

*Усупаев Ш.Е., Оролбаева Л.Е., Клименко Д.П.*

**БАССЕЙНДИК ИНЖЕНЕРДИК-ГЕОЛОГИЯЛЫК-ГЕОНОМИКАЛЫК МОДЕЛДЕР  
ЖАНА КЫРГЫЗСТАНДЫН ЧУ СУУ ДАРЫЯСЫНЫН МИСАЛЫНДАГЫ ЖОГОРКУ  
ЖЕР КАБЫГЫНДАГЫ ГЕОТОБОКЕЛДИКТЕРДИН ТРАНСФОРМАЦИЯЛЫК КАРТАСЫ**

*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**

*Sh.E. Usupayev, L.E. Orolbaeva, D.P. Klimenko*

**BASIN ENGINEERING-GEOLOGICAL-GEONOMIC MODELS  
AND GEORISK TRANSFORMATION MAP OF THE UPPER CRUST  
ON THE EXAMPLE OF THE CHU RIVER OF KYRGYZSTAN**

УДК: 624.131.:524

Дүйнөлүк жана ага байланыштуу регионалдык климаттын өзгөрүлүшү экзогендик геодинамикалык жана суу мүнөзүндөгү кооптуу процесстердин жана кубулуштардын активдешүүшүнө алып келет, алар негизинен дарыялардын бассейндеринде терс көрүнүштөрдү көрсөтүшөт. Бассейндик таасирлердин масштабдарынын жана потенциалдуу коркунучтардын булактарынын өсүшү, геотобокелдиктерди баалоонун жаңы методикаларын колдонууну талап кылат, бул алардын калкка жана алардын инфраструктурасына тийгизген таасирин төмөндөтөт, мисалы, Тянь-Шандын Чүй дарыясы. Классикалык инженердик-геологиялык изилдөө методдорун колдонуу жетишсиз, жумушта синергетикалык геогидрологиялык, геосинергетикалык жана инженердик-геономиялык инновациялык методологиялар колдонулат, алар административдик аймактарды типтештирүү жана божомолдоо менен катар бассейндик инженердик-геономиялык мамилени иштеп чыгууга мүмкүндүк берет жер кыртышынын бетине жакын бөлүгүнүн суу жолдорунун таасир чөйрөсүнө өтүшүн баалоо. Калктын жана аймактын аялуу катмарын азайтуу боюнча чараларды иштеп чыгуу жана аларды комплекстүү башкаруу максатында Чүй жана анын куймалары. Табигый, техногендик жана экологиялык коркунучтарды типтештирүүнүн, ошондой эле тематикалык карталарды гео-тобокелдиктерди бөлүштүрүүнүн жана божомолдоонун мыйзам ченемдүүлүктөрүнүн геономиялык моделине айландыруунун инженердик-геологиялык-геономиялык карталарынын сериясы түзүлдү. Бассейндик инженердик-геологиялык-геономиялык карталар жана алардын геономиялык моделдери кутулуп жаткан гео-тобокелдиктерди терүүгө жана божомолдоого мүмкүндүк берет.

**Негизги сөздөр:** геотобокелдиктер, дарыя бассейни, трансформация, вергент, инженердик геология, инженердик геономия, типтештирүү, геономиялык моделдер, жер кыртышы, болжолдуу карталар.

Глобальные и связанные с ними региональные изменения климата приводят к активизации опасных процессов и явлений склонового экзогенного геодинамического и водного характера, которые негативно проявляются прежде всего в пределах бассейнов рек. Бассейновый рост масштабов воздействий и источников потенциальных угроз, требуют применения новых методологий оценки георисков для снижения их разрушительного воздействия на население и их инфраструктуру на примере реки Чу Тянь-Шаня. Применение классических инженерно-геологических методов исследований не достаточны, в

работе использованы синергетические геогидрологические, геосинергетические и инженерно-геономические инновационные методологии позволяющие наряду с типизацией и прогнозом по административным районам, разработать по-бассейновый инженерно-геономический подход для оценки трансформации георисками приповерхностной части земной коры в сфере влияния водных артерий р. Чу и ее притоков в целях выработки мер снижения уязвимости населения и территории и их интегрированного управления. Составлены серии инженерно-геолого-геономических карт типизации опасностей природного, техногенного и экологического характера, а также преобразования тематических карт в геоном-модели закономерностей распространения и прогноза георисков. Бассейновые инженерно-геолого-геономические карты и их геоном модели позволяют типизировать и прогнозировать ожидаемые геориски.

**Ключевые слова:** геориски, бассейн реки, трансформация, вергентные, инженерная геология, инженерная геономия, типизация, геоном-модели, земная кора, прогнозные карты

Global and related regional climate changes lead to the activation of hazardous processes and phenomena of the slope exogenous geodynamic and water character, which negatively manifest themselves primarily within the river basins. Basin growth in the scale of impacts and sources of potential threats require the use of new methodologies for assessing geo-risks to reduce their destructive impact on the population and their infrastructure, as exemplified by the Chu River in the Tien Shan. The use of classical engineering-geological research methods is not sufficient, the work uses synergistic geohydrological, geosynergetic and engineering-geonomic innovative methodologies, which, along with typification and forecast for administrative regions, allow to develop a basin-wide engineering-geonomic approach to assess the transformation of the near-surface part of the earth's crust into the sphere of influence of the waterways of the r. Chu and its tributaries in order to develop measures to reduce the vulnerability of the population and territory and their integrated management. A series of engineering-geological-geonomic maps of the typification of natural, technogenic and ecological hazards, as well as the transformation of thematic maps into a geonomic model of the patterns of distribution and forecast of geo-risks have been compiled. Basin engineering-geological-geonomic maps and their geonomic models allow typing and predicting expected geo-risks.

**Key words:** georisk, river basin, transformation, vergent, engineering geology, engineering geonomy, typification, geonomic models, earth crust, forecast maps.

Бассейн р. Чу составляет 11% территории Кыргызстана и охватывает части Срединного и Северного Тянь-Шаня. Исследуемый бассейн реки Чу на 65% представлена горными массивами, а 35% сериями 13 разных по размерам межгорных впадин более крупными Восточно-Чуйской, Кочкорской, западной оконечности Иссык-Кульской, средними Чон-Кеминской, Кек-Ойрокской и, малыми Кара-Куджурской, Кичи-Кеминской, Донгузкудук-Ортогокойской, Орто-Альшской, Кок-Мойнокской, Тюлекской, Кокджарсуйской впадинами. Площадь оледенения в бассейне р. Чу составляет 482 км<sup>2</sup>. Средний многолетний расход р. Чу 53 м<sup>3</sup>/с. В течение последних 3-х лет при оценках и прогнозах опасных экзогенных и эндогенных процессов и явления до сих пор используются карты составленные не на природных бассейновых границах их распространения, а базируются на принципах административно-территориального их деления. Нами предложены методы бассейнового принципа типизации георисков [1-6].

В инженерно-геологическом строении бассейн реки Чу в разрезе состоит из 2-х частей, нижележащих древних по возрасту пород коренной основы с жесткими структурными связями и молодых менее прочных четвертичных поверхностных отложений. Породы коренной основы представлены магматическими, метаморфическими и древними осадочными комплексами сгруппированных в скальные и полускальные классы грунтов.

Выходы скальных и полускальных грунтов преимущественно приурочены к высоко- и среднегорным зонам. В скальных грунтах получили развитие опасные экзогенные процессы – обвалы, камнепады, осыпи, карст (по известнякам и карбонатным поро-

дам), а в полускальных проявлены обвально-оползневые явления. В высоко- средне-, низкогорных территориях поверхностные отложения представлены рыхлыми и связными грунтами благоприятными для развития оползней, селей, плоскостного смыва и экзогенных склоновых процессов [2, 4, 6].

На рисунке 1 треугольник желтого цвета участки высокого подъема грунтовых вод с подтоплением, зеленые треугольники селеопасные участки на руслах рек и их прикотоков, синие квадратики – оползни, белые кружочки с красной точкой внутри прорывоопасные горные озера 3-ей категории, красные кружочки 2-ой и красные кружочки с белым крестом внутри 1-ой категории опасности, красные кружочки с звездочкой внутри радиоактивные и токсичные хвостохранилища и горные отвалы. Инженерно-геологическая карта бассейна реки Чу демонстрирует, что геориски имеют высотно зональный характер их распространения. Вдоль прихребтовых зон окаймляя водоразделы близ языков ледников получили развитие прорывоопасные горные озера с термически не устойчивыми моренно-ледниковыми их плотинами. По мере снижения энергии высотного рельефа, ниже по ущельям притоков реки Чу с выходом на межгорные долины расположились участки селевых ежегодных нагрузок. Субширотно на склонах адырных инверсионных неотектонических блоков проявлены оползни. Субширотно севернее канала БЧК распространение получил участки и зоны подтопления территорий. В условиях пород коренной основы расположены радиоактивные хвостохранилища Ак-Тюз, а в пределах инженерно-геологических не скальных классов грунтов размещены хвостохранилища Орловка, Кара-Балта различного назначения на базе карты новейшей тектоники в бассейне р. Чу.



**Рис. 1.** Инженерно-геологическая карта закономерностей распространения и типизации георисков от прорывоопасных горных озер, оползней, селей, подтоплений, радиоактивных и токсичных хвостохранилищ и горных отвалов в бассейне реки Чу кыргызского Тянь-Шаня [4].

## ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 2, 2021

В полускальных грунтах, состоящих из палеоген-неогеновых отложений, преобладают раздробленные тектоническими разломами грунты со слабыми водопроницаемыми свойствами. Скальный класс грунтов, как правило обладает водоупорными свойствами, в тоже время они весьма водопроницаемы в пределах тектонических активных разломов и дизъюнктивных нарушений [4].

На рисунке 1 показаны красными квадратиками участки развития георисков от оползней которые расположены на бортах инверсионных неотектонических блоков первой генерации и сопряжены с границей Тянь-Шаньского орогена.

На рисунке 1 все 35 оползневых участков тесно связаны с разломами проведенными линиями красного цвета, а также подразделяются крупными широкполосными поперечными линеаментами на 3 группы их распространения: а. 2 оползня находится в крайней западной части инверсионных неотектонических блоков; б. 14 оползней расположения в междуречье от р. Кара-Балта на западе до меридиана г. Кант на востоке, в. 19 оползней от меридиана г. Кант до Боомского ущелья и Чон-Кеминской впадины на востоке [2, 3, 5].



Рис. 2. Инженерно-геолого-геономическая карта на базе новейшей тектоники и мониторинга типизации георисков от оползней с объектами изысканий на 4-х объектах строительства различных по назначению сооружений в бассейне реки Чу кыргызского Тянь-Шаня [4].

На рисунке 2 карте новейшей тектоники, 20 оползней оконтуривают края инверсионных неотектонических блоков, а оставшиеся 15 участка оползней расположены на границе смены знака устойчивых погружений и поднятий горных масс с среднегорье бассейна реки Чу [2, 3, 5].

На рисунке 2 треугольниками показаны 4 объекта проведенных инженерно-геологических изысканий ОАО «КыргызГИИЗ» под руководством и участием Клименко Д.П., где: ЖД под строительство жилого дома в г.Кант, ТБ-подстанция для золоторудного предприятия Талды-Булак левобережный, БС объект Биостанция в г.Бишкек, строительство школы в с.Мраморное [2, 3].

**Объект г. Бишкек Биостанция**, согласно технического задания «Международного научно-технического центра (МНТЦ)», инженерно-геологические изыскания на объекте: «Лаборатория биологического

сдерживания для охраны здоровья людей и животных 8 квартал лаборатории биологии плодов и растений Ботанического сада НАН КР, г. Бишкек» выполнен на стадии технико-экономического обоснования (ТЭО). Участок строительства по инженерно-геологическим условиям относится к району с благоприятными для строительства характеристиками. Основанием для проектируемого здания рекомендовано принять галечниковые грунты с песчаным заполнителем (ИГЭ-1), обладающие высокой несущей способностью, хорошими фильтрационными свойствами, имеющие низкую коррозионную активность по отношению к углеродистой стали. При встрече на участке насыпных грунтов большой мощности, септиков, захороненных бытовых ям, их также рекомендуется пройти на всю глубину до галечника с песчаным заполнителем. Насыпные грунты и суглинки твердые просадочные в качестве основания не рекомендуются [2, 3].

**Объект г.Кант Жилые дома.** Согласно технического задания ОАО «11 Военпроект», г.Екатеринбург в январе 2007 г. проведены инженерно-геологические изыскания на объекте: «Комплекс жилых домов в жилой зоне военного городка Кант, (2 очередь), заказ 51-2006, на стадии рабочий проект.

Пробурено 10 разведочных скважин глубиной 10-20 м, выполнены испытания грунтов динамическим зондированием 6 точек, проведены 3 опытные одиночные откачки, выполнены геофизические исследования методами ВЭЗ 2 точек и КВЭЗ 4 точки. Основанием здания являются грунты: супеси твёрдые, просадочные (ИГЭ-1); супеси и суглинки пластичные и текучие, непросадочные (ИГЭ-2); песок пылеватый рыхлый водонасыщенный (ИГЭ-3); песок мелкий, рыхлый, маловлажный и влажный (ИГЭ-4); песок мелкий, рыхлый, водонасыщенный (ИГЭ-5); песок средней крупности, рыхлый, водонасыщенный (ИГЭ-6). В верхней части разреза, развиты просадочные глинистые грунты (ИГЭ-1), тип грунтовых условий по просадочности – III<sup>б</sup>. Нижняя граница просадочности проходит по кровле песчаных грунтов. При использовании их в качестве основания сооружения, проектирование следует согласно СНиП 2.02.01-83, п.п.3.1-3.4 ликвидировать просадочные свойства до начала строительства. Рекомендуется предусмотреть мероприятия по исключению замачивания просадочных грунтов в основании проектируемого сооружения. При изысканиях подземные воды были вскрыты разведочными выработками (С - 1; С - 2) на глубине 3,7 м., территория строительства относится к потенциально подтопляемой подземными водами. Необходимо предусмотреть планировку территории с учетом естественного уклона поверхности, для сбора и отвода за пределы строительства атмосферных вод [2, 3].

**Объект месторождение Талды-Булак левобережный Подстанция-1.** Для заказчика ОсОО «Алтынкен» от 03.09.2012 г. инженерно-геологические изыскания проведены на участке «Подстанции 110 кв». Исследуемая площадка «подстанции 110 кв» расположена близ вершинной части скального массива правого борта сая Чымбулак. Пробурена одна скважина глубиной 15.0 м, где вскрыта эффузивно-осадочная толща пород, состоящей из туфо-алевролитов, разбитых трещинами на блоки различных размеров. На привершинном крутосклонном участке строительства «подстанции» получили развитие современные осыпи (незакрепленные), где вероятно скатывание камней по склону. Следует предусмотреть закрепление осыпей на склонах и откосах отвалов, их закрепление, оборка глыб и камней с вышележащих склонов и с возвышающихся над площадкой скальных стенок. В литологическом разрезе площадки в пределах 15-ти метровой толщи развиты грунты I-ой категории по

сейсмическим свойствам (скальные грунты). По СНиП КР-02:2009 рекомендуется сейсмическую активность площадки «подстанции 110 кв» принять 9 баллов. Необходимо предусмотреть мероприятия, исключающие попадание талых и ливневых вод на площадку со стороны склона [2, 3].

**Объект Школа с.Мраморное.** Заказчик Ала-Арчинский айылный аймак. ОсОО НТЦ «Адис» (лицензия Б-1 №001418) в марте 2013г. выполнены инженерно-геологические изыскания на объекте: «Начальная средняя школа в с.Мраморное», на стадии рабочего проекта (РП). На территории проектируемого строительства были пробурены 2 скважины глубиной по 8.0 м. В геоморфологическом отношении участок проектируемого строительства приурочен к поверхности пролювиально-аллювиальной равнины Чуйской впадины. Абсолютные отметки поверхности изменяются в пределах: 634,0-636,0 м. По СНиП КР 20-02:2009 исходный балл сейсмичности площадки равен 8. Согласно СНиП КР 20-02:2009 в разрезе распространены грунты II (супесь твёрдая) и III (супесь и суглинок, с показателем текучести  $I_L > 0,5$ ; пески рыхлые) категории по сейсмическим свойствам, с преимущественным развитием грунтов III категории. В период проведения изысканий (13.03.2013), подземные воды были вскрыты разведочными выработками (С-1; С-2) на глубине 3,7 м. и территория строительства относится к потенциально подтопляемой подземными водами [2, 3].

Основанием здания являются грунты: супеси твёрдые, просадочные (ИГЭ-1); супеси и суглинки пластичные и текучие, непросадочные (ИГЭ-2); песок пылеватый рыхлый водонасыщенный (ИГЭ-3); песок мелкий, рыхлый, маловлажный и влажный (ИГЭ-4); песок мелкий, рыхлый, водонасыщенный (ИГЭ-5); песок средней крупности, рыхлый, водонасыщенный (ИГЭ-6) [2, 3].

По грунтовым условиям, балл сейсмичности площадки равен 9 баллов.

На рисунке 3 выше описанные 4 объекта инженерно-геологических изысканий, расположены: ШК – в условия северо-моновергентных нетектоинческих движений, в центральном блоке-В, в зоне развития георисков от подтоплений территорий, в зоне воздействия неотектонических поднятий 2-ой генерации; БС – в отличие от ШК в условиях воздействия георисков от селей и паводков, в зоне влияния с востока границы линеамента; ЖД – в отличие от вышеописанных расположен внутри воздействия меридионального линеамента в зоне высокого подъема уровня грунтовых вод; ТБ – расположен в восточной части блока-В в северомоновергентных условиях новейших движений. На рисунке 3 кружочками синего цвета показаны участки распространения месторождений подземных

## ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 2, 2021

вод, где в условиях южноновергентных движений в блоке А расположены 5 объектов, в блоке В - 10 месторождений и, в южноновергентном блоке С 4 месторождения подземных вод [1-3].

Разделение бассейна реки Чу на 3 блока А, В, С, являются также геогеологическими их границами. По подверженности к георискам из выделенных 3-х блоков, Центральный блок, является наиболее опасным [1-5].

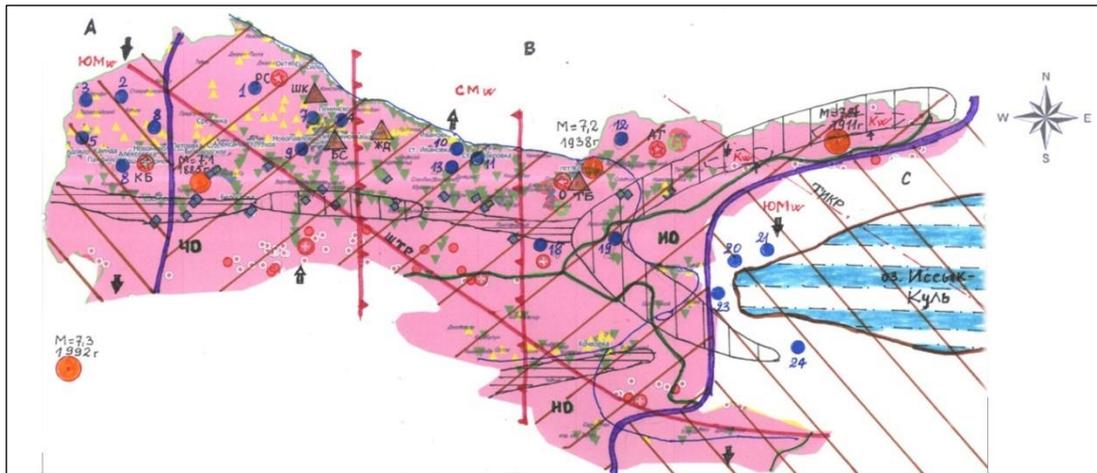


Рис. 3. Инженерно-геономическая и геогеологическая карта типизации и прогноза георисков в пределах бассейна реки Чу кыргызского Тянь-Шаня.

Бассейн реки Чу (рис. 3) при типизации подразделен на 3 блока по границам смены знака движения вергентности новейших движений (выделены толстой линией фиолетового цвета), которые одновременно являются геогеологически граничными условиями для георисков водного генезиса: А – западный; В – центральный; С – восточный.

На рисунке 3 бассейн реки Чу состоит из частей 3 административных областей Кыргызстана: Чуйской, Нарынской, Иссык-Кульской. На рисунке 3 кружочками красного цвета со звездочкой внутри показаны участки размещения радиоактивных и токсичных хвостохранилищ [2].

Геориски радиационного характера ранее проявились при землетрясении 5 баллов, разрушена была дамба Актюзского хвостохранилища №2, а по р.Кичи-Кемин выплеснулась объемом 680 тыс.м<sup>3</sup> торий содержащий песок и ил по руслу реки и ирригационной сети трансгранично в Казахстан.

В 1959 г. произошла из-за водной эрозии аварийная разгерметизации дамбы радиоактивного хвостохранилища в районе г. Кара-Балта и опасные вещества попали в ирригационные сети и орошаемые поля [1-3].

В районе п. Орловка размещены отходы Буурдинского хвостохранилища содержащие редкоземельные элементы, цирконий, торий, свинец, цинк и кадмий, которые при авариях представляют угрозу

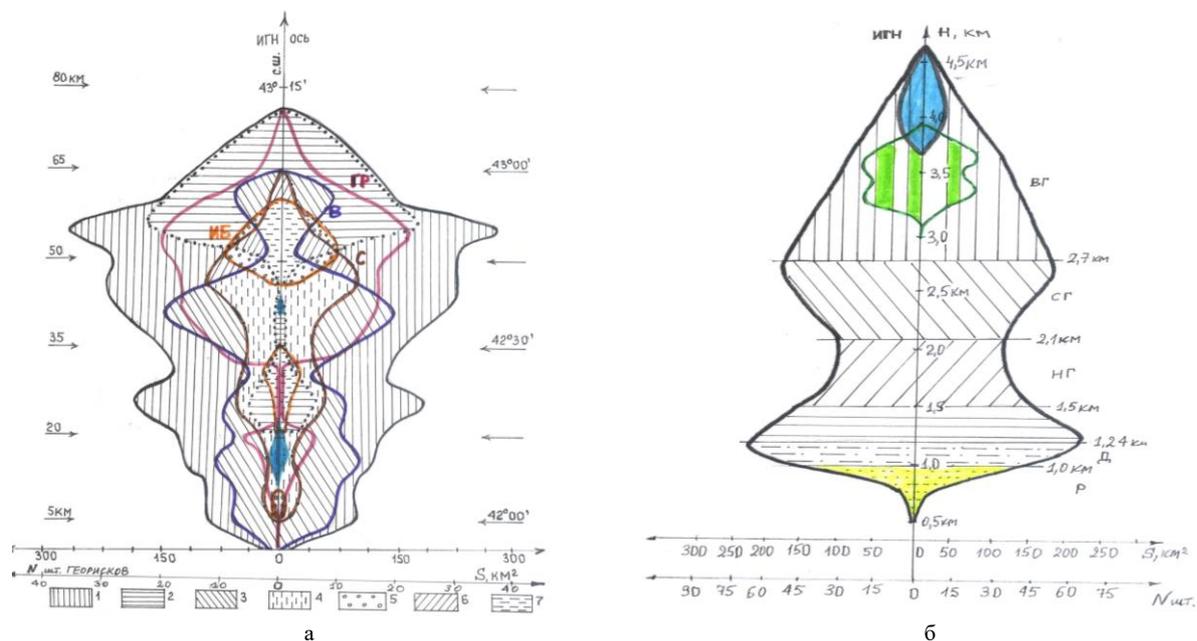
для населения в связи с вероятностью быстрой миграции загрязнителей по р. Беркут в р. Чу и далее трансгранично с их переносом в Казахстан [1-3].

На рисунке 4 представлены впервые полученные паробразованием тематических карт геоном-модели: а. латеральной; б. вертикальной закономерности распределения типизации и прогноза георисков в бассейне реки Чу кыргызского Тянь-Шаня, где внешний контур геоном-модели описывает закономерность по широтного распределения площади территории Республики Кыргызстан. Максимальный пик территориальности Кыргызстана приходится на широту 42° 50' [2].

Красной линией (рис. 4-а) на геоном-модели выделены по широтное распределение георисков природного характера в бассейне реки Чу, где выделены геонемы высокогорности: В и С - среднегорности, оранжевым цветом выделены широты распространения инверсионных неотектонических блоков.

На рисунке 4-б голубым цветом закрашены площади распространения оледененности, зелеными полосами высотное распределение количества высокогорных прорывоопасных озер. Максимальные пики вертикальной по-высотной территориальности расположены на высотах 1,24 км и 2,6 км.

Составленные впервые преобразованием карт считающихся конечным результатом исследований в их новые информационные поля [2].



**Рис. 4.** Инженерно-геолого-геономические прогностические модели логотипы: а. латеральной; б. вертикальной закономерности распределения энергии рельефа, типизации и прогноза георисков в бассейне реки Чу Кыргызстана.

Геоном-модели (рис. 4 а, б), позволяют выявить закономерности распределения территориальности, орогенности и энергии рельефа в виде (высокогорий, среднегорий, низкогорий), особенностей концентрации неотектонических инверсионных блоков, максимальных пиков сосредоточения оледенности, распределения интегральных георисков и их индивидуальных разновидностей, в целях типизации и прогноза георисков природного, техногенного и экологического характера [1-6].

#### Выводы:

1. Составлены впервые преобразованием тематических карт интегрированная карта и модели типизации, латерального и вертикального распределения геономов: а. территориальности, б. высокогорности, в. среднегорности, г. низкогорности, д. долинности, е. распределенности георисков, и. оледенности, ж. прорывоопасности горных озер.

2. Инженерно-геолого-геономические карты типизации и прогноза георисков, позволяют целенаправленно снизить возможные потери и ущербы для населения и их инфраструктуры в бассейне р. Чу Кыргызстана.

3. Инженерно-геолого-геономический по бассейновый принцип картирования учитывает широтную и высотную закономерности распределения георисков

и представляется универсальной методологией картирования и моделирования.

#### Литература:

1. Оролбаева Л.Э. Научные основы геоидрологии горных стран (на примере Тянь-Шаня). Материалы конференции «Проблемы совершенствования управления природными и социально-экономическими процессами на современном этапе». Вестник КНУ. - Б., 2013. - С.164-166
2. Усупаев Ш.Э., Клименко Д.П. Типизация рисков бедствий в бассейне реки Чуй Кыргызстана. Мониторинг и прогноз возможной активизации чрезвычайных ситуаций на территории КР (изд. 12. с доп.). - Б., 2015. - С. 647 -650.
3. Оролбаева Л.Э., Усупаев Ш.Э., Атыкенова Э.Э., Клименко Д.П. Компьютерная инженерно-геономическая типизация георисков природного и техногенного характера в бассейне р. Чу Кыргызстана. Сборник сетевого периодического научного издания «Проблемы недропользования». - Екатеринбург. № 4 (7) 2015.- С.24-28.
4. Усупаев Ш.Э., Талипов М.А., Оролбаева Т., Адылова Ч. Карта инженерной геологии Кыргызстана. Масштаба 1:500 000. Сер. КИПР. Госцентр Природа. - Ташкент, 1988.
5. Омуралиев М.О. Карта новейшей тектоники Кыргызстана, масштаб 1:500 000. Серия КИПР. Госцентр Природа. - Ташкент, 1988.
6. Клименко Д.П., Петренко В.А. «О водных георисках в межгорном бассейне реки Чу». / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2019. №. 4. С. 143-145.
7. Усупаев Ш.Э., Садыбакасов И.С. О интеграции наук о Земле в направлении «Инженерной геономии» и «Катастрофология». Известия ВУЗов, №6, 2013 г. - С. 35-39.