

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАСТРОЙКИ СУТОЛОКСКОЙ СИНКЛИНАЛИ НА УФИМСКОМ «ПОЛУОСТРОВЕ» (Г. УФА)

*Мухаметшина Г.Р.**, *Камалов В.Г.***

*Башкирский Государственный Университет, Географический факультет, Уфа,
guzel_mgr@bk.ru

**ООО "Архстройизыскания", Уфа, vladimir.kamalov@list.ru

ENGINEERING AND CONSTRUCTION GEOMORPHOLOGICAL FEATURES OF SYNCLINE OF SUTOLOKA RIVER AT THE UFA "PENINSULA" (UFA)

*Mukhametshina G.R.**, *Kamalov V.G.***

*Bashkir State University, Faculty of Geography, Ufa, guzel_mgr@bk.ru

**Ltd. "Arhstroyizyskaniya", Ufa, vladimir.kamalov@list.ru

Темой данной работы является инженерно-геоморфологическая оценка условий строительства на территории Сутолокской синклинали в г. Уфе.

50-60 лет назад Сутолокской синклинали, как геоморфологической системе, включающей несколько геоморфологических элементов, были присущи целостность и самоорганизованность с незначительным воздействием антропогенных факторов (частная застройка, бытовое загрязнение). В настоящее время она на 90% застроена высотными жилыми домами, сооружениями промышленного и дорожного назначения. Произошли ощутимые изменения естественного рельефа под влиянием инженерно-строительной деятельности (котлованы, выемки при строительстве автодороги, засыпка оврагов и карстовых воронок, обустройство насыпей для путепроводов, террасирование склонов и т.д.). Опасные экзогенные процессы подавляются (оползни, эрозия, карст). По днищу синклинали, где протекает р. Сутолока, от её устья до истока проложена автомагистраль с 8-миполосным движением автотранспорта. Водный поток реки пропускается по железобетонной трубе (коллектор) почти на всём её протяжении. Гидрологический режим реки полностью нарушен. Насколько качественно выполнено искусственное ложе реки для коллектора неизвестно. На отдельных участках крутизна выемок составляет 30-40 градусов, посаженные деревья искривляются, что свидетельствует о медленном сползании (оплывании) грунтов. От выхлопов тысяч автомобилей над магистралью в безветрие стоит смог. Территория синклинали приобрела свойства антропогенно-геоморфологической системы (АГМС), являясь в тоже время частью «пространственно-ограниченной природно-техногенной (природно-антропогенной) системой «Город» [4]. Дальнейшее существование и развитие АГМС синклинали зависит от умелого управления системой «Город». На фоне негативных антропогенных воздействий на природную среду следует отметить положительную сторону преобразований синклинали. Упомянутая выше автомагистраль имеет большое социальное и хозяйственное значение: она разгрузила историческую часть города и соединила её с северной частью и с несколькими спальными районами (Сипайлово, Глумилино, Новостройка и др.). На левом, более пологом склоне ведётся активное строительство высотных зданий на месте садовой и частной аварийной застройки. расселяются люди из ветхого жилья в современное, упорядочивается благоустройство территории.

Основой любой АГМС является природная среда. Природная среда синклинали развивалась в условиях некоторых особенностей её строения: структурно-геоморфологических и геолого-гидрогеологических с эндодинамическими и экзодинамическими процессами.

Рассматриваемая территория расположена в грабенообразном понижении (синклиналь), которое разделяет Глумилинский блок Уфимского гипсового поднятия на две части: западную — Бельско-Сутолокский вал и восточную — Уфимско-Сутолокский вал, осложнённые отдельными куполообразными поднятиями [6]. Границы синклинали между указанными структурами проведены условно по верховьям оврагов, внедрившихся в платообразную поверхность водораздела (рис 1).

История развития рельефа синклинали охватывает длительный период. Заложена в герцинский тектогенез. В докинельское время синклиналь представляла собой глубокооврезанный каньон с крутыми бортами и многочисленными впадающими в неё оврагами. В неогеновый период древние переуглубления заполняются озёрно—болотными и морскими глинистыми осадками. В кинельское

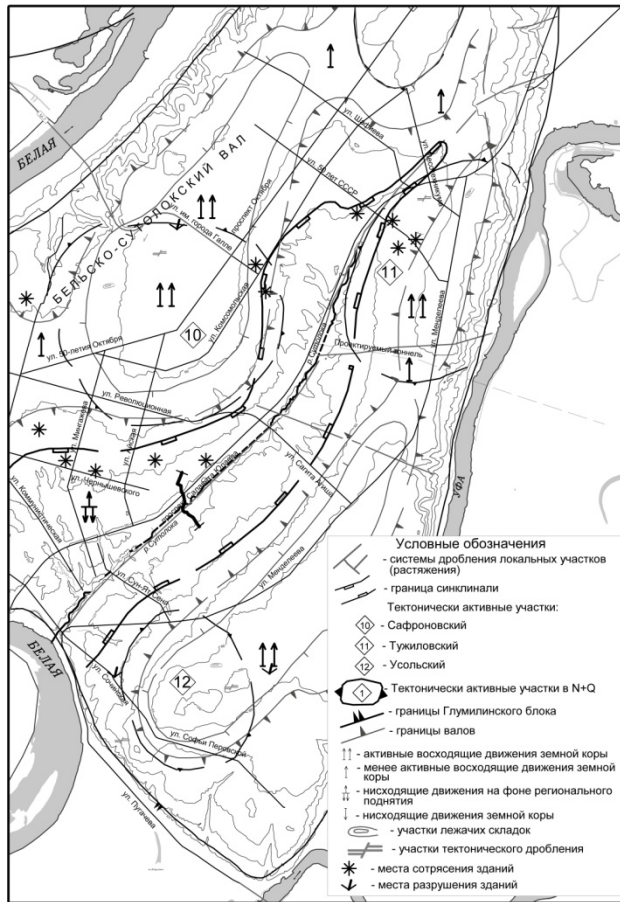


Рисунок 1. Фрагмент структурно-геоморфологической карты

Сводная стратиграфическая колонка

Группа Система	Отдел	Ярус	Свита (горизонт)	Индекс	Литология	Мощность, м	Краткая характеристика пород		
Кайнозойская	Четвертичная	Голоцен		tQ _{IV}		до 15.0	Насыпной грунт		
				aQ _{IV}		до 2.0	Пески мелкие, супеси пластичные, суглинки мягко-пластичные		
				lHQ _{IV}		до 4.5	Озерно-болотные отложения: ил, суглинок и глина текучие-мягкопластичные, затронуемые		
		Плейстоцен	Верхний		dpQ _{IV}		до 5.0	Супеси и суглинки полутвердые со щебнем коренных пород	
					aQ _{III} laQ _{III}		2.0-18.0	Суглинки туго-мягкопластичные, супеси пластичные прослоями песка, озерно-болотные иловатые суглинки и глины	
			Средний		dQ _{III}		до 20.0	Суглинки твердые и тугопластичные с обломками коренных пород	
		ldQ _{III} laQ _{III}			2.0-26.0	Озерно-делювиальные суглинки песчанистые и супеси, озерно-элювиальные глины песчаные и суглинки с прослоями песка			
	Неогеновая	Плиоцен	верхний (Ашшеронский)	Общесыртовая	N ₂ Q		до 17.0	Глины и суглинки полутвердые с линзами песка, с марганцевыми, железистыми и карбонатными конкрециями	
				средний (Ачегильский)	Nak		до 36.0	Глины серые, желтоватые твердые и полутвердые, с линзами песка и гравия	
			нижний (Понтийский и киммерийский)	Кинельская	Nkp		до 53.0	Глины серые, голубовато- и зеленовато-серые, твердые и полутвердые с включениями гравия и обломков коренных пород. Щебенчатый грунт с глинистым заполнителем. Переротложенные глинисто-мергелистые грунты. Гравийно-галечниковые отложения кремнисто-кварцевого состава	
	Палеозойская	Пермская	Верхний	Уфимский	Шешминский горизонт	P ₁ s ₂		до 33.0	Глины красноватые с прослоями аргиллита, алевролита, песчаника и мергеля
						P ₁ s ₁		до 35.0	Известняки, мергели, глины аргиллитоподобные с прослоями песчаника и алевролита
Нижний		Кунгурский	Соликамский горизонт	P ₂ sk		до 40.0	Известняки, мергели глинистые, трещиноватые, глины аргиллитоподобные		
			Иреньский горизонт	P ₂ in		до 20.0	Гипс бело-серый кристаллический, в кровле выветрелый до щебенисто-мучнистого состояния, с глубиной трещиноватый кавернозный до монолитного. Ангидрит голубовато-серый, массивный		

Рисунок 2. Сутолокская синклинали

время - глинами и песчано-гравийно-галечными осадками и оползневый глинисто-щебенистым материалом. В акчагыльское время территория подтапливается ингрессией Каспийского моря, образуется абразионно—аккумулятивная лиманно—морская генетическая поверхность. Апшеронское время: оживляются эрозионно—аккумулятивные процессы, происходит похолодание климата, накапливаются нивально—делювиальные перегляциальные осадки, формируется верхнеапшеронско—нижнеплейстоценовая равнина). Среднеплейстоценовый период: в долине р. Сутолоки формируется третья надпойменная терраса. Четвертичное время: денудационные процессы сформировали склоны водоразделов, эрозионно-денудационные -- склоны речной долины. В ранне—среднечетвертичное время плиоценовые отложения размываются и частично сохраняются в погребённом состоянии. Широкое неглубокое понижение заполняется лёссовидными суглинками. В позднечетвертичное время в эту толщу с перерывами врезаются новая долина, образуя на склонах две террасы. Колебательные движения земной коры в эти периоды многократно изменяли базис эрозии и современные рельефообразующие процессы носят унаследованный характер. Третья надпойменная терраса сохранилась практически на всём протяжении реки. Геоморфологические элементы её выражены слабо, характерны мелкие формы рельефа. Тыловой шов прослеживается на абсолютных отметках 120—130 м, участками заболочен и закарстован.

Водосборная площадь р. Сутолоки, соответственно площадь синклинали, составляет 23.6 км², средняя ширина её около 3 км, длина-6.8 км, средний уклон русла реки-9.2 промиле. Русло реки имеет чёткое очертание, извилистое, ширина его 3-8 м, берега обрывистые, высотой до 1м, размываются в период половодья. На отдельных участках отмечается пойма, заросшая кустарником, местами заболочена (низовье реки). Поперечный профиль долины реки изменяется от V и U-образного до корытообразного. Крутизна склонов в низовье реки -- от пологих до крутых. Склоны высотой 15-20 м подвержены оползневому процессам. Исток реки образован из нескольких ручьёв, вытекающих с небольшой закарстованной территории, примыкающей к западному склону куполовидного поднятия: Тужиловскому очагу Уфимско—Сутолокского вала. «Питание реки происходит родниковым стоком (около 15 источников) и сточными водами, сбрасываемыми промышленными и коммунальными предприятиями. Химический состав воды реки гидрокарбонатно—сульфатный, сульфатно—гидрокарбонатный натриево—кальциевой и кальциевый, тип воды II и IIIa, а минерализация—0.58-1.05 г/л. Река сильно загрязнена различными минеральными и органическими веществами» [1].

Геологическое строение синклинали представлено в сводной стратиграфической колонке (рис.2).

В границах синклинали довольно часто происходят сейсмические толчки. За последние 30 лет сотрясениям, колебаниям подверглись около десятка зданий (рис.1), а девятиэтажный корпус института сервиса колебался 5 раз, произошло разрушение его некоторых конструкций. Территория «полуострова», относится к асейсмической области, т.е. области, где землетрясения не происходят или являются редкими исключениями. Интенсивность сейсмического воздействия в районе работ может достигать [5]: по карте А (массовое строительство) - 5, по карте В (объекты повышенной ответственности) - 5 и по карте С (особо ответственные объекты) - 6 баллов. При оценке сейсмической устойчивости геологической среды большое влияние оказывают особенности грунтов и уровни подземных вод. По сведениям [Сергеев Е.М. Инженерная геология.1982.и др.] при нахождении уровня подземных вод до 2-х метров от поверхности земли вызывает сотрясение на 1 балл больше от фонового показателя (MSK-64), до 5м—на 0,5 балла; при мощности техногенных образований более 3-х м приращение силы сотрясения увеличивается на 1 балл. Приращения силы сотрясений зданий и сооружений в границах синклинали можно ожидать на участках, где развиты значительные мощности техногенных грунтов и уровни подземных вод колеблются в пределах 2-5 м от поверхности земли.

В пределах синклинали развиты 3 водосных горизонта в четвертичных, общесыртовых, неогеновых и водоносный комплекс в уфимских породах, а также горизонт карстовых вод в гипсах кунгурского яруса.

Экзодинамические (экзогенные) процессы, имеющие развитие в пределах синклинали: эрозионные, оползневые, карстово-суффозионные и подтопление.

Эрозия, овраги и оползни. Этим процессам подвержены склоны долины р. Сутолоки. Русло её, после обустройства трубы--коллектора для пропуска водного потока речки, слабо размывается только на открытых участках. Причины развития овражной эрозии: превышение неотектонических антиклинальных структур и их локальных куполовидных поднятий над днищем синклинали на 60-80м, образование интенсивной трещиноватости в период неотектонических (альпийских) и

современных движений земной коры, по которым заложилась овраги карсто-эрозионного и эрозионного генезиса (25 оврагов); геологический разрез сложен неоген-четвертичными легкоразмываемыми глинистыми грунтами, циркуляция водоносных горизонтов и разгрузка их в виде родников, создающих постоянные водотоки в оврагах, в которые дополнительно сбрасываются сточные и ливневые воды. У некоторых эрозионных оврагов продолжается выработка продольного профиля равновесия и заметна ступенчатость его, что свидетельствует о восходящих современных движениях локальных поднятий. Параметры эрозионной расчленённости синклинали: правый склон долины—средний коэффициент относительного вреза карсто-эрозионных оврагов 0.10, левый склон-0.13: эрозионных оврагов 0.13 и 0.12 соответственно. Средняя глубина оврагов 11.5м. Общая длина оврагов более 16 км.

Оползневые явления развиты на склонах в нижнем течении р. Сутолоки и впадающих в неё оврагах. Причины образования оползней: обрывистые склоны с частной застройкой (ул., ул. Бехтерева, Коммунистическая), подрезка склонов (строительство речного вокзала при впадении р. Сутолоки в р. Белую), обводнение грунтов по поверхностям скольжения (пески и супеси) как грунтовыми водами, так и техногенными водами из многочисленных водонесущих коммуникаций. Тип оползней — консеквентные, от поверхностных до неглубоких, в плане циркуобразные.

Карст и суффозия. Факторы, способствующие развитию карсто-суффозионным процессам: геоморфологический—значительная изрезанность овражной сетью, уклоны поверхности рельефа, наличие мелких скульптурных отрицательных форм; геологический – мощность водоупора, глубина залегания карстующихся пород, содержание в геологическом разрезе суффозионных пород, гидродинамический –вертикальные градиенты фильтрации, гидрогеохимический – дефицит насыщения подземных вод солями сульфатов и карбонатов, техногенный – агрессивность инфильтрационных вод и подтопление. Тип карста – карст в условиях умеренного питания, подтип-карст равнинный. Классы карста: на склонах синклинали - карбонатный и сульфатный, подкласс – покрытый четвертичными грунтами, участками закрытый уфимскими отложениями, в пойменно—русловой устьевой части р. Сутолоки – перекрытый мощной пачкой неогеновых глин [1].

Поверхностные проявления. На правом склоне синклинали: м/н «Молодёжный» карстовое поле из 8 чашеобразных воронок диаметром 20—40 м, а одна около 100 м. На территории приборостроительного завода произошло 4 карстовых провала, один из корпусов деформирован, выполнено тампонирующее цементным раствором. Район улиц Чернышевского и Айской – 5 воронок диаметром 25-30 м. Между улицами Фрунзе и Пушкина вблизи р. Сутолоки – 2 воронки. В районе улиц Айская и Чернышевского расположено карстовое поле из 5 воронок диаметром 25—30м. На левом склоне: м/н «Новиковка»--карстовое поле из 8 воронок чашеобразной формы диаметром 30—75 м. Парк лесоводов и ботанический сад – карстовое поле из 8 воронок чашеобразных диаметром 20—60 м и одна воронка около 120 м. Исток р. Сутолоки: воронка, параметры которой определены при изысканиях тоннеля по проспекту Салавата Юлаева: диаметр около 60 м, колодеобразная, глубиной 11 м, древняя - заполнена неогеновыми глинами. Воронка в северо-восточной части, в 20 м от проектируемого тоннеля, диаметр 5 м, глубина 1.2 м. Воронка в 25 м к северо-востоку от проектируемого тоннеля, эллипсоидная, размером 7х 10 м, глубиной 1 м, борта пологие, задернованы. Воронка в 75м восточнее от проектируемого тоннеля, диаметром 45—50 м, глубиной до 7 м, чашеобразная, борта пологие (возможно это карьер). Всего зарегистрированных карстовых воронок в пределах синклинали 48шт. [7].

Глубинный карст вскрывается при бурении скважин и геофизическими исследованиями в виде каверн, заполненных и открытых полостей, ослабленных и трещиноватых зон, чаще на контактах и выклинивания фациальных разностей пород, где происходят перетоки водоносных горизонтов; в межблоковых пространствах, где наблюдается интенсивная трещиноватость и обводнённость пород.

Суффозия развивается в пределах синклинали как самостоятельный процесс, так и совместно с карстом. В первом случае—это механическая суффозия, которая выносит мелкую фракцию из песчано—гравийных четвертичных и общесыртовых отложений при высоких гидравлических градиентах вниз по потоку в русло реки и оврагов или в разуплотнённые пространства. Во втором – поток воды размывает закальматированные трещины коренных пород, давая возможность агрессивным водам растворять карстующиеся породы.

Подтопление. Естественные источники подтопления: атмосферные осадки и талые воды. Техногенные источники: водонесущие коммуникации, пруды и другие накопители—отстойники технологических процессов. Причины подтопления: природные факторы – водовмещающие породы с низкими фильтрационными характеристиками (глины общесыртовые и акчагыльские), которые подстилают грунты с более высокими фильтрационными способностями, выполняя роль водоупора;

близкое залегание водоносных пластов к поверхности земли. Техногенные факторы – утечки из водонесущих коммуникаций и конденсация влаги под сооружениями, создающие куполообразные горизонты вод. Природно-техногенный фактор - подпор (барражирование) водоносных горизонтов фундаментами сооружений, построенных вдоль склонов. Сочетание всех факторов приводит к подтоплению значительных застроенных площадей, следствием чего является снижение несущей способности грунтов, оживление карстово-суффозионных процессов и эрозии. Следствия подтопления: обводнение грунтов основания фундаментов и снижение их прочностных свойств, ускорение развития карстово-суффозионного процесса с образованием провалов, оседаний и аварийных ситуаций.

В геологическом разрезе синклинали развиты несколько литологических комплексов грунтов: техногенные (насыпные), четвертичные аллювиально-делювиальные песчано-глинистые, неоген-четвертичные и уфимские грунты. Комплексы при строительном освоении подразделяются на инженерно – геологические элементы. На указанных грунтах возможно строительство зданий и сооружений практически любой ответственности и сложности (уникальности). Ограничениями могут быть следующие опасные геоморфологические и техногенные процессы, которые в основном преодолимы, но потребуют дополнительные затраты при возведении фундаментов:

- закарстованность отдельных участков, определяемая детальными карстологическими исследованиями с применением комплекса видов работ (глубокое бурение скважин, широкое применение геофизических методов и др.);
- оползнеопасность на крутых склонах;
- сейсмичность на участках со слабыми и обводнёнными грунтами, учёт её при проектировании уникальных сооружений с приращением к 5 фоновым баллам согласно сейсмического микрорайонирования;
- оврагообразование и выбор методов их освоения;
- сохранить гидрогеологическую обстановку и не активизировать суффозию при размещении сооружений на склонах вблизи построенных зданий.

Перечисленные опасности в разной степени характерны для всех геоморфологических элементов синклинали.

Литература

1. Абдрахманов Р.Ф, Мартин В.И. Гидроэкология г.Уфы. УНЦРАН. Уфа. 1993.
2. Барышников В.И., Камалов В.Г. Структурно-геоморфологическая карта как основа районирования Уфимского «полуострова» по инженерно-геологическим условиям. Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах. Пермь. 24-29 мая 2015 г. с.66-70.
3. Камалов В.Г.О причинах колебаний здания по ул Чернышевской в г. Уфе и о геодинамических активных зонах Уфимского «полуострова». Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах. Пермь. 24-29 мая 2015 г. с. 97-100.
4. Лихачёва Э.А. и др. Геоморфологические границы. (Их физическая сущность). Геоморфологические системы. Свойства, иерархия, организованность. М: Медиа-Пресс.2010. 288с.
5. СП 14 13330. 2011.Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81. М. 1981.

Фондовые материалы

6. Камалов В.Г., Барышников В.И. «Создание цифровой карты инженерно- геологического районирования в М 1:10000 для разработки Генерального плана городского округа город Уфа Республики Башкортостан». Том Отчёт об инженерно-геологических изысканиях. ООО Архстройизыскания. Уфа. 2014.
7. Мартин В.И. и др. ПДП ул. Воровского в г. Уфе. Отчёт об инженерно-геологических условиях территории вдоль ул. Воровского. Уфа. 1995.