

Детальное районирование по инженерно-геологическим условиям участка (паспортизация) строительства уникального сооружения Уфимском «полуострове»

В.Г.Камалов, П.Е. Челпанов

ООО "Архстройизыскания", 450078, г. Уфа, 8 Марта, д. 32, oooasiz@mail.ru

В работе кратко излагается опыт крупномасштабного районирования по инженерно-геологическим условиям (ИГУ) конкретного участка застройки на территории Уфимского «полуострова». Описана методика составления паспорта участка и определение категории сложности согласно [6].

Геологическая обстановка требовала кроме стандартного комплекса изысканий определить: влияние свойств местных грунтов на сейсмические воздействия в пределах площади участка (сейсмомикрорайонирование), расчётный диаметр возможного провала, геотехнические свойства грунтов при нагрузках до 7-9 кг\см² лабораторными методами, в том числе в условиях трёхосного сжатия, и полевыми испытаниями грунтов статическими нагрузками на штамп на глубину активной зоны, рекомендованной техническим заданием проектной организации.

На участке проектируется строительство многоэтажного общественного здания высотой более 100 м, 3-х уровневая подземная автостоянка, заглубление подземной части - 12м от планировочной отметки, тип фундаментов - монолитная железобетонная плита. Уровень ответственности: 1А «повышенный».

В качестве иерархических уровней характеристики геологической среды и районирования были выбраны таксоны: **мегамассив (регион), макромассив (область), мезомассив (район), участок** [3]. Наиболее низким по рангу районирования по ИГУ является участок в виде паспорта, содержащего комплексную оценку геологической среды массива: структурно-тектонические и сейсмические особенности, геоморфологическое положение, характеристику типа геолого-стратиграфического разреза, гидрогеологические условия, геотехнические параметры грунтов, влияние опасных геологических процессов для принятия проектных решений и мероприятий по преодолению опасностей.

Основу номенклатуры районирования составляет **мегамассив (регион), индекс А** - это структурно-тектонический таксон, выделяемый по особенностям развития новейшей геодинамики, объединяющий территории с повышенными отметками поверхности рельефа и тенденцией к поднятию.

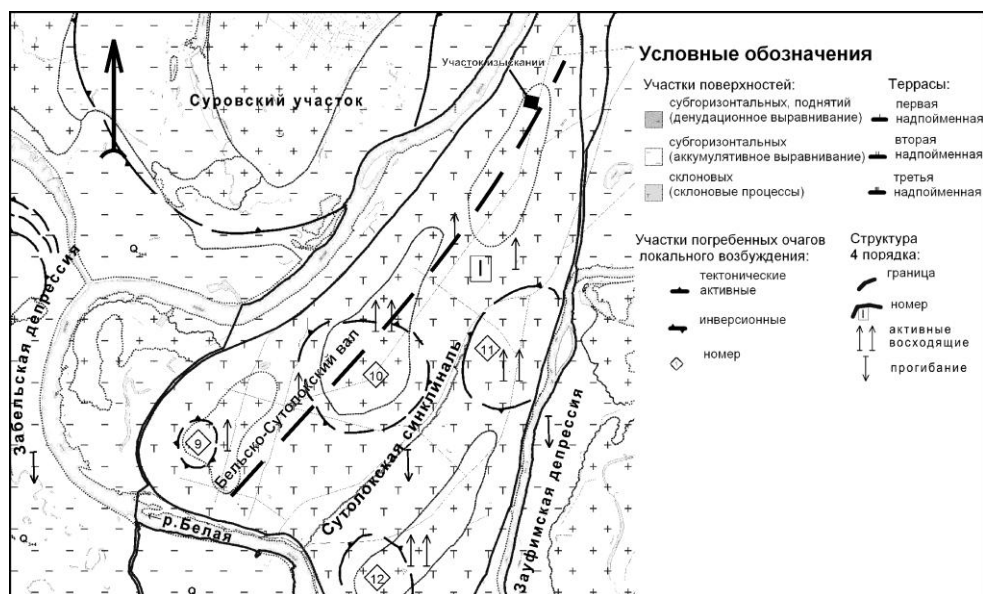


Рисунок 1. Фрагмент структурно-геоморфологической карты

В структурно-тектоническом отношении Уфимский «полуостров» расположен на юго-восточной окраине ВЕП, в пределах Камско-Бельской депрессии и её структурном элементе – Благовещенской впадине. В составе её одна из структур антиклинального типа: Уфимское гипсовое поднятие, на котором расположен Уфимский «полуостров». Поднятие представляет собой два блока: Глумилинский (южный) и Черкасинский (северный), осложненные структурами более высокого порядка. Участок проектируемого комплекса расположен на северо - западном склоне локального куполовидного поднятия (Цесовский холм) платообразного Бельско-Сутолокского вала - одного из положительных структур Глумилинского блока, испытывающего относительные поднятия на современном этапе тектогенеза. (рис. 1).

В составе мегамассива выделяется **макромассив (область) - I**, характеризующий геоморфологическое строение. Участок расположен на плато Бельско – Сутолокского вала (рис.1).

В геологическом строении «полуострова» выделены **мезомассивы (районы), соответствующие 16-ти типам (комплексам) литолого-стратиграфических разрезов** (рис.2). На участке вскрыт тип геологического разреза **9**, представленный (сверху вниз) четвертичными техногенными образованиями (tQ_{IV}), нижнепермскими уфимским (P_{1u}) и кунгурским ярусами (P_{1K}).

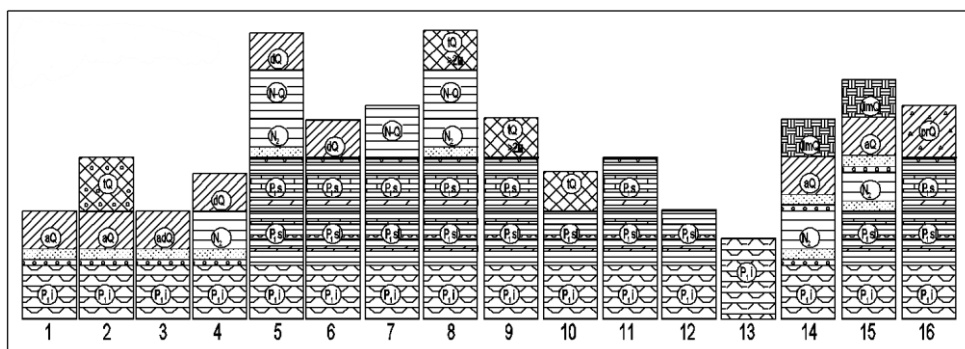


Рис.2 Типы литолого-стратиграфических разрезов

В геологическом разрезе участка до глубины 100.0 м вскрыты два водоносных горизонта и один водоносный комплекс: техногенный горизонт подземных вод в насыпных грунтах, водоносный комплекс в породах уфимского яруса и трещинно-карстовые воды в гипсах кунгурского яруса.

Техногенный водоносный горизонт в насыпных грунтах вскрыт на глубинах 2.5-3.5 м от дневной поверхности, сформировался на участке за счет инфильтрации атмосферных осадков, утечек из водонесущих коммуникаций.

Частая фациальная изменчивость пород уфимского яруса обусловила сложное залегание подземных вод. Они не образуют единого водоносного горизонта, относятся к пластовому трещинно-поровому типу.

Трещинно-карстовые воды распространены в водопроницаемых гипсах кунгурского яруса. Водообильность гипсов определяется степенью их трещиноватости, глубиной закарстованности и питания.

На участке имеют развитие экзогенные геологические процессы (ЭКГ) карст, суффозия и подтопление. Карст и суффозия. Условия для их развития: трещиноватые карстующиеся породы (карбонаты, сульфаты), движущиеся агрессивные воды. По динамическим свойствам волнового поля признаки карстовых зон открытого типа в пределах глубин исследований не выделяются. Зоны пониженных динамических свойств отражают повышенную трещиноватость песчаных и карбонатных пород уфимского яруса. Преобладающие направления трещиноватости - субвертикальное и приурочены они к участкам фациальной изменчивости пород [2].

Факторы карстово-суффозионного процесса приведены в таблице №1, которые свидетельствуют, что естественный карстово-суффозионный процесс неактивен. Возобновление его, как техногенного, возможно при вмешательстве человека в геологическую среду.

Участок относится к V Г (относительно устойчивой) категории устойчивости, где интенсивность провалообразования до 0.01 случаев в год на км², средний диаметр карстовых провалов до 3 м [4].

Согласно 384-ФЗ ст.16 особо ответственные сооружения должны быть запроектированы с учётом образования провалов вне зависимости от малой вероятности провалообразования в естественных условиях. По [1] на данном геоморфологическом элементе возможный среднестатистический провал равен 5.3+-0.6 м. Для прогнозирования диаметра карстовой деформации на

исследуемом участке приняты следующие исходные данные: карст-карбонатный покрытый; карстующиеся известняки мощностью 0.9-3.9м залегают ниже сжимаемой толщи грунтов от поверхности земли на глубинах 52-75 м, от подошвы фундамента—32-41 м. Глубина сжимаемой зоны 25-34 м. Открытые полости в известняках не обнаружены, но мелкие полости, трещины и каверны могут присутствовать в разрезе. Поверхностные карстопроявления отсутствуют. Сульфатный карст исключается.

Таблица 1

ЭГП (по А.И. Шеко, 1994); СП 11-105-97; ВСН 02.86 РБ)	Природно-техногенные факторы (признаки)	Кат. сложности (СП 11-105-97)
Геоморфология	Углы наклона поверхности рельефа: до 5 градусов	а
Процессы, обусловленные подзем. водами	Подтопление при прогнозируемом уровне подземных вод в интервалах 0-4 м, 4-15 м и техногенных утечках	в
	Карст сульфатный закрытый, кровля карстующихся пород на глубине более 80 м	а
	Карст карбонатный в трещиноватых известняках, мергелях шешминского и соликамского горизонтов, на глубине 27-49 м (IV категория [3])	б
	Тоже, более 50 м. (V категория [3])	а
	Загипсованность пород до 5 % (IV категория [3])	а
	Тоже, до20% (V категория [3])	б
	Коэффициенты фильтрации карбонатов менее 5 м/сутки (категория [3])	а
	Глинистый водоупор мощностью 5-30м (IV категория [3])	б
	Тоже, мощностью более 30м (V категория [3])	а
	Коэффициент фильтрации покровных отложений - до 25 м\сутки (IV категория [3])	а
	Суффозионные породы до 10%, (V категория [3])	а
	Тоже, более 25% (IV категория) [3])	б
	Отсутствие полостей	а
Удалённость от карстопроявления более 250 м	а	

Для расчёта использованы геомеханические методы Г.М.Шахунянца и Г.М. Троицкого. Результаты: максимальный расчётный диаметр провальной воронки 7-6.2 м, средний- 6.6 м., что близко к среднеарифметическому значению диаметра провала для данного геоморфологического элемента (5,9 м).

Участок изысканий является потенциально подтопляемым.

Территория «полуострова», относится к асейсмической области [1], т.е. области, где землетрясения не происходят или являются редчайшими исключениями. Интенсивность сейсмического воздействия в районе работ может достигать: по карте А (массовое строительство) - 5, по карте В (объекты повышенной ответственности) – 5 и по карте С (особо ответственные объекты) – 6 баллов.

По результатам сейсмомикрорайонирования (СМР) грунты по сейсмическим свойствам относятся к II категории [5]. Скоростная модель среды и исследования методом ВСП свидетельствует об отсутствии в разрезе пород с резкими и большими значениями сейсмических жёсткостей, т.е. геологическая среда слабо градиентная, где резонансные явления не возникают и приращение сейсмической интенсивности не рассчитывалось. Основной фактор, влияющий на сейсмичность, различие грунтовых условий между эталонными и исследуемыми грунтами—по разности сейсмических жёсткостей, рассчитанных по значениям скорости поперечной волны (эталон 350 м/с). Среднее значение приращения сейсмической интенсивности для участка рекомендовано 0.110 балла. Исходная сейсмичность участка равна 5 баллам. Расчётная интенсивность возможных землетрясений принимается для участка равной 5.1 балла [2,5].

Таблица 2. Геотехнические свойства грунтов

Наименование показателей	Ед. изм.	Инженерно-геологические элементы (ИГЭ)						
		Насыпной грунт	Глина твердая уфимская		Песчаник оч. низкой прочн.		Песчаник малопрочный	
Плотность грунта	г/см ³	1.92	2.01	2.01	2.04	2.03	2.24	2.23
Коэф. пористости	д.е	0.752	0.572					
Угол внут. трения при природной при водонасыщении	град.	-	25 21	25 20	38	37		
Удельное сцепление при природной при водонасыщении	МПа	-	0.061 0,035	0.060 0,033	0,006	0,005		
Модуль деформации при нагрузках 0.2-0.7МПа, по вторичной ветви нагружения	МПа		47 70		69			
То же при трехосном сжатии при нагрузках 0.3-0.7МПа	МПа		47					
Предел прочности на одноосное сжатие (R _c)	МПа	-	0.12	-	0.8	0.7	11.9	10.8

Заключение. По совокупности приведённых выше данных и согласно [6] участок относится к средней категории сложности, т.е. является условно благоприятным для строительства: требуется комплекс мер защиты от карстово – суффозионных процессов и подтопления (профилактические, водозащитные – дренаж, мониторинг-гидрогеологический и за осадками здания). Авторский надзор изыскателей и проектировщиков.

Литература

1. *ВСН 2-86*. Инструкция по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Башкирской АССР. Госстрой БАССР.1986.
2. *Камалов В.Г., Болгаров А.Г.* Многофункциональный жилищно-деловой комплекс «Смарт-парк-Уфа». Уфа. 2013.
3. *Осипов В.И. и соавт.* Карта крупномасштабного (детального) инженерно-геологического районирования территории г. Москвы. Геоэкология.2011.№4.с. 306-318.
4. *СП 11-105-97*. Инженерные изыскания для строительства.Ч.I. Общие правила производства работ. Госстрой России. М:- ПНИИИС.1997.
5. *СП 14.13330.2011*. Строительство в сейсмических районах. Минрегион России. М.2011.
6. *СП 47.13330.2012*. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Госстрой России.-М: 2013.