

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 3, Number 423 (2017), 66 – 71

A. N. Mitrofanova, R. Sh. Kalita, A. D. Abitbayeva, S. A. Uxukbayeva

«The Institute of Geography» Ltd., Almaty, Kazakhstan

ANALYSIS OF GEOMORPHOLOGICAL AND ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS OF TERRITORY IN CENTRAL PART OF TRANS KAZAKHSTAN CHANNEL

Abstract. Characteristics of geomorphological and engineering-geological conditions based on the principle of engineering-geological classification of soils, which takes into account their composition, properties and condition and behavior of deposits in contact with engineering structures. Surface deposits are represented by different genesis of Quaternary formations. Quaternary relief formation stage is characterized by a widespread development of hazardous processes. The main genetic types of Quaternary deposits are alluvial, lake, lake-alluvial, diluvial-proluvial, eluvial. Pre-Quaternary deposits are represented by terrigenous variegated formation.

According to the geomorphological zoning of Kazakhstan the lane of proposed route of Trans Kazakhstan channel central part crosses geomorphological regions of Central Kazakhstan. It lies from east to the north-west, from the Ekibastuz town to Sergeyevsk reservoir, within the lowlands, small hills, socle plains of Kokshetau upland and different wavy socle plains with low mountains massifs and small hills of the northern slope of Saryarka, Pre-Tobyl and Pre-Esyl accumulative plains of southern part of the West-Siberian plate. Absolute heights of the main part of the territory from Ekibastuz town to Sergeyevsk reservoir vary within 220-167 m according to hypsometric indicators. Appropriate variants of location on the ground, the volume and structure of engineering surveys for the initial quantitative data are defined on the basis of the data set. It is necessary for the individual design, for the calculation of slope stability of subgrade, natural slopes, the forecast changes of the geological environment during construction and operation of the Trans Kazakhstan channel.

Keywords: geomorphological and engineering-geological conditions, soils, rocks, physical and mechanical properties, hazardous processes

УДК 624.131.1+577.4(925.22)

А. Н. Митрофанова, Р. Ш. Калита, А. Д. Абитбаева, С. А. Уксукубаева

ТОО «Институт географии», Алматы, Казахстан

АНАЛИЗ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ТРАНСКАЗАХСТАНСКОГО КАНАЛА

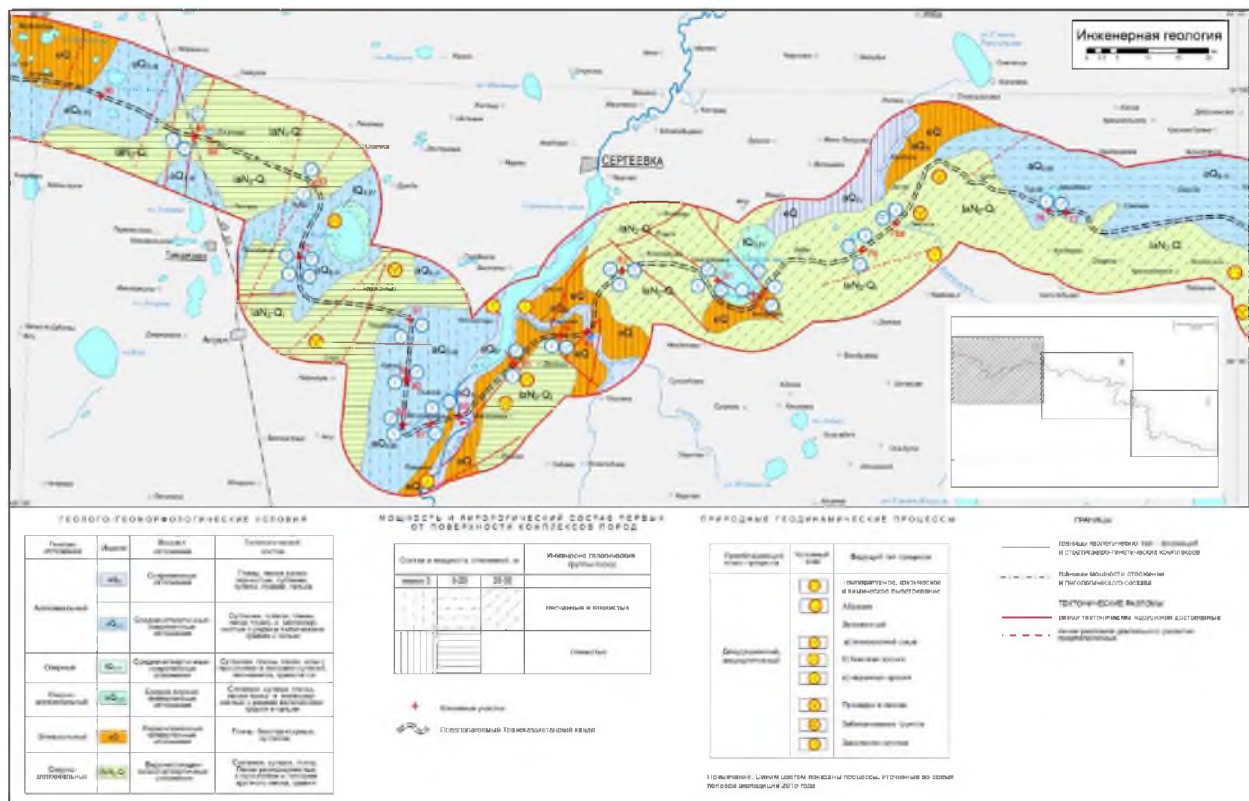
Аннотация. В основу характеристики геоморфологических и инженерно-геологических условий положен принцип инженерно-геологической классификации грунтов, который учитывает их состав, свойства и состояние, а также поведение отложений при взаимодействии с инженерными сооружениями. Поверхност-

ные отложения представлены различными по генезису четвертичными образованиями. Четвертичный этап рельефообразования характерен широким развитием опасных процессов. Основными генетическими типами четвертичных отложений являются: аллювиальный, озерный, озерно-аллювиальный, делювиально-пролювиальный, элювиальный. Дочетвертичные отложения представлены терригенной пестроцветной формацией.

Ключевые слова: инженерно-геологические и геоморфологические условия, грунты, породы, физико-механические свойства, опасные процессы.

Введение. Рассматриваемая территория в целом слабо наклонена к северу. Южная часть имеет слабо всхолмленный рельеф с отдельными останцовыми возвышенностями. Максимальные высоты достигают 431 м абсолютной высоты (г. Коянды), к северу отметки понижаются до 150–160 м. Минимальные отметки (134 м) приурочены к долине р. Есиль. Крупная река Есиль в субмеридиональном направлении и принимает здесь крупный приток р. Иманбурлык. В районе много довольно крупных озер, содержащих пресную (оз. Акбас, Кумдыколь) и солоноватую (оз. Таранколь, Жалтыр) воду, многие озера заболочены [1].

На территории буферной зоны центральной части Трансказахстанского канала пораженность опасными процессами показана на фрагменте инженерно-геологической карты предполагаемой трассы канала (рисунок).



Инженерно-геологическая карта

Engineering-geological map

Выветривание – непрерывно развивающийся процесс, интенсивность которого зависит от свойств пород, их структуры, текстуры, трещиноватости, минерального состава, от климатических условий. При *выветривании* глинистых пород происходит раскрытие существующих и образование новых трещин, разрыхление, сопровождающееся возрастанием пористости, образованием вторичных минералов. Выветривание ухудшает физико-механические свойства пород, изменяет их водопроницаемость. Доминирующим видом выветривания в буферной зоне является физическое, при котором происходит механическое раздробление на составляющие компоненты без изменения минерального и химического состава. Выветривание поверхностных отложений проявляется на

пределах слабоволнистых денудационных равнин буферной зоны канала. Здесь элювиальные четвертичные отложения мощностью 3-5 м представлены в основном бесструктурными глинами и суглинками. В результате попеременного увлажнения и высыхания, промерзания и оттаивания глинистые породы быстро теряют структурные связи, превращаются в дресву и пухляк. Влажность связных грунтов пород элювиальных отложений колеблется от 6,1 до 36,6 %, число пластичности от 8 до 38 %, плотность от 1,34 до 2,03 г/см³ [2]. На исследуемой территории отмечается и физико-химическое выветривание. Оно развито на поверхности сухих солончаков, где при кристаллизации солей происходит разрыхление глинистой поверхности. Химическое выветривание имеет подчиненное значение. Оно сводится к разложению горных пород и сопровождается существенным изменением минерального состава. В результате химического выветривания происходит образование и накопление минерального вещества в тонкодисперсном состоянии. На интенсивность выветривания значительное влияние оказывает склонность глинистых пород к набуханию при увлажнении и усадке при высушивании, а также процессы сезонного промерзания. Наиболее активно выветривание глин происходит в случаях, когда породы оказываются в условиях среды при резкой смене физико-химической обстановки (откосы каналов в режиме попеременного обводнения и увлажнения, борта и стенки карьеров, котлованов и т.д.). Выветривание тесно переплетается с такими геологическими процессами как карст, суффозия механическая и химическая, эрозия [2, 3].

Процесс речной эрозии широко распространен на территории буферной зоны Трансказахстанского канала, приурочен к руслам рек, руслам временных и мелких постоянных водотоков. Развитие эрозионных процессов происходит неравномерно. Наиболее активны они в весенний паводковый период интенсивного снеготаяния, когда уровни воды резко поднимаются, и соответственно увеличивается энергия руслового потока. В меженный период уровни воды, расходы рек значительно сокращаются и к концу лета многие из них пересыхают, образуя вытянутую вдоль русла цепь мелких плесов. Наиболее эрозионное воздействие реки оказывают на выпуклых изгибах русел, где активизируются подмыв и боковое обрушение берегов, размываются уступы речных террас и образуются трещины бортового отпора. Морфология речных долин (высота, крутизна склонов, наличие террас), меандрированность русел обусловлена гидрогеологическими характеристиками потоков, литологией размываемых пород, активностью новейших тектонических поднятий.

Для всей буферной зоны Трансказахстанского канала *оврагообразование* является характерным и широко распространенным процессом. Ведущие факторы развития процесса определяются литологическим строением, рельефом дневной поверхности, характером растительности и континентальностью климата. Овраги приурочены, как правило, к легкоразмываемым и размываемым супесчано-суглинистым породам аллювиальных средне-верхнечетвертичных отложений (аQ_{II-III}) слагающих I, II, III надпойменные террасы в долинах рек. Для глинистых грунтов характерны невысокая коллоидная активность, различная консистенция, сравнительно быстрая размокаемость. Угол внутреннего трения для них составляет в среднем 20°. Диапазон значений физико-механических свойств широк в зависимости от литологического состава грунтов. Плотность частиц изменяется от 2,66 для песчаных разностей до 2,74 г/см³ – для глинистых; коэффициент пористости – от 0,8 до 1,0 (для рыхлых грунтов) и от 0,4 до 0,5 (для плотных). Коэффициент фильтрации составляет в среднем 22 м/сут для крупных песков, 5 м/сут – для мелких, 1 м/сут – для супесей. Поверхность аллювиальных надпойменных террас изрезана многочисленными оврагами, рытвинами и блюцеобразными понижениями суффозионно-просадочного генезиса. На активизацию оврагов существенное влияние оказывает хозяйственная деятельность. При строительстве Трансказахстанского канала возникает необходимость защиты инженерных сооружений от воздействия овражной эрозии [2, 3].

Плоскостной смыв является существенным рельефообразующим процессом в формировании поверхности. Интенсивность смыва во многом зависит от состава слагающих пород, задернованности уклонов. Результатом плоскостного смыва являются серии мелких борозд, рытвин, промоин. Повышенное содержание глинистой фракции увеличивает плотность и сцепление грунтов, снижая при этом размываемость пород. Грубообломочные грунты обладают слабой размываемостью и менее подвижны. Наиболее простым средством предупреждения плоскостного смыва является одерновка и устройство водоотводов и ливнестоков.

Просадочные явления связаны с периодическим неравномерным увлажнением и усыханием пород в пределах бессточных частей равнины. По мнению большинства исследователей, они являются причиной образования отрицательных микроформ рельефа. Характерно, что серии западин (степных блюдец) и бидаяков наиболее часто встречаются в местах, где мощность просадочных пород максимальная. Карстопроявления отмечены в полосе развития нижне-среднеордовикских известняков. Погребенные карстовые воронки, как правило, выполнены глинистым материалом. Несколько открытых карстовых полостей сечением около 1 м^2 и длиной свыше 3 м встречено в известняках левого берегового уступа долины р. Есиль. Просадочные явления и карст создают ослабленные зоны, которые обычно способствуют формированию интенсивного развития эрозионных процессов. Наиболее часто просадочные формы встречаются на поверхности озерно-аллювиальных верхнеплиоценовых нижнечетвертичных (IaN_2-Q_I) и делювиально-пролювиальных среднечетвертичных-современных отложений (dpQ_{II-IV}), представленных глинами, суглинками, супесями, песками разномзернистыми. Суглинистые отложения пылеватые и макропористые в верхней части разреза (плотность $1,75-1,87 \text{ г/см}^3$, число пластичности – 7-16 %) при водонасыщении быстро размокают и обнаруживают просадочные свойства. Однако встречаются разности глин бейделлитового или каолинит-монтмориллонитового состава, проявляющие набухающие свойства (величина свободного набухания от 4,8 до 27,3 %, плотность – $1,77-2,04 \text{ г/см}^3$, число пластичности – 34-49 %, пористость – 34-49 %). Пески от тонко- до крупнозернистых, карбонатные, глинистые, нередко ожелезненные. Плотность частиц песков изменяется от $2,60$ до $2,68 \text{ г/см}^3$; плотность при минимальном уплотнении – от $1,38$ до $1,44 \text{ г/см}^3$; плотность при максимальном уплотнении – $1,69$ до $1,88 \text{ г/см}^3$ [3, 5]. На участках развития пород отмечаются континентальное засоления грунтов, просадочные явления, линейная эрозия и плоскостной смыв. При строительстве канала и хозяйственном освоении территории следует учитывать специфические просадочные так и набухающие свойства глинистых грунтов. Содержание легкорастворимых солей в связанных грунтах комплекса не превышает 0,4 %.

Засоление грунтов – один из наиболее распространенных и характерных процессов на всей территории зоны влияния Трансказахстанского канала. Интенсивность развития процесса неравномерна. Широкому развитию засоления способствует слабая дренированность, высокая испаряемость с водной поверхности, близкое залегание к поверхности высокоминерализованных грунтов. Содержание водорастворимых солей и засоление грунтов во многом зависит от гипсометрического положения. На более высоких отметках сумма водорастворимых солей в грунтах составляет 0,1-0,5 %, по периферии депрессий рельефа эта величина превышает 2 %. Высокая засоленность грунтов существенно сказывается на увеличении их коррозийной способности.

Засоление грунтов наиболее активно протекает в понижениях рельефа с близким (до 3 м) залеганием к поверхности грунтовых вод. В твердой фазе солончаков накапливаются наименее растворимые соли $CaCO_3$, $MgCO_3$, $CaSO_4$ и др. В местах близкого залегания уровня грунтовых вод засоление связано с процессами испарительной концентрации в засушливое время года и накопления солей на поверхности почв.

В буферной зоне канала можно выделить два типа засоления:

- солончаки, формирующиеся в понижениях рельефа в местах близкого залегания водоупорных глин. Сюда с повышенных участков сносится большое количество растворимых солей;
- засоление приурочено к днищам озерных котловин и связано с разгрузкой и близким (до 3 м) залеганием уровня минерализованных грунтовых вод. Здесь преобладают мокрые и пухлые солончаки с сообществом солянки, солероса. В сухое время года покрываются корочкой соли от 2 до 2,5 см, под которой залегают глинистые грунты [2, 3].

На прилегающей к каналу территории будет происходить процесс засоления грунтов зоны аэрации. Природные условия будут способствовать активному развитию процесса.

Заболачивание распространено в днищах крупных озерных котловин, на речных поймах. Русловые врезы долин и озерные котловины являются региональными базисами разгрузки подземного стока. Активизации заболачивания способствуют подъемы уровней воды в половодьях и паводки, при которых затоплению и остаточному заболачиванию подвергается обширная низменная Убаган-Тургайская ложбина, песчано-глинистую толщу, которой выполняют озерно-аллювиальные средне-верхнечетвертичные отложения (IaQ_{II-III}). Здесь преобладают глины в различной степени

песчанистые с прослоями песков, алевролитов, суглинков, супесей. Глины комплекса при пористости 35-48 % имеют плотность частиц 2,68-2,87 г/см³, число пластичности – 17-46 %. Величина свободного набухания глин природной структуры от 6 до 40 % в зависимости от минералогического состава дисперсной фракции. В естественном состоянии угол внутреннего трения от 11 до 24°, при полном водонасыщении от 6 до 16°. Заболачивание характерно для плоских озерных котловин (оз. Таранколь, Кок, Кушмурун и т.д.), сложенных среднечетвертичными-современными отложениями (IQ_{II-IV}). Озерные осадки представлены суглинками, глинами, песками, илы с прослоями и линзами супесей, песчаников, гравелитов. Суглинки комплекса отличаются самой различной консистенцией – от твердой до мягкопластичной, что во многом определяется режимом увлажнения озерных котловин. В условиях естественного залегания суглинки имеют плотное сложение – 1,74-1,83 г/см³. Плотность частиц изменяется от 2,64 до 2,79 г/см³. Суглинки пылеватые от легких до тяжелых с числом пластичности 7-15 %. Глины песчанистые с числом пластичности 18 % имеют плотное сложение и характеризуются средним значением плотности 1,80 г/см³. Угол внутреннего трения 19° в естественном состоянии и 14° в водонасыщенном. Для грунтов комплекса характерно засоление, сухой остаток достигает 6,4 % на 100 г сухой навески [3-5]. На режим развития процесса заболачивания существенное влияние оказывает антропогенный фактор. Хозяйственные мероприятия зачастую приводят к возникновению заболоченностей в местах, где природные условия исключают возможность их образования (прорывы вод из обводнительных каналов). Режим заболачивания земель вне сферы влияния антропогенных факторов определяется климатическими условиями, режимом выпадения осадков и формирования поверхностного стока. В ряде случаев источником заболачивания являются грунтовые воды. Ложбины заболоченности и мочажины приурочены к очагам разгрузки грунтовых вод. [3, 4]. На территории распространения грунтов комплексов следует ожидать активизацию процессов засоления и заболачивания в сфере влияния Трансказахстанского канала.

Развитие подпора грунтовых вод в зоне влияния канала также может приводить к заболачиванию территории и засолению. Развитие этого процесса возможно в пределах современных аллювиальных пойменных отложений рек Убаган, Кундузды, Чаглинка, Селеты, Ишим, Шыйли, Тенек. В литологическом составе пески разнозернистые, суглинки, супеси, глины.

Песчаные отложения по гранулометрическому составу разнородны, что связано с особенностями их формирования. Содержание глинистой фракции 0-4 %, пылеватой 5,0-55 %, песчаной 22-94 %; плотность частиц 2,66-2,75 г/см³. Плотность песков при минимальном уплотнении изменяется от 1,22 до 1,58 г/см³. Сравнительно высокое значение максимальной влагоемкости (9,0-26,0 %) объясняется повышенной глинистостью отложений. Угол естественного откоса песков в сухом состоянии составляет 26-32°, под водой – 18-22. Коэффициент фильтрации, по данным опытных наливов, достигает 5 м/сут, реже более. Суглинки пористые, сравнительно однородные, с высоким содержанием пылеватых частиц (до 45,0 %). Плотность частиц грунта от 2,71 до 2,78 г/см³, плотность сухого грунта 1,30-1,66 г/см³ при пористости до 47 %. Коэффициент фильтрации не превышает 0,3 м/сут. По консистенции суглинки являются твердыми. Число пластичности 8-14%. Суглинки относятся к слабо- и средnezасоленным: содержание водно-растворимых солей составляет 0,21-1,04 %. В составе солей преобладают сульфаты (10 мг-экв), хлоридов в породах обычно не более 0,3-1,2 мг-экв. В составе пойменных отложений отмечаются прослои и линзы глин алевролитистых с содержанием глинистых фракций 54-78 %. Плотность частиц их составляет 2,71-2,83 г/см³, плотность сухого грунта – 1,41-1,54 г/см³. Глины по консистенции относятся к полутвердым, среднеуплотненным, пористость не превышает 52 %. Величина плотного остатка в водных вытяжках достигает 4 %, тип засоления глин карбонатно-сульфатный [1, 5]. Аллювиальные отложения характеризуется сульфатной агрессивностью, что создает внутреннее напряжение, ведущее к разрушению бетона и металла.

Выводы. Развитие инженерно-геологических процессов может быть уменьшено с применением систем инженерных сооружений и мероприятий по защите прилегающих территорий: дренаж за насыпью канала, дамбы обвалования, планировка территории, коллекторно-дренажная и сбросная сеть с использованием естественных русел рек в качестве магистральных коллекторов. Применение «щадающей» технологии строительства. Недопустимы сухие способы разработки, перемещения, планировки и складирования грунтов. Строительно-планировочные работы должны

завершаться площадной лесомелиорацией. В сфере влияния канала переустройство систем отгонного животноводства должно осуществляться не только с учетом санитарных требований, но и с целью предотвращения очагов дефляции и эрозии. В условиях эксплуатации канала уровень воды большинства озер (часто пересыхающих) повысится. С появлением фильтрационных озер увеличатся площади затопляемых, заболачиваемых и засоляемых территорий. Подпор грунтовых вод в сфере влияния Трансказахстанского канала окажет существенное влияние на изменение сложившегося водно-солевого режима. Снижение прочностных и деформационных свойств будет наблюдаться практически у всех разновидностей пылевато-глинистых грунтов, особенно со степенью влажности менее 0,8. Водонасыщение грунтов заметно уменьшает величины сцепления. Изменения природных свойств и состояний грунтов будут определяться особенностями транс-формации гидрогеологического режима. Наибольшие изменения водно-физических, прочностных и деформационных свойств пород будут происходить в зоне колебаний уровней подпорных водо-носных горизонтов. Наиболее неблагоприятен такой режим для участков, сложенных набухающими грунтами. Наличие на некоторых участках просадочных грунтов, отрицательно влияющих на устойчивость откосов, создаст определенные трудности при строительстве и эксплуатации канала.

В буферной зоне Трансказахстанского канала широко развит ряд экзогенных геодинамических процессов, существенно влияющих на формирование инженерно-геологических условий (континентальное засоление грунтов, эрозия, заболачивание и т. д.). Под влиянием антропогенных факторов возможна активизация процессов, о чем свидетельствуют эксплуатируемые крупные гидротехнические комплексы (Иртыш-Караганда-Жезказган, Ферганский, Каракумский и др.).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Нурмамбетов Э.И., Потапова Г.М., Медеуов А.Р. и др. Рельеф Казахстана (пояснительная записка к геоморфологической карте Казахской ССР масштаб 1 : 1 500 000). – В 2 частях. – Алма-Ата: Гылым, 1991. – 168 с. и 174 с.
- [2] Инженерная геология СССР. – Т. 6: Казахстан / Под ред. В. И. Дмитриевского. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 296 с.
- [3] Инженерно-геологические и почвенно-мелиоративные условия Казахстана / Под ред. В. П. Бочкарева. – Алма-Ата: Наука, 1982. – 137 с.
- [4] Геологическая карта СССР. М-6 1 : 200 000. Пояснительные записки. Серия Тургайская. – М.: Недра, 1962, 1967, 1974 гг.
- [5] Инженерная геология СССР. Урал, Таймыр и Казахская складчатая страна / Под ред. И. А. Печеркина. – М.: Недра, 1990. – 408 с.

REFERENCES

- [1] Nurmambetov E.I., Potapova G.M., Medeuov A.R. et. Relief of Kazakhstan (Explanatory note to the geomorphological map of the Kazakh SSR, scale 1 : 1 500 000). In 2 parts. Alma-Ata: Gylym, 1991. 168 p. and 176 p.
- [2] Engineering Geology of the USSR. Volume 6. Kazakhstan / Edited by V. I. Dmitrov. M.: University Press, 1977. 296 p.
- [3] Engineering geological and soil-reclamation conditions of Kazakhstan / Edited by V. P. Bochkarev. Alma-Ata: Gylym, 1982. 137 p.
- [4] The geological map of the USSR. Scale 1 : 200 000. An explanatory note. Turgay series. M.: Nedra, 1962, 1967, 1974.
- [5] Engineering Geology of the USSR. Ural, Taimyr and Kazakh folded country / Edited by I. A. Pecherkina. M.: Nedra, 1990. 408 p.

А. Н. Митрофанова, Р. Ш. Калита, А. Д. Абитбаева, С. А. Уксукбаева

ТОО «География институты», Алматы, Қазақстан

ТРАНСҚАЗАҚСТАН КАНАЛЫНЫҢ ОРТАЛЫҚ БӨЛІГІ АУМАГЫНЫҢ ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК-ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫН ТАЛДАУ

Аннотация. Геоморфологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайлардың сипаттамасының негізі ретінде грунттардың құрамын, қасиеттері мен қалпын, сонымен қатар инженерлік құрылыстармен өзара әрекеттесуінде шөгінділердің жағдайларын есепке алатын грунттарды инженерлік-геологиялық жіктеу қағидасы алынған. Беткі шөгінділер генезисі бойынша әртүрлі төрттік түзілімдерден тұрады. Бедер түзілудің төрттік кезені қауіпті үдерістердің кең дамуымен сипатталады. Төрттік түзілімдердің негізгі генетикалық типтеріне келесілер жатады: аллювийлік, көлдік, көлдік-аллювийлік, делювийлік-пролювийлік, элювийлік. Төрттік кезенге дейінгі шөгінділер терригендік қанық бояулы формациялар болып табылады.

Түйін сөздер: инженерлік-геологиялық және геоморфологиялық жағдайлар, грунттар, тау жыныстары, физико-механикалық қасиеттер, қауіпті үдерістер.