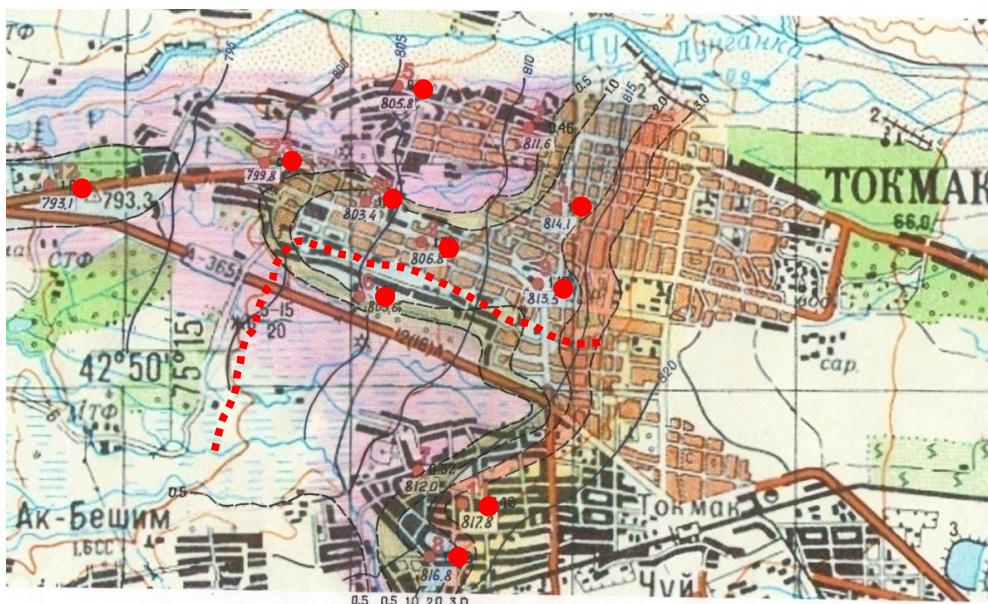


Рис. 15. Карта гидроизогипс и глубин залегания подземных вод на участке г. Токмак.

Условные обозначения:

- 1.17 - скважина. Цифры: сверху-номер скважины, внизу-абсолютная отметка
- 813,5 - максимально высокого многолетнего уровня подземных вод, м;
- Справа-глубина залегания максимально высокого многолетнего уровня подземных вод, м.
- 810 - линия гидроизогипсы и её высота, м;
- 0,5 - изолиния глубины залегания подземных вод и её глубина, м, относительно поверхности земли.
- дрена Тукачинка.

Подъем продолжается до августа, затем происходит спад и снова подъем, обусловленный подпитыванием подземных горизонтов поливными водами. Второй подъем продолжается до декабря и ее величина не меньше, чем в июле. Хорошо проявляется влияние канала БЧК на формирование участков подтопления в г. Бишкек. На карте гидроизогипс и глубин залегания подземных вод (рис. 17) видно, как выше (южнее) канала БЧК, вдоль

него протягивается участок подтопления, на котором глубина залегания уменьшается по приближению к каналу от 3 до 0,5 м [1-4].

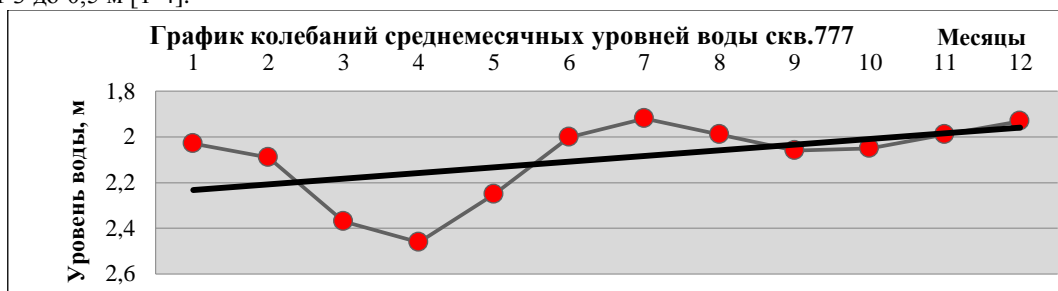


Рис. 16. Подъем уровня воды начинается после подачи воды по каналу БЧК.

Ниже (севернее) канала характер протяжения участков подтопления становится долготным. Участки с глубиной залегания подземных вод 3-2 м, 2-1 м, 1-0,5 м. формируются у нижней (северной) стороны канала БЧК и протягиваются вниз по подгорной равнине перпендикулярном каналу [1-4].

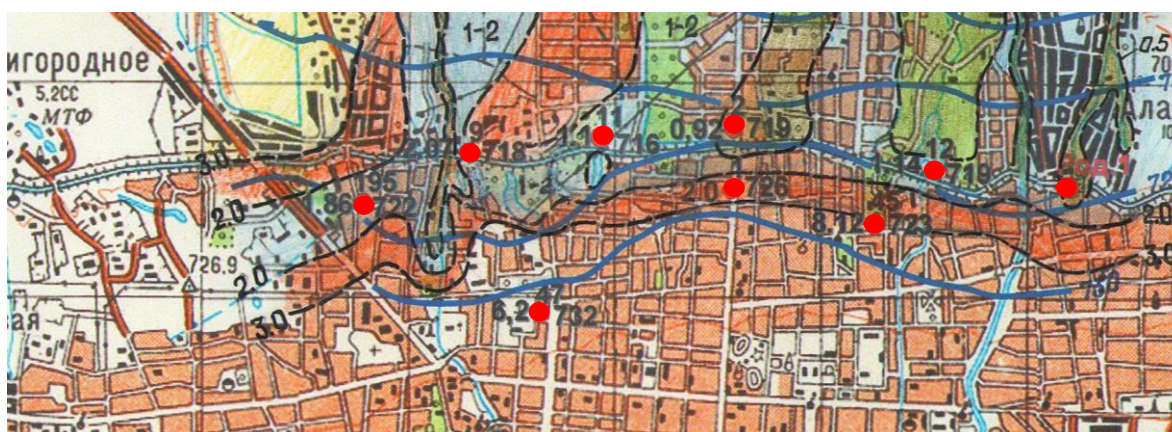


Рис. 17. Карта гидроизогипс и глубин залегания подземных вод вдоль канала БЧК в пределах г. Бишкек.

**Условные обозначения:**

● 0,92 719-скважина. Цифры: сверху-номер скважины, справа-абсолютная отметка максимально высокого многолетнего уровня подземных вод, м; слева-глубина залегания максимально высокого многолетнего уровня подземных вод, м.

600 — линия гидроизогипсы и её высота, м;

2,0 - - - - - изолиния глубины залегания и её глубина, м, относительно поверхности земли.

**Выводы.** Факторы, обуславливающие развитие процесса подтопления: тектонический, литологический, гидрогеологический, гидрологический, ирригационный, атмосферные осадки. В зависимости от влияния каждого фактора и их соотношения участки подтопления делятся на восемь типов:

1. Первый тип – это участки подтопления, они образовались на днищах межгорных впадин перед проранами в их горном обрамлении.

2. Второй тип – подтопление обусловлено подпором потока подземных вод тектоническими валами.

3. Третий тип – обусловлен затрудненностью стока, связанного с изменением литологии водовмещающих пород, и выклиниванию воды на поверхность земли в виде родников с местным названием «Карасу».

4. Четвертый тип – подтопление обусловлено подпором потока подземных вод водами озер (озеро Иссык-Куль) или водохранилищ Кировское водохранилище в Талаской впадине.

5. Пятый тип – подтопление, которое обусловлено большим водоприток в подземные горизонты, весенними половодьями на горных реках Чу, Талас, Тюп, Джергалан или искусственным сбросом воды из Орто-Токойского водохранилища по реке Чу.

6. Шестой тип – подтопление обусловлено подпором потока подземных вод искусственными сооружениями: автодорогами, водоканалами, например выше Атбашинского канала, или БЧК или автотрассы Бишкек-Каракол.

7. Седьмой тип – подтопление связано со значительным искусственным водоприток в

подземные горизонты путем фильтрация воды из каналов, например из канала БЧК в Бишкеке, или из Атбашинского канала выше Джангиджерского участка подтопления.

8. Восьмой тип – подтопления, в которых формирование и развитие обусловлено бесконтрольным обильным орошением полей путем площадной заливки сельхозугодий, это Милянфанский и Джангиджерский участки подтопления.

#### Литература:

1. Биденко З.С., Ерохин С.А. Оценка опасности подтопления территории Кыргызстана в 2011г. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. Издание восьмое с изменениями и дополнениями. - Б., МЧС КР, 2011. - С. 614-617.
2. Биденко З.С., Ерохин С.А. Прогноз активности процессов подтопления в Кыргызстане на 2012 год. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. Издание девятое с изменениями и дополнениями. - Б., МЧС КР, 2012. - С. 605-609.
3. Григоренко П.Г., Иманкулов Б., Талипов М.А. Гидрогеолого-мелиоративное районирование Чуйской межгорной впадины. / Сб. Региональная гидрогеология и инженерная геология Кыргызской ССР. – Фрунзе: Илим, 1981. - С. 27-41.
4. Ерохин С.А. Биденко З.С., Звягин В.В. Типизация участков подтопления и возможность прогнозирования их площади на территории Кыргызской Республики. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. Издание 7 с изменениями и дополнениями. - Б., МЧС КР, 2010. - С. 606-617.
5. Иманкулов Б.И. Генетические типы режима уровня грунтовых вод Чуйской впадины. Сб. Региональная гидрогеология и инженерная геология Кыргызской ССР. - Фрунзе: Илим, 1981. - С. 41-51.
6. Иманкулов Б.И. Гидрогеология орошаемых массивов Чуйской впадины. - Фрунзе: Илим, 1984. - 149 с.
7. Ирригация Киргизии в проектах и объектах. - Т.1. - Фрунзе, 1990. - 455 с.
8. Морозов А.Н. Площадная оценка величины вертикального подпитывания грунтовых вод нижележащими водоносными горизонтами. Сб. Региональная гидрогеология и инженерная геология Кирг. ССР. Фрунзе: Илим, 1981. - С. 59-71.
9. Чедия О.К. Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1986. - 314 с.
10. Шульц С.С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня. - Москва, 1948. - 221 с.
11. Усупаев Ш.Э. Инженерная геонимия функции воды гидридной Земли. / «Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. - № 3, Бишкек. – 2018. - С. 35-40.
12. Усупаев Ш.Е., Каримов А.А., Мамбеталиев Э., Самибаева А.Ж. Геориски в бассейнах рек Кара-Балта и Зеравшан (Кыргызстан, Таджикистан). / Известия ВУЗов Кыргызстана. - 2021. - №. 2. - С. 16-21.
13. Усупаев Ш.Е., Оролбаева Л.Е., Клименко Д.П. Бассейновые инженерно-геолого-геономические модели и карты трансформации георисками верхней части земной коры на примере реки Чу Кыргызстана. / Известия ВУЗов Кыргызстана. - 2021. - №. 2. - С. 22-27.
14. Джуматаев М.С., Чонтоев Д.Т. Вода для устойчивого развития Центральной Азии. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. - 2019. - №. 4. - С. 3-3.