

**КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СОСТОЯНИИ  
ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ Г. КЫЗЫЛ**

**1. Общая характеристика водоснабжения города**

Основной источник хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Кызыл – подземные воды. Водоснабжение осуществляется двумя крупными водозаборами – ООО «Водоканал-Сервис», АО «Кызылская ТЭЦ» и рядом мелких групповых и одиночных водозаборов. Доля подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Кызыл составляет 100 %.

По состоянию на 01.01.2020, по предварительным данным государственного баланса запасов, для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения г. Кызыл разведаны и оценены запасы 11 месторождений (участков) подземных вод в количестве 159,57 тыс. м<sup>3</sup>/сут (Табл. 1).

Таблица 1

Сведения о балансовых запасах, добыче и количестве МПВ (УМПВ)  
питьевых подземных вод

Количество оцененных месторождений подземных вод (по данным ФГБУ «Росгеолфонд»), шт., в том числе:		Утвержденные запасы подземных вод (по данным ФГБУ «Росгеолфонд»), тыс. м <sup>3</sup> /сут	Добыча подземных вод в 2019 году (по данным стат. отчетности форма 4-ЛС), тыс. м <sup>3</sup> /сут			Степень освоения запасов, %
			всего	в том числе:		
в РФН*	в НФН**			на месторождениях (участках)	на участках с неутвержденными запасами	
8	3	159,57	23,005	22,841	0,164	14,3 %

\* - РФН – распределенный фонд недр;

\*\* - НФН – нераспределенный фонд недр.

Кроме того, для водоснабжения населения города протоколом ТКЗ утверждены забалансовые запасы питьевых подземных вод месторождения Участок Кызыльский 9, в количестве 0,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

По предварительным данным стат. отчетности (форма 4-ЛС), в 2019 г. на территории г. Кызыл суммарная добыча подземных вод составила 23,005 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в т.ч.: на месторождениях – 22,841 тыс. м<sup>3</sup>/сут (в эксплуатации находилось 8 участков месторождений), на участках с неутвержденными запасами – 0,164 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Степень освоения запасов составила 14,3 %.

Месторождение с забалансовыми запасами так же находится в распределенном фонде недр. В 2019 г. в его пределах добыто 0,054 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Большую часть запасов (85,7 %), утвержденных для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Кызыл, составляют запасы трех месторождений (участков): Водозаборного участка Верхне-Енисейского МПВ (57,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут), Коктейского МПВ (50,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут) и Малоенисейского МПВ (29,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут). На долю двух из них – Верхне-Енисейского и Малоенисейского – приходится порядка 96,6 % всей отбираемой воды (22,218 тыс. м<sup>3</sup>/сут).

**2. Характеристика режима эксплуатации водозаборов**

Наибольшую нагрузку на гидрогеодинамическое состояние подземных вод оказывают водозаборы Кызыльский городской и АО «Кызылская ТЭЦ». Интенсивная эксплуатация на участках групповых водозаборов не приводит к существенному снижению уровней подземных вод и сработке запасов, поскольку они являются инфильтрационными. В таких условиях поверхностные воды обеспечивают стабильность

и высокую производительность водозаборов, а сформировавшиеся депрессионные воронки имеют небольшие размеры и локализованы вдоль рядов эксплуатационных скважин. В настоящее время подземные воды находятся в условиях установившейся фильтрации, когда величина водоотбора сбалансирована притоком из реки. На качество подземных вод эксплуатация водозаборов негативного влияния не оказывает.

### **3. Характеристика качества подземных вод**

В естественных условиях подземные воды г. Кызыл соответствуют санитарным нормам и правилам. На большинстве групповых и одиночных водозаборов г. Кызыл, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, качество подземных вод отвечает нормативным требованиям, гидрогеохимический режим их достаточно стабилен в течение всего периода работы водозаборов.

Серьезное опасение вызывает только качество подземных вод, добываемых населением частного сектора из неглубоких скважин и трубчатых колодцев, расположенных в непосредственной близости от техногенных объектов. Одним из таких является пгт. Каа-Хем, расположенный в зоне влияния золошлакоотвала Кызылской ТЭЦ. Здесь в подземных водах фиксируются превышения нормативных значений по нитратам (1,65-2,22 ПДК), а также по алюминию (2,3-6,15 ПДК), нефтепродуктам (5,3 ПДК) и фенолам (2 ПДК). Рекомендуется перевести указанную часть населения на централизованное водоснабжение из защищенных подземных водоисточников.

### **4. Характеристика участков загрязнения подземных вод**

В пределах г. Кызыла (*Кызылский промышленный район*) загрязнение подземных вод на локальных участках фиксируется в зонах влияния крупных предприятий, – городская ТЭЦ (золоотвал), очистные сооружения, полигон ТБО, промышленная зона и др. В целом, локальные участки загрязнения на качество подземных вод, эксплуатируемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения крупными водозаборами, влияния не оказывают.

В районе золошлакоотвала ТЭЦ в многолетнем плане изменения качества подземных вод четвертичных отложений носят стабильный характер. Превышения нормативов фиксируются по алюминию (до 4,3 ПДК), минерализации (1,3 ПДК) и общей жесткости (1,9 ПДК).

На участке очистных сооружений г. Кызыла в подземных водах четвертичных отложений фиксируется повышенное значение перманганатной окисляемости (1,12 ПДК). Влияние очистных сооружений на подземные воды присутствует, но на данном этапе оно является не постоянным во времени и четких тенденций к повышению интенсивности загрязнения не прослеживается.

На участке Кызылского полигона ТБО в подземных водах юрских отложений по результатам опробования в 2019 г. содержание нитратов достигало 3,4 ПДК, аммония - 1,5 ПДК, перманганатной окисляемости – 1,4 ПДК, бора - 1,3 ПДК, стронция – 2 ПДК, магния (4,6 ПДК), натрия (1,2 ПДК), а также отмечается превышение ПДК по общей жесткости (4 ПДК) и минерализации (2,7 ПДК). Во времени хорошо прослеживается положительная динамика загрязнения нитратами. Зона влияния полигона ТБО в настоящее время не распространяется на действующие водозаборы, расположенные ниже по потоку подземных вод в мкр. Спутник, но в перспективе опасность загрязнения существует.

## **ВЫВОДЫ:**

1. Централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение г. Кызыл осуществляется за счет подземных вод. Водоснабжение города осуществляется двумя крупными водозаборами – ООО «Водоканал-Сервис», АО «Кызылская ТЭЦ» и рядом мелких групповых и одиночных водозаборов.

2. Наибольшую нагрузку на гидрогеодинамическое состояние подземных вод оказывают водозаборы Кызылской городской и АО «Кызылская ТЭЦ». Максимальная

сработка уровня эксплуатируемого горизонта не выходит за пределы допустимых значений. Депрессионные воронки имеют небольшие размеры и локализованы вдоль рядов эксплуатационных скважин.

3. На большинстве групповых и одиночных водозаборов г. Кызыл, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, качество подземных вод отвечает нормативным требованиям.

4. Фиксируется загрязнение подземных вод, используемых населением для собственных нужд из неглубоких скважин и колодцев в зоне влияния техногенных объектов. Рекомендуются перевести указанную часть населения на централизованное водоснабжение от защищенных подземных водоисточников.

5. В пределах г. Кызыл (Кызылский промышленный район) отмечается значительная техногенная нагрузка на геологическую среду, однако загрязнение подземных вод в пределах городской ТЭЦ (золоотвал), очистных сооружений и полигона ТБО носит локальный характер и на качество вод, добываемых на крупных водозаборах для хозяйственно-питьевого водоснабжения, влияние не оказывает

### КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СОСТОЯНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

#### *1. Общая характеристика водоснабжения субъекта*

Основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Республики Тыва являются подземные воды, их доля в 2019 г. составила 94,6 %. На территории республики централизованное водоснабжение поверхностными водами организовано только на 1 водозаборе в с. Хову-Аксы.

По состоянию на 01.01.2020, по предварительным данным государственного баланса запасов, на территории Республики Тыва утверждены балансовые запасы питьевых и технических (преных и солоноватых) подземных вод в количестве 211,584 тыс. м<sup>3</sup>/сут по 44 месторождениям (участкам) (Табл 2). Кроме того, запасы 2 месторождений в количестве 0,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут отнесены к забалансовым. Большая часть запасов (85 %) утверждены на месторождениях (участках), расположенных в окрестностях г. Кызыл, пгт. Каа-Хем и г. Ак-Довурак.

Таблица 2

Сведения о балансовых запасах, добыче и количестве МПВ (УМПВ) питьевых и технических подземных вод на территории Республики Тыва

Количество оцененных месторождений подземных вод (по данным ФГБУ «Росгеолфонд»), шт., в том числе:		Утвержденные запасы подземных вод (по данным ФГБУ «Росгеолфонд»), тыс. м <sup>3</sup> /сут	Добыча подземных вод в 2019 году (по данным стат. отчетности форма 4-ЛС), тыс. м <sup>3</sup> /сут			Степень освоения запасов, %
в РФН*	в НФН**		всего	в том числе:		
				на месторождениях (участках)	на участках с неутвержденными запасами	
26	18	211,584	39,621	29,494	10,127	13,9 %

\* - РФН – распределенный фонд недр;

\*\* - НФН – нераспределенный фонд недр.

По предварительным данным статистической отчетности (форма 4-ЛС), в 2019 г. на территории Республики Тыва суммарная добыча питьевых и технических подземных вод составила 39,621 тыс. м<sup>3</sup>/сут, в т.ч.: на 26 месторождениях (участках) – 29,494 тыс. м<sup>3</sup>/сут, на участках с неутвержденными запасами – 10,127 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Степень освоения запасов в целом по области составила 13,9 %.

Для питьевого водоснабжения используются, преимущественно, подземные воды четвертичных отложений. Максимальный водоотбор производится в г. Кызыле. Крупные

системы централизованного водоснабжения расположены также в г. Ак-Довурак, Шагонар, пгт. Каа-Хем, сс. Бай-Хаак и Чаа-Холь. В остальных населенных пунктах водоснабжение осуществляется, в основном, одиночными водозаборными скважинами, в части населенных пунктов централизованное водоснабжение отсутствует. Подавляющая часть мелких водозаборов работает на неутвержденных запасах.

### ***2. Характеристика режима эксплуатации водозаборов***

На территории республики водозаборов, оказывающих существенно влияние на состояние подземных вод, нет. Водозаборы работают в установившемся режиме, понижение уровней в основных эксплуатируемых водоносных горизонтах не превышает допустимые, сработка запасов не происходит. Крупные депрессионные воронки, имеющие региональное развитие и связанные со значительным водоотбором и водоотливом, отсутствуют.

Наибольшую нагрузку на гидрогеодинамическое состояние подземных вод оказывают водозаборы Кызылский городской и АО «Кызылская ТЭЦ». В результате многолетней эксплуатации подземных вод сформировались локальные депрессионные воронки небольших размеров. Более подробно состояние подземных вод в данном районе рассмотрено выше при характеристике состояния подземных вод в районе г. Кызыл.

### ***3. Характеристика качества подземных вод***

В естественном состоянии подземные воды территории Республики Тыва соответствуют нормативным требованиям. Исключение составляют показатели общей жесткости и минерализации, а также сульфаты, магний или натрий, которые возрастают в зонах затрудненного водообмена.

Подавляющая часть водозаборов работает на неутвержденных запасах, а о качестве добываемых вод, можно судить только по материалам проведенных обследований. Для питьевого и технического водоснабжения используются, преимущественно, подземные воды четвертичных и кембрийских отложений.

По результатам опробования в 2019 г. в скважинах с. Ильинка выявлены повышенные содержания нитратов (до 3,4 ПДК), общей жесткости (до 1,3 ПДК). В с. Бурен-Бай-Хаак в 2-х скважинах зафиксировано железо (2,1 ПДК) и марганец (3,5 ПДК).

В подземных водах четвертичных отложений, опробованных на территории Чаданского месторождения подземных вод, которое находится в нераспределенном фонде недр, выявлены аммоний (11,3 ПДК), железо (2,1 ПДК) и перманганатная окисляемость (1,1 ПДК), что является следствием не удовлетворительного санитарного состояния разведочно-эксплуатационных скважин.

### ***4. Характеристика участков загрязнения подземных вод***

Потенциальными источниками загрязнения подземных вод на территории Республики Тыва, являются ряд промышленных и сельскохозяйственных предприятий, стихийные и организованные свалки, склады ядохимикатов, склады ГСМ, АЗС. Все наблюдаемые очаги загрязнения носят локальный характер, их масштабы достоверно не установлены из-за малого количества наблюдательных скважин на постах. К сожалению, ни на одной из АЗС нет наблюдательных скважин. Информация о ведении объектного мониторинга, в большинстве случаев, закрыта для общего доступа и в геологические фонды не предоставляется.

Наиболее подвержены загрязнению подземные воды первого от поверхности водоносного горизонта в пределах селитебных территорий городов и населенных пунктов. Основные загрязняющие вещества техногенного происхождения в подземных водах – нитраты, аммоний, хлориды, сульфаты, магний, органика, мышьяк, натрий, находящиеся в концентрациях выше ПДК.

В подземных водах юрских отложений на Каа-Хемском угольном разрезе в 2019 году в значительных концентрациях содержатся аммоний (1,76 ПДК), сульфаты (3,6 ПДК), натрий (2,14 ПДК), магний (12,65 ПДК), отмечаются повышенная ПДК по общей жесткости (8,57 ПДК), минерализации (5 ПДК) и перманганатной окисляемости

(1,73 ПДК). Тенденций к увеличению загрязнения подземных вод не прослеживается. По мере удаления от карьера степень загрязнения подземных вод снижается.

На территории Хову-Аксинского кобальт-никелевого месторождения отходы производства комбината «Тувакобальт» складированы в «карты» и траншейные хвостохранилища. По данным лабораторных исследований общая жесткость составляет 1,14 ПДК, концентрации марганца до 13,6 ПДК, а показатель перманганатной окисляемости - 2,24 ПДК.

Из-за общего повышения уровней подземных вод на полигоне ядохимикатов в Кызылском районе большая часть захоронения оказалась затопленной, продукты распада токсичных веществ и их производных попадают в подземные воды четвертичных отложений, в которых фиксируется загрязнение аммонием (1,87 ПДК), магнием (2,43 ПДК), а также отмечается превышение ПДК по общей жесткости (до 2,14 ПДК), минерализации (до 1,20 ПДК) и окисляемости перманганатной (3,2 ПДК). В повышенных концентрациях в воде обнаружен мышьяк (1,5 ПДК). Загрязнение распространяется на расстояние около 3 км вниз по потоку подземных вод и направлено в сторону минерального источника Тос-Булак, имеющего огромное культурное и оздоровительное значение для местного населения, и далее в долину р. Енисей и к водозаборам г. Кызыла.

### **ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ:**

1. Централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение населения Республики Тыва осуществляется за счет использования подземных и поверхностных вод. Большая часть разведанных и оцененных запасов подземных вод утверждена на месторождениях (участках), расположенных в окрестностях г. Кызыл, пгт. Каа-Хем и г. Ак-Довурак.

2. На территории республики водозаборов, оказывающих существенно влияние на состояние подземных вод, нет. Водозаборы работают в установившемся режиме, понижение уровней в основных эксплуатируемых водоносных горизонтах не превышает допустимые, сработка запасов не происходит.

3. Все наблюдаемые участки загрязнения подземных вод носят локальный характер.

4. Потенциальными источниками загрязнения подземных вод на территории республики, требующими организации наблюдательной сети, являются ряд промышленных и сельскохозяйственных предприятий, стихийные и организованные свалки, склады ядохимикатов, склады ГСМ, АЗС.

### **КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА**

На территории Республики Тыва наибольшее распространение имеют гравитационно-эрозионные процессы, овражная эрозия, обвалы и осыпи, а также отмечаются криогенные процессы и подтопления территорий.

Гравитационно-эрозионные процессы оказывают наибольшее негативное воздействие на хозяйственные объекты Республики, в частности, на дорожную сеть, мостовые переходы. Активное развитие процессов приводит к разрушению дорожных насыпей. Активизация гравитационно-эрозионных процессов часто связана с ливневыми дождями и подъемом уровня воды в реках, вследствие чего размываются и разрушаются многочисленные участки автодорог регионального и межмуниципального значения, проложенные вдоль мелких рек или пересекающие их. На территории Республики Тыва негативному воздействию гравитационно-эрозионных процессов подвержены автомобильные дороги вдоль рек Аянгаты, Хууле, Улуг-Хондергей, Чыргакы. Частично и

полностью разрушены небольшие мосты, размывы подъезды к мостам, образованы промоины с разрушением дорожного полотна на отдельных участках.

Овражная эрозия развита на предгорных шлейфах и уступах, подмываемых крупными водотоками, и, кроме того, на склонах, сложенных рыхлыми отложениями. Овраги и промоины интенсивно развиваются, в основном, во время снеготаяния и ливневых дождей и приводят к нарушению дорожного полотна. Протяженность оврагов может достигать 30-50 метров. Это участки на юге Алтае-Саянской горной области, в районах Каа-Хемское нагорья (с. Сизим) и предгорья Куртушубинского хребта (с. Уюк). Часто промоины развиваются по искусственным бортам дорог, сложенных рыхлыми отложениями, например, на Бегрединском участке автодороги М-54. Рост оврагов и углубление промоин наблюдается по террасовидному эрозионному уступу в восточной части с. Сайлыг.

Областью распространения обвалов и осыпей являются горы и крутые денудационные склоны в котловинах. В целом, опасность для человека от воздействия этих процессов незначительна. Исключение составляют отдельные участки автодорог республиканского и федерального значения, проложенные в горных районах, вдоль скальных стенок, сложенных сильно трещиноватыми породами.

На территории республики широко развиты многолетнемерзлые породы и связанные с ними криогенные процессы и явления. Основная область развития приурочена к горным районам. В котловинах, на отдельных заболоченных участках проявляются процессы морозного пучения, приводящие к созданию мелкобугристого рельефа. Термокарст, солифлюкция отмечаются в гольцовом поясе – в районах сплошного распространения многолетнемерзлых пород.

Подтоплению подвержены территории населенных пунктов, расположенных на высоких пойменных террасах с неглубоким залеганием грунтовых вод. Это часть г. Кызыл (микрорайон Кожзавод, восточная часть города – район Орбиты, а также дачные участки), п. Каа-Хем, с. Элегест, с. Систиг-Хем, с. Хондергей. Основным фактором, способствующим активизации процесса, является подъем уровня в реках, связанный с режимом снеготаяния и обильными осадками.

### **ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ:**

1. В Республике Тыва развиваются гравитационные (обвалы, осыпи), гравитационно-эрозионные процессы, овражная эрозия, подтопление, а также криогенные процессы.

2. На территории Республики Тыва негативному воздействию гравитационно-эрозионных процессов подвержены автомобильные дороги вдоль рек Аянгаты, Хууле, Улуг-Хондергей, Чыргакы. Частично и полностью разрушены небольшие мосты, размывы подъезды к мостам, образованы промоины с разрушением дорожного полотна на отдельных участках.

3. Овражная эрозия развита на предгорных шлейфах и уступах, подмываемых крупными водотоками, и, кроме того, на склонах, сложенных рыхлыми отложениями. Протяженность оврагов может достигать 30-50 метров. Это участки на юге Алтае-Саянской горной области, в районах Каа-Хемское нагорья (с. Сизим) и предгорья Куртушубинского хребта (с. Уюк).

4. Областью распространения обвалов и осыпей являются горы и крутые денудационные склоны в котловинах, где проходят участки автодорог республиканского и федерального значения.

5. Основная область развития криогенных процессов приурочена к горным районам. В котловинах, на отдельных заболоченных участках проявляются процессы морозного пучения, приводящие к созданию мелкобугристого рельефа. Термокарст, солифлюкция отмечаются в гольцовом поясе – в районах сплошного распространения многолетнемерзлых пород.

6. Подтоплению подвержены территории населенных пунктов, расположенных на высоких пойменных террасах с неглубоким залеганием грунтовых вод: часть г. Кызыл (микрорайон Кожзавод, восточная часть города – район Орбиты, а также дачные участки), п. Каа-Хем, с. Элегест, с. Систиг-Хем, с. Хондергей.

7. Большинство населенных пунктов республики располагаются на территориях с высокой устойчивостью геологической среды и слабой динамичностью ЭГП. Отмечается тенденция к стабилизации скорости развития ЭГП.

8. Для защиты территорий, подверженных гравитационно-эрозионным процессам рекомендуется применение следующих мероприятий: строительство удерживающих сооружений и конструкций, строительство новых и ремонт существующих берегозащитных сооружений

9. Для защиты подтапливаемых территорий рекомендуется применение следующих мероприятий: строительство дренажных сооружений, регулирование стока поверхностных вод, регулирование уровня режима водных объектов, прочистка открытых водотоков и других элементов естественного дренирования, предупреждение утечек из водонесущих коммуникаций.

10. Для защиты территорий подверженных с солифлюкционному процессу рекомендуется закрепление поверхностного слоя растительностью, планировка и выполаживание склонов, создание специальных заградительных сооружений.

11. Для защиты территорий, подверженных термокарстовым процессам, рекомендуется применение следующих мероприятий: сохранение напочвенных растительных покровов, отсыпка территории слоем песчаного или гравийно-песчаного грунта, сплошной по всей застраиваемой территории или под отдельные сооружения и их группы, укладка на поверхности грунта теплоизоляционных покрытий.

12. Для защиты территорий, подверженных процессам овражной эрозии, рекомендуется применение следующих мероприятий: агролесомелиорация, строительство водоулавливающих, водоудерживающих и водорегулирующих сооружений, укрепление участков активного размыва.

#### **КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СОСТОЯНИИ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РАЙОНЕ Г. КЫЗЫЛ**

На территории г. Кызыл отмечается развитие гравитационных процессов – обвалов, осыпей, оползней; криогенного комплекса – солифлюкции, термокарста, криогенного пучения, а также подтопление и просадочные явления.

Обвальные, осыпные и обвально-оползневые процессы широко развиты в горной части (северо-западная часть города). Активизация гравитационных процессов происходит в периоды интенсивного снеготаяния и выпадения дождевых осадков, представляя опасность для сооружений, находящихся у основания склонов.

Гравитационно-эрозионные процессы приурочены к берегам р. Енисей. Здесь развитие комплекса чаще всего связано с эрозионной деятельностью речного потока.

На территории города с неглубоким залеганием подземных вод активно развивается морозное пучение, вызывающее деформацию жилых зданий, их разрушение. Эти явления зафиксированы в районах одноэтажных застроек (улицы Дружба, Сельская, Пролетарская, Шевченко). Зона островного развития многолетнемерзлых пород наблюдается по обрамлению Кызыльской впадины. Здесь, в слое сезонного протаивания горных пород, наиболее активно развиваются солифлюкционный и термокарстовый процесс, образуя типично мерзлотные микроформы рельефа. Термокарстовые воронки диаметром до 20 м при глубине 3-5 м часто заполнены водой.

На части территории города, расположенной в пойме рек, широко развиты процессы подтопления (район Кожзавода, Орбиты, дачные участки). На участке сочленения 1 и 2 надпойменных террас часто наблюдается заболачивание территории.

Заболачиванию способствует близкое залегание грунтовых вод (0-2 м), тонкозернистый состав отложений (илистые суглинки, супеси, мелкозернистые пески).

На отдельных участках города (ул. Рабочая), сложенных с поверхности суглинками, в период таяния сезонной мерзлоты наблюдаются просадочные явления, вызывающие образование провалов на городских дорогах.

### **ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ:**

1. В г. Кызыле развиваются гравитационные процессы – обвалы, осыпи, оползни, криогенные процессы – солифлюкция, термокарст, криогенное пучение, подтопление и просадочные явления.

2. Обвальные, осыпные и обвально-оползневые процессы широко развиты в горной части (северо-западная часть города)

3. Гравитационно-эрозионные процессы приурочены к берегам р. Енисей.

4. Морозное пучение зафиксировано в районах одноэтажных застроек (улицы Дружба, Сельская, Пролетарская, Шевченко).

5. Зона островного развития многолетнемерзлых пород наблюдается по обрамлению Кызыльской впадины. Здесь, в слое сезонного протаивания горных пород, наиболее активно развиваются солифлюкционный и термокарстовый процесс, образуя типично мерзлотные микроформы рельефа. Термокарстовые воронки диаметром до 20 м при глубине 3-5 м часто заполнены водой.

6. На отдельных участках города (ул. Рабочая) наблюдаются просадочные явления.

7. Для защиты территорий, подверженных гравитационно-эрозионным процессам рекомендуется применение следующих мероприятий: строительство удерживающих сооружений и конструкций, строительство новых и ремонт существующих берегозащитных сооружений

8. Для защиты подтапливаемых территорий рекомендуется применение следующих мероприятий: строительство дренажных сооружений, регулирование стока поверхностных вод, регулирование уровня режима водных объектов, прочистка открытых водотоков и других элементов естественного дренирования, предупреждение утечек из водонесущих коммуникаций.

9. Для защиты территорий подверженных с солифлюкционному процессу рекомендуется закрепление поверхностного слоя растительностью, планировка и выполаживание склонов, создание специальных заградительных сооружений.

10. Для защиты территорий, подверженных термокарстовым процессам, рекомендуется применение следующих мероприятий: сохранение напочвенных растительных покровов, отсыпка территории слоем песчаного или гравийно-песчаного грунта, сплошной по всей застраиваемой территории или под отдельные сооружения и их группы, укладка на поверхности грунта теплоизоляционных покрытий.

11. Для защиты территорий от просадочных процессов рекомендуется отсыпка территории слоем песчаного или гравийно-песчаного грунта, укладка на поверхности грунта теплоизоляционных покрытий, создание вентилируемых подполий при строительстве зданий и сооружений, устройство охлаждающих систем, регулирование стока поверхностных вод.