

**Д.Г.-М.Н., доц.
Институт горного дела и горных технологий им. академика У.Асаналиева
КГТУ им. И. Раззакова,
г. Бишкек, просп. Чуй, 164
e-mail: igd@igd.kg**

**Геогидросинергетические эффекты при
формировании опасных природных процессов**

Аннотация. В статье описаны геогидросинергетические эффекты при формировании опасных природных процессов и явлений Тянь-Шаня и Памиро-Алая. Рассмотрены основы геогидросинергетики - научного направления ориентированного на изучение проявления синергетических эффектов, связанных с изменением подземных и поверхностных вод,

Ключевые слова: потоки подземных вод, синергетика, геогидросинергетика опасных процессов и явлений, геогидросинергетическое районирование.

Orolbaeva Lidia

Geohydrosynergetic effects at formation of hazardous natural processes

Annotation. Geohydrosynergetic effects at formation of dangerous natural processes and phenomena of the Tien Shan and Pamiro-Alai are described. The article considers bases of geohydrosynergetic a scientific direction focused on studying caused of dangerous natural processes and the phenomena with synergetic effects connected with underground and a surface water change.

Key words: groundwater flow, synergetic, geohydrosynergetic of hazardous natural processes, eohydrosynergetic zoning.

На территории горных геосистем Тянь-Шаня, строение и развитие которых обусловлено длительной тектонической активностью, формируются многочисленные, опасные природные процессы и явления. Сложная орография территории, геодинамически неустойчивая среда, принадлежность к зоне высокой сейсмичности, континентальный климат – все это способствует распространению и частому проявлению таких природных процессов, как оползни, землетрясения, селевые потоки, наводнения и паводки. Наиболее распространёнными и повторяющимися в горных странах являются опасные природные и техногенные процессы водного характера.

В связи с ростом техногенной нагрузки на окружающую среду, опасность возникновения неблагоприятных природных процессов возрастает. Наложение природных опасностей на техногенные приводит к возрастанию экологического, экономического ущерба и социального риска в пространственном и временном масштабах. Это определяет необходимость изучения факторов и условий формирования этих процессов, выявления закономерностей их проявления и взаимосвязи, а также

изучения природы возникновения каскадных, синергетических эффектов.

Исследованию, картированию, прогнозу опасных природных процессов в горных странах посвящены работы ряда авторов [1-5], которые отмечают возросшую интенсивность и некоторые общие закономерности в их проявлении:

- определённая пространственная приуроченность;
- повторяемость опасных природных процессов;
- синергизм процессов.

Пространственная приуроченность опасных природных процессов определяется геоморфологическими, геолого-гидрогеологическими особенностями конкретной территории, историей её геологического развития, климатическими, гидрологическими условиями и их изменениями, техногенным воздействием.

Повторяемость опасных природных процессов связана, как правило, с сезонностью и определёнными временными интервалами их проявления.

Синергизм опасных процессов проявляется в их взаимосвязи и усилении негативных воздействий, когда одно экстремальное природное явление способно инициировать другое, а возможно, и целый ряд каскадных процессов, оказывая тем самым мультипликативный негативный эффект на экосистемы, социум и экономику. Автор синергетического направления Г.Хакен определил *синергетику* как науку, ориентированную на изучение сложных систем, состоящих из многих элементов, частей, компонентов, которые взаимодействуют между собой сложным (нелинейным) образом. *Современная синергетика* стала признанным междисциплинарным направлением научных исследований. Исследованием эволюции самоорганизующихся природнохозяйственных территориальных систем Земли, развивающихся в критериях взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов, носящих нелинейный характер, занимается геосинергетика.

В развитии геосинергетики, как научного направления следует отметить работы ученых: Ф.А. Летникова «Синергетика геологических систем», П.М. Горяинова, Г.Ю. Иванюка «Самоорганизация минеральных систем, О.А. Хачай [6-8].

Исследованию синергетических эффектов при формировании опасных природных процессов в горных странах посвящены работы И.А.Торгоева, Ю.Г. Алёшина, Х.А., Назришоева, Л.Э. Оролбаевой и др. [2, 9-10].

подавляющее большинство опасных природных процессов, как внезапных, так и проявляющихся в течение длительного времени и имеющих негативные, порой катастрофические последствия связано с изменением гидрогеосферы.

В одних случаях это климатические или иные изменения поверхностных вод, в других связанные с ними подземных. Совместное, синергетическое их действие приводит к существенному возрастанию опасности природных процессов и следующих за ними рисков. В связи с чем, очень перспективна интеграция идей синергетики в гидрогеологию и инженерную геологию в самом широком плане и выделение **геогидросинергетики** в качестве научного направления ориентированного на изучение формирования опасных природных и техногенных процессов связанных с изменением гидрогеосферы: поведением подземных и поверхностных вод. В горных странах все составляющие геосистем находятся в тесной синергической связи и изменения микроклимата, особенно количества осадков, изменения температуры влекут за собой изменения экосистем и соответственно гидрогеосферы и связанных с ней рисков опасных процессов и явлений. Типичным примером проявления этих закономерностей являются Тянь-Шань и Памиро-Алай. Здесь, как и в других горных регионах высока вероятность формирования цепных многоступенчатых, так называемых “синергетических катастроф”, когда опасное природное или техногенное явление, связанное с изменением состояния подземных или поверхностных вод вызывает, целую цепочку других. Для понимания формирования этих процессов обязательна системность в исследовании. Она сводится к

последовательному представлению геогидрологических закономерностей формирования гидрогеосферы, с учётом влияния всех природных и техногенных факторов, опасных природных процессов и явлений, связанных с её изменением.

Весьма значительные амплитуды абсолютных высот, сложный рельеф Тянь-Шаня и Памиро-Алая, гидрография и климат, ледники и лесные экосистемы, особенности геологического развития и другие природные факторы предопределили закономерности формирования поверхностного и подземного стоков, их взаимосвязь, особенности распространения подземных вод в различных гидрогеологических структурах и их гидродинамику. В пределах бассейнов стока Тянь-Шаня и Памиро-Алая, границы которых определяются водоразделами горных хребтов и в соответствии с региональным гидрогеологическим районированием, где в качестве основы приняты геологические структуры и геоморфологические особенности, выделены гидрогеологические массивы и артезианские бассейны. Гидрогеологические массивы приурочены к горным хребтам и представляют собой области питания подземных вод внутригорных и межгорных бассейнов подземных вод, приуроченных к межгорным впадинам. Каждый из таких бассейнов охватывает всю совокупность процессов формирования подземных вод: их питания, движения, внутреннего перераспределения и расходования. Здесь, в пределах геолого-гидрогеологических структур формируются мощные потоки подземных вод. На рис. 1 представлена карта геогидрологического районирования Кыргызстана с основными гидрологическими бассейнами, бассейнами и потоками подземных вод.

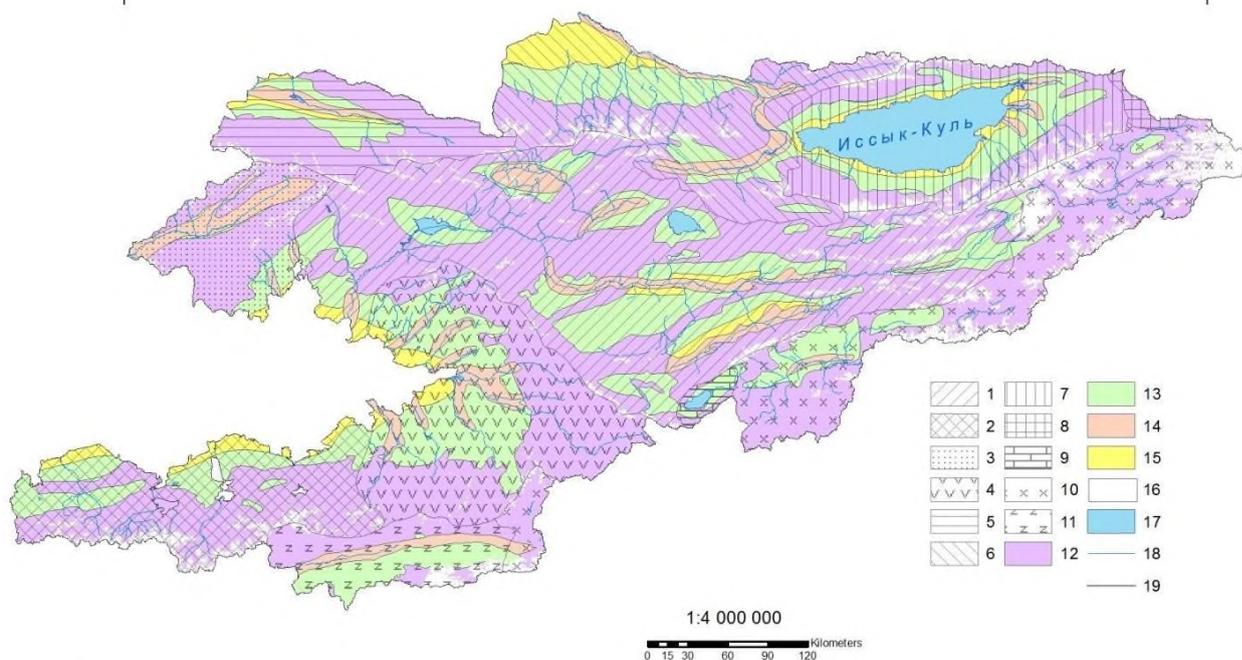


Рис.1. Карта геогидрологического районирования

Условные обозначения: 1-11 гидрологические бассейны, 1-р. Нарын ,2-рек южного обрамления Ферганской долины(р.Сырдарья), 3-рек северного обрамления Ферганской долины (р.Сырдарья), 4-р.Карадарья, 5-р.Талас, 6-р.Чу, 7-оз.Иссык-Куль, 8-оз.Балхаш, 9-оз.Чатыр-Куль, 10-р.Тарим, 11-р.Амударья, 12-17 потоки подземных вод, 12-гидрогеологических массивов, 13-15 артезианских бассейнов, 13-предгорного типа, 14-речных долин, 15 междуречные (водораздельные), 16-ледники, 17-озёра, 18- реки; 19-границы потоков.

Изменения гидрогеосферы в пределах бассейнов определяют формирование опасных процессов и явлений и их геогидросинергетику. Одни виды опасных

природных процессов и явлений происходят в виде внезапных и кратковременных событий (землетрясения, обвалы, оползни, лавины, сели, паводки), принося большие материальные потери и гибель людей. Другие, как например, подтопления, засоление земель, эрозия, просадки, развиваются длительное время, редко приводят к гибели людей, однако материальные ущербы от них достигают внушительных размеров.

Для обоснования предупредительных мер негативных последствий, связанных с изменением подземных и поверхностных вод, разработки рекомендаций для устойчивого землепользования необходим комплексный подход с учётом представлений геогидросинергетики. Анализ геогидросинергетических связей будет способствовать более точному прогнозированию и предупреждению опасных природных процессов и явлений, снижения уязвимости населения. И первым шагом в этом направлении должно быть геогидросинергетическое картирование дающее представление о возможности развития опасных процессов и явлений в связи с влиянием климатических и техногенных изменений гидрогеосферы.

Для представления геогидросинергетических процессов, связанных с изменением поверхностных и структуры потоков подземных вод Тянь-Шаня и Памиро-Алая была построена мелкомасштабная карта геогидросинергетического районирования для территории Кыргызской Республики (Рис.2).

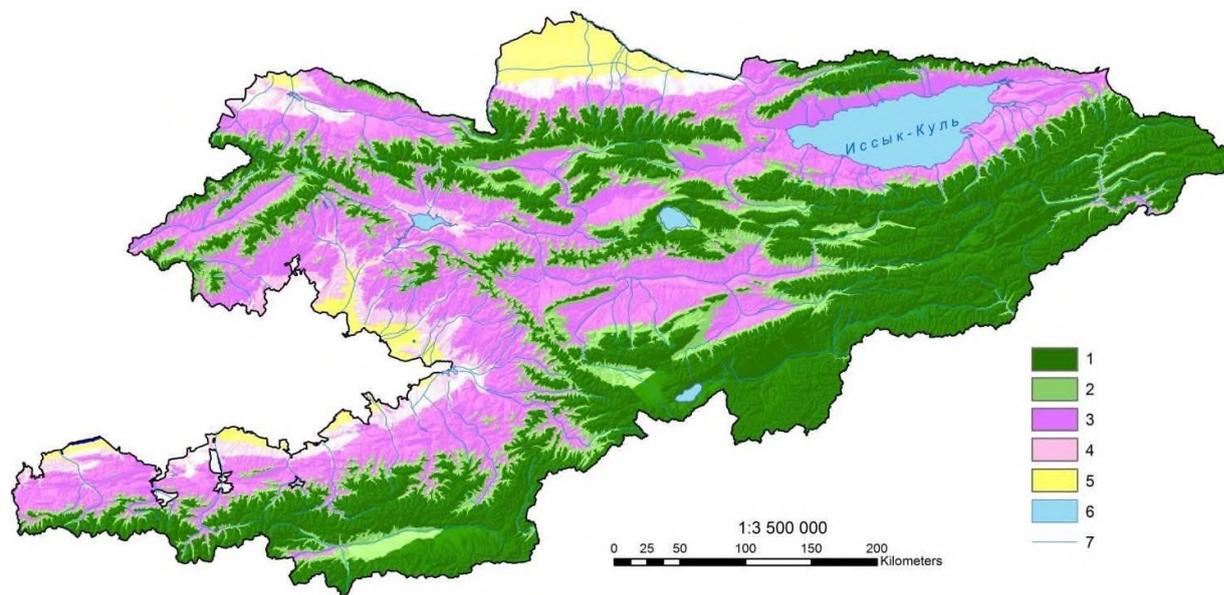


Рис.2. Карта геогидросинергетического районирования территории Кыргызской Республики

Условные обозначения: *Опасные процессы и явления внезапного действия:* 1- зона формирования экстремальных пусковых явлений геогидросинергетических процессов в пределах нивального пояса; 2-зона формирования многоступенчатых процессов в гидрогеологических массивах, связанных с поверхностными водами и деградацией экосистем; 3-зона формирования 2-3 ступенчатых процессов в гидрогеологических массивах, связанных с поверхностными и подземными водами, деградацией экосистем. *Опасные процессы и явления, развивающиеся длительно и проявляющиеся постепенно:* 4-зона формирования 2-3 ступенчатых процессов связанных с изменением поверхностных вод, потоков подземных вод предгорного типа и деградацией экосистем 5-зона формирования 2 ступенчатых процессов, связанных с изменением потоков подземных вод водораздельного типа и речных долин.

Внезапные опасные природные процессы непродолжительного действия

проявляются, как правило, в высокогорье и среднегорье и приурочены к гидрогеологическим массивам (рис.2). В пределах гидрогеологических массивов опасные природные процессы и явления связаны с поверхностными водами, режим которых в горных странах зависит от климатических факторов, температуры, количества и видов осадков, состояния экосистем. Здесь наиболее часты сели различного генезиса и оползни. Наиболее опасными по своему разрушительному воздействию являются гляциальные сели, связанные с прорывами ледниковых озёр во внутриледниковых полостях, прорывами плотин моренных озёр. Зона формирования гляциальных селей охватывает все территории современного оледенения Тянь-Шаня и Памиро-Алая в высотном интервале от 3500 до 4000 м над уровнем моря. В среднегорье, не имеющем современного оледенения, в пределах высот от 2600 до 3500 м формируются смешанные (снего-дождевые) сели, связанные с интенсивным снеготаянием и дождями. Зона формирования ливневых селей занимает значительные территории предгорий, адыров и невысоких гор (2000-2500 м). Здесь формируются селевые потоки от незначительных до мощных, с расходами до нескольких сотен м³ в секунду. Формирование селей происходит во время выпадения основного количества осадков в виде дождя и приходится на весенне- раннелетний и осенний периоды. Особенно обильные и продолжительные дожди наблюдаются в апреле и мае. Период паводков совпадает с весенним таянием снега и одновременными дождевыми осадками.

В силу особенностей сложного горного рельефа на территории Тянь-Шаня и Памиро-Алая высока вероятность формирования цепных многоступенчатых, синергетических процессов, когда одно экстремальное природное явление, вызывает целый каскад других. К тому же в зоне распространения опасных процессов могут оказаться химически или радиационно-опасные горные производства, что чревато возникновением экологической катастрофы, в том числе регионального масштаба с трансграничным загрязнением (рис. 3).

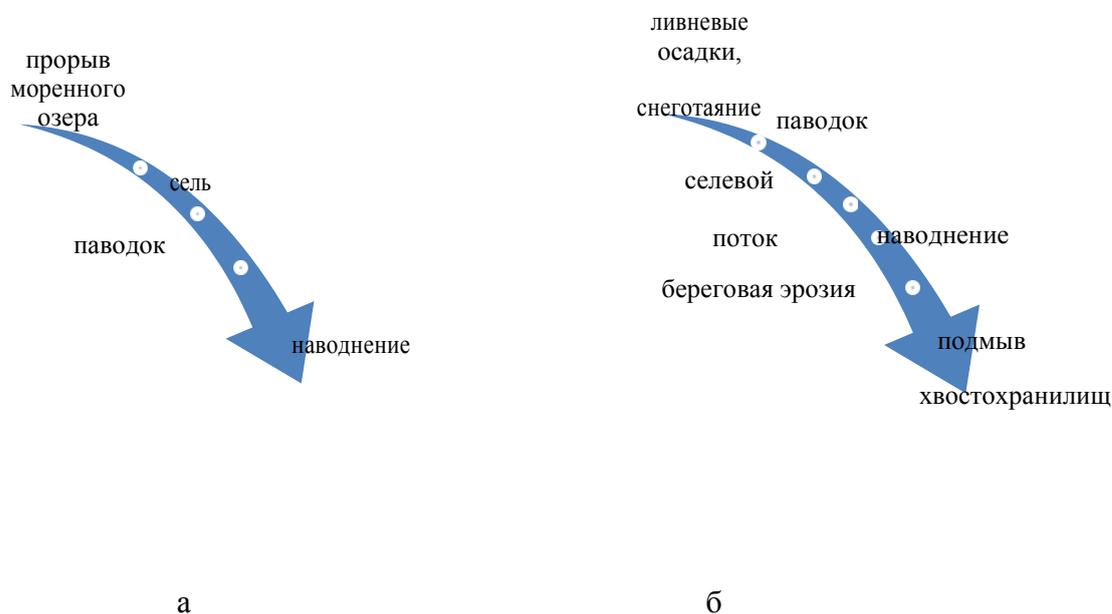


Рис.3. Опасные природные процессы с синергетическим эффектом: а в бассейне р.Ала-Арча ; б- в бассейне р. Майлуу-Суу.

При этом, чем выше область зарождения селя, тем мощнее и сложнее синергетика формирующихся процессов. Например, катастрофический сели, прошедший 2 июня 1953 г. по р. Адыгене, образовался от прорыва моренного озера в верховьях реки. Его расходы в устье достигли 400 м³/с. Не менее опасны и более часты сели на р. Аксай

(1960 – 1963, 1965, 1969 – 1971 гг.). Их причина – опорожнение внутриледниковых емкостей. По данным многолетних наблюдений МЧС [1], сели и паводки ввиду исключительной распространенности, повторяемости и наносимому суммарному ущербу находятся на первом месте среди опасных природных явлений Кыргызстана

Зоны формирования ливневых паводков приурочены к низкогорью и предгорью в интервале высот от 1200 до 2000 м над уровнем моря.

Селевые и паводковые потоки усиливают также русловую эрозию, оврагообразование, приводят к затоплению территорий, заиливанию ирригационных систем. Причиной образования разрушительного селя могут быть прорывы высокогорных озер, водохранилищ, запрудных водоемов, образовавшихся после схода оползней, обвалов, лавин. Многолетние наблюдения показывают, что наибольшее количество оползней образуется в многоводные годы. Число оползней возрастает в связи со значительным количеством атмосферных осадков, а также хозяйственной деятельностью, нарушающей устойчивость горных склонов. Таким образом, в пределах гидрогеологических массивов в связи с изменением поверхностных вод происходит формирование каскадных опасных процессов и явлений, имеющих синергетический характер. При этом в пределах высотных интервалов от 2000 до 4000 м и выше формируются многоступенчатые опасные процессы (рис.3,4). В пределах высотных интервалов от 2000 до 1200 м формируются двух- трёхступенчатые процессы, включающие оползни, сели, береговую эрозию.

Опасные процессы и явления, развивающиеся длительно и проявляющиеся постепенно, формируются в предгорье и на равнинных территориях низкогорных (в пределах высот от 800 м и ниже) и среднегорных впадин (ниже 1800 м). Они связаны преимущественно с техногенным изменением структуры потоков подземных вод межгорных бассейнов. В результате техногенного воздействия качественно и количественно изменяются питание и разгрузка подземных вод, их взаимосвязь с поверхностными водами, создаются условия затруднённого оттока и подпора за счёт водоупорных экранов, снижается отбор подземных вод, увеличивается забор речных вод при не соблюдении экологических пропусков.

Длительные опасные процессы, имеют также многоступенчатый характер (Рис.4).



Рис.4. Опасные процессы и явления с синергетическим эффектом формирующиеся при подъёме уровня грунтовых вод (УГВ).

Основными типами потоков, структуры которых претерпевают существенные изменения в пределах Тянь-Шаня и Памиро-Алая являются потоки подземных вод речных долин, потоки предгорного типа (предгорных шлейфов, подгорных шлейфов и подгорных равнин), междуречные (водораздельные) потоки. При этом потоки в речных долинах в большей степени изменяются от техногенного воздействия на речные экосистемы и поверхностный сток, тогда как потоки предгорного типа и междуречий – на подземный.

Так, подъем уровня грунтовых вод связанный с техногенными факторами вызывает подтопление территорий населенных пунктов, заболачивание и засоление сельскохозяйственных угодий. На подтопленных территориях происходит изменение деформационных и прочностных свойств грунтов, ведущее к осадкам, просадкам, деформации и разрушению зданий и коммуникаций, возникает эффект приращения сейсмической балльности и повышается сейсмическая опасность, ухудшается экологическое состояние в целом.

Подтопление вследствие высокого стояния уровня грунтовых вод является одним из самых распространенных опасных процессов на равнинных, наиболее пригодных и благоприятных для проживания и развития земледелия территориях Тянь-Шаня и Памиро-Алая.

Таким образом, опасные процессы, связанные с изменением гидрогеоферы горных стран, требует комплексного анализа всех природных и техногенных факторов и их взаимосвязи с позиций представлений геогидросинергетики.

Выводы

1. Подавляющее большинство опасных природных процессов Тянь-Шаня и Памиро-Алая, как внезапных, так и проявляющихся в течение длительного времени связано с изменением гидрогеосферы.
2. Опасные природные процессы, вызванные изменением поверхностных и подземных вод часто взаимосвязаны и являются синергетическими, когда одно природное явление способствует формированию ряда каскадных процессов.
3. Внезапные опасные природные процессы непродолжительного действия проявляются, как правило, в высокогорье и среднегорье, приурочены к гидрогеологическим массивам и связаны с поверхностными водами.
4. Опасные процессы и явления, развивающиеся длительно и проявляющиеся постепенно, формируются в предгорье и на равнинных территориях и связаны преимущественно с техногенным изменением структуры потоков подземных вод межгорных бассейнов.
5. Интеграция идей синергетики в гидрогеологию и инженерную геологию выделение геогидросинергетики в качестве нового научного направления ориентированного на изучение формирования опасных природных и техногенных процессов, связанных с изменением гидрогеосферы и целенаправленное исследование многообразия геогидросинергетических связей представляется перспективной.
6. Для обоснования предупредительных мер негативных последствий, связанных с изменением подземных и поверхностных вод, разработки рекомендаций для устойчивого землепользования необходим комплексный подход при управлении водными ресурсами, с учётом представлений геогидросинергетики.

Список литературы:

1. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики.- Бишкек: МЧС КР, 2015, - 718 с.
2. Торгоев И.А., Алешин Ю.Г. Экология горнопромышленного комплекса Кыргызстана. – Бишкек: Илим, 2009, - 193с.
3. Оролбаева Л.Э. Геогидрология горных стран (на примере Тянь-Шаня и Памиро-Алая). – Бишкек: «Текник», - 2013. – 185 с.
4. Оролбаева Л.Э., Атыкенова Э.Э. Игн модели трансформации георисками водного характера геогидросферы горных стран Известия Вузов Кыргызстана. Бишкек. №10,

- 2015 г. с.28-34.
5. Дудашвили А.С., Усупаев Ш.Э. Инженерно-геономический метод картирования георисков от подтопления на примере территории Ош-Карасуйского оазиса. Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова №33. Техник. Бишкек 2014. с. 425 - 428.
 6. Летников Ф.А. Синергетика геологических систем Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1992. - 231 с.
 7. Горяинов П.М., Иванюк Г.Ю. Самоорганизация минеральных систем. Синергетические принципы геологических исследований М.: ГЕОС, 2001. 312 с.
 8. Хачай О.А. Решение проблем геодинамики с позиции геосинергетики Вестник КРСУ. 2015. Том 15. № 3 с 150- 154.
 9. Назришоев Х.А. Синергетические эффекты наводнения и сели на Западном Памире и стратегия безопасного строительства //Тез. докл. Межд. семинаре «Сели и наводнения: Стратегия безопасного строительства и сокращения риска стихийных бедствий» в рамках проекта UN/ISDR «Продвижение Стратегии Безопасного Строительства. Образовательная Сеть для Центральной Азии», Алматы, 2006, с 63-68.
 10. Оролбаева Л.Э., Мелешко А.А. Синергетические эффекты при формировании георисков в бассейнах горных рек Тянь-Шаня Известия УГГУ Екатеринбург, 2016. Выпуск 3(43), с 20-24.