

Сахаровский А.В., Строкова Л.А. (Национальный исследовательский Томский политехнический университет)

ОПОЛЗНЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ НИЖНЕГО ПРИСУРЬЯ

*Рассмотрены особенности оползневого процесса на территории нижнего течения реки Сура. Составлена карта инженерно-геологических условий оползневого склона с элементами геоморфологических таксонов в пределах проектируемой железной дороги, рассчитана устойчивость склона различными методами. **Ключевые слова:** склон, оползень, поверхность скольжения, грунтовые воды.*

Saharovskiy A.V., Strokova L.A. (Tomsk Polytechnic University)

LANDSLIDE PROCESSES OF THE LOWER REACHES OF THE SURA RIVER

*We considered the features of the landslide process in the lower reaches of the Sura river. We made a map of engineering-geological conditions of a landslide slope with elements of geomorphological taxa within the projected railway. We calculated a stability of a slope by various methods. **Keywords:** slope, landslide, sliding surface, groundwater.*

Оползневые процессы широко развиты в пределах Среднего Поволжья и поэтому достаточно давно привлекают к себе внимание. Самые первые опубликованные сведения об оползнях региона содержатся в описаниях земель П.С. Палласа (1763–1773). Следующий период в изучении оползней связан с бурным промышленным развитием России, строительством железных дорог во второй половине XIX–начале XX вв. (В. Челинцев, 1902; П.И. Кротов, 1902; А.П. Павлов, 1903; Н.В. Погребов, 1915; Декабрун и Быков, 1926; Бернацкий, 1935) [8, 9].

Площадные геологические исследования развернулись здесь в середине прошлого века в связи с постановкой нефтепоисковых работ в Волго-Уральском регионе и строительством Куйбышевского гидроузла. В 1945 г. И.И. Щербаковым была проведена геологоструктурная съемка масштаба 1:200 000 в низовьях левобережья р. Сура. В связи с планировавшимся строительством ГЭС на средних реках А.А. Белоозеровой и Н.К. Сорокиным (1952) была проведена гидрогеологическая съемка с элементами инженерной геологии масштаба 1:200 000 долины р. Сура. В 1953–1956 гг. группой специалистов Мосэнергогидропроекта проводились исследования по изучению гидрогеологиче-

ских и инженерно-геологических условий Чебоксарского водохранилища [11].

Для изучения оползней в послевоенные годы здесь были созданы Горьковская, Нижневолжская, Ульяновская оползневые станции. В работах Г.А. Голодковской (1959) [2], Г.С. Золотарева (1949–1959) [7], Е.П. Емельяновой (1972) [6] рассмотрены вопросы типизации оползней по генезису, истории их формирования.

Средне-Волжской геологоразведочной экспедицией в 1992–2001 гг. проведены работы по гидрогеологической и инженерно-геологической съемке, геологическому и гидрогеологическому доизучению с эколого-геологическими исследованиями масштаба 1:200 000 в пределах листов N-38-V (Шумерля), N-38-VI (Канаш) [3–5].

В последние годы появились работы, связанные с расчетами устойчивости склонов и откосов под конкретные сооружения с использованием специализированных программных продуктов [10]. Так, в 2012 г. через р. Сура был сооружен автодорожный мост на трассе М-7, изыскательские работы на котором выполнены Саратовским филиалом ОАО «ГипродорНИИ». В 2013 г. ОАО «Мосгипротранс», ОАО «Ленгипротранс» и ОАО «Томгипротранс» выполнили комплексные инженерные изыскания (камеральные работы) для разработки обоснований инвестиций по трассе железнодорожной магистрали «Москва-Екатеринбург» (ВСМ 2) на участке Москва-Казань [1]. Более детальные работы по проектируемой трассе выполнены в 2018 г. [11].

Цель данной работы заключалась в оценке опасности оползневого процесса нижнего течения р. Сура на основе расчетов локальной устойчивости склонов.

Характеристика района

Основными водными артериями района являются р. Волга с ее правым притоком р. Сура. Река Сура типично равнинная, меандрирующая, со старицами, веерами блуждания, при этом — с асимметричной поймой (смещение русла к правому склону долины). В нижнем течении р. Сура фактически представляет собой часть Чебоксарского водохранилища, которое оказывает гидрологическое влияние на 200 км вверх по руслу. Таким образом, уровенный режим реки зарегулирован и подвержен влиянию колебаний уровня воды в водохранилище. Половодье обычно наступает в конце апреля, ледостав — в ноябре-декабре.

Территория исследований приурочена к Приволжской возвышенности, представляющей собой чередование частных возвышенностей и разделяющих их понижений. Четвертичные отложения в долине р. Сура представлены аллювиальными образованиями пойм (высоких и низких — аIV), первой и второй террас, вероятно, фрагментов третьей и четвертой (аIII). Строение надпойменных террас классическое:

русовая фация представлена песками разнозернистыми, преимущественно мелкими, с гравием (иногда дресвой), галькой преимущественно осадочных пород, кремнями; пойменная фация представлена глинами и суглинками. Мощность аллювия каждого указанного морфогенетического элемента около 20 м. В цоколе каждой террасы встречены различные дочетвертичные образования. Пойма, 1-я и 2-я террасы в различной степени заболочены. Наиболее часто мощность торфа составляет 1,5–2,0 м, максимальная — 8 м. Непосредственно проектируемой трассой заболоченные участки не пересекаются.

Трасса после пересечения широкой долины р. Сура поднимается на правобережный высокий склон, переходя на возвышенность, характеризующуюся эрозионно-денудационным типом рельефа и представляющую собой позднемиоцен-раннеплиоценовую поверхность выравнивания. Крутизна правобережного склона около 17°, достигая на отдельных участках 25–30°. Поверхность выравнивания иссечена густой сетью русел постоянных и временных водотоков. В пределах водораздельных пространств широкое распространение получили средне-верхнечетвертичные покровные отложения проблематичного генезиса мощностью до 20–25 м и представленные в основном суглинками и глинами, редко песками. На склонах водоразделов мощность перекрывающих современных отложений, представленных делювиально-солифлюкционными суглинками, незначительна, в основном не превышает 10 м.

Методика работ

В 2018 г. были выполнены следующие виды работ: изучение материалов региональных геологических фондов [3–5]; инженерно-геологическая съемка участка в полосе до 300 м; геодезические работы со стационарными наблюдениями; бурение 26 скважин глубиной 20–80 м, проходка 3 шурфов, 15 точек статического зондирования; полевое определение механических свойств грунтов методом среза 270 целиков грунта и дилатометром; опробование и лабораторные исследования порядка 460 образцов грунта и 5 проб воды; камеральная обработка материалов и расчеты устойчивости склонов в программе GEO5 v.18 [11].

В ходе маршрутных наблюдений проводилась общая комплексная оценка состояния оползневого массива, назначались буровые и горнопроходческие работы. Бурение скважин проводилось колонковым способом с укороченными рейсами до 0,2–0,3 м для выявления потенциальных поверхностей оползневых подвижек (зеркал скольжения, рис. 1). Скважины проходились на всю мощность деляпсивных отложений с заглублением в несмещенные грунты на 5–10 м. Бурение скважин сопровождалось отбором образцов грунтов нарушенной и ненарушенной (монолиты) структуры через 1,0–2,0 м для определения их номенклатуры.

Определение прочностных свойств грунтов проводилось на приборах ЦНИИС методами неконсолированного сдвига (быстрый срез) в природном состоянии, методом «плашка по плашке» по подготовленной и подготовленной увлажненной поверхностям, а также при степени водонасыщения грунта $S_r < 0,8$ срез образцов грунта проводится и в водонасыщенном состоянии.

Для производства мониторинга оползневых процессов на участках с характерными проявлениями склоновых деформаций установлены деформационные марки. Закрепление деформационных марок выполнялось металлическими кольями на глубину до 1,5 м. Установка реперов для мониторинга за деформационными марками производилась в местах отсутствия оползневых смещений. Наблюдения за подвижками склона включало в себя определение с заданной периодичностью (циклы измерений) вертикальных и горизонтальных смещений точек на поверхности склона, а также измерения раскрытия трещин и на-



Рис. 1. Поверхность зеркала скольжения в керне, поднятого с глубины 13,6 м

клона отдельных участков. На основании полученных данных учитывались и выявлялись уточненные границы активного оползня, величины и скорости подвижек поверхности на разных участках, границы зон растяжения и сжатия, местоположение плоскости (или плоскостей) скольжения, период начала и активизации деформационных процессов на склоне. Измерения горизонтальных и вертикальных смещений деформационных марок производились в 3 цикла. Максимальное смещение в плане составило 1,6 см, по высоте — 1 см, т.е. смещения незначительные и находятся в пределах допустимой погрешности измерений.

Результаты исследований

В ходе изысканий на правобережном склоне долины р. Сура установлено, что поверхность склона густо залесена и хорошо задернована, поросшая древесной растительностью (дуб, осина, ольха, орешник) и кустарником. Древесная растительность подвержена саблевидному изгибанию за счет оползневых процессов. Территория не застроена и имеет преимущественно свободный поверхностный сток. Задержка талых вод в период весеннего снеготаяния и воды атмосферных осадков происходит в оползневых западинах с обратными падениями деляпсивых ступеней на склоне и проявляется в виде мочажин (рис. 2).

По крутизне склон относится к пологим и средней крутизне от 10 до 25° на оползневых ступенях, а также крутым и очень крутым 30–50° на стенках отрыва с формированием инсеквентного среза в средневерхнеюрских отложениях (J_{2-3}).

Юрские отложения представлены: глиной легкой пылеватой, полутвердой, серого и бурого цвета, с единичными (местами до 15 %) включениями обломочного материала карбонатных пород, размерами 30–40 мм, с примесью органических веществ. Оползневые отложения представлены: глиной тяжелой, полутвердой темно-серого цвета, с единичными включениями дресвы и щебня, с прослоями супеси пластичной и текучей, с примесью органических веществ. Мощность деляпсивных отложений на склоне составляет от 3,1 до 21,4 м.



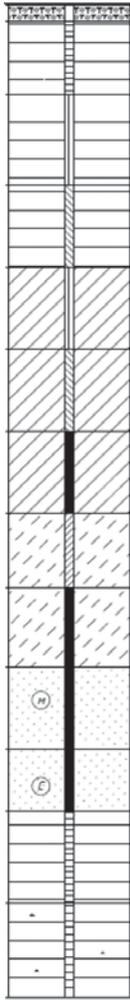
Рис. 2. Мочажина на денудационно-аккумулятивной поверхности оползневой тела

Оползневой массив определен как комбинированный по механизму смещения пород. Для нижней части склона характерно вязкопластическое течение, выраженное в виде сплошного оползневого потока с расчлененным микрорельефом, с денудационно-аккумулятивными поверхностями оползневых тел, выраженных по крутизне и генетическими особенностями их формирования. Поверхность имеет бугристо западинный микрорельеф с многочисленным развитием тальвегов временных и постоянных водотоков. Оползневой поток имеет крутизну 10–20°. Оползневые отложения наложены на аллювиальные отложения долины р. Сура, которые представлены песками средними и мелкими водонасыщенными, супесями пластичными и текучими, глинами и суглинками от полутвердой до текучепластичной консистенции. В средней части склона поверхность скольжения оползня-потока сформирована по кровле пермских отложений, представленных глиной полутвердой с включениями обломочного материала (30–40 мм) до 10–15 %. Мощность оползневых отложений до 21,4 м. Поверхность скольжения находится ниже установленного уровня грунтовых вод (под водой).

Верхняя часть склона относится к оползню сдвига (скольжения) с характерной ступенчатой структурой, сформированной семью стенками отрыва, высотой от 2 до 8 м. Ширина оползневых ступеней составляет от первых метров (в зоне примыкания тыловых швов) до 85 м (4-я поверхность террасированных оползневых тел). Микрорельеф поверхности

Таблица 1

Сводная таблица инженерно-геологических условий

Стратиграфогенетический комплекс	Максимальная мощность ИГЭ, м	Минимальная мощность ИГЭ, м	Средняя мощность ИГЭ, м	Номер ИГЭ	Описание грунтов	Инженерно-геологическая колонка	Грунтовые воды	Показатели характеристик грунтов для выделения инженерно-геологических элементов	Расчетные значения характеристик грунтов, рекомендуемые для проектирования оснований и фундаментов
bQ _{IV}	0,5	0,2	0,3	0	Почвенно-растительный слой с корнями трав, деревьев		Установившиеся уровни: в аллювиальных отложениях зафиксирован на глубинах 0,2–8,2 м, в деляписивных отложениях 2,5–9,5 м, в юрских — 9,5–22,6, в пермских — 27,5 м от поверхности земли	—	—
dIIV	20,9	0,7	11,2	8э2д	Глина тяжелая полутвердая серая, с прослоями супеси пластичной и текучей, с примесью органических веществ			$\rho = 1,92 \text{ т/м}^3$ $W = 0,286$, $Ip = 0,28$, $I_L = 0,13$, $e = 0,829$, $Sr = 0,94$, $Ir = 0,059$	$\rho_I = 1,90 \text{ т/м}^3$, $\rho_{II} = 1,91 \text{ т/м}^3$, $\gamma_I = 18,6 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_{II} = 18,7 \text{ кН/м}^3$, $c_I = 15 \text{ кПа}$, $c_{II} = 10 \text{ кПа}$, $\phi_I = 7^\circ$, $\phi_{II} = 7^\circ$, $E = 14,0 \text{ МПа}$
aIII-IV	9,0	0,8	4,7	9э3д	Глина легкая песчанистая тугопластичная, серая, с примесью органических веществ			$\rho = 1,90 \text{ т/м}^3$, $W = 0,302$, $Ip = 0,21$, $I_L = 0,34$, $e = 0,871$, $Sr = 0,95$, $Ir = 0,060$	$\rho_I = 1,87 \text{ т/м}^3$, $\rho_{II} = 1,88 \text{ т/м}^3$, $\gamma_I = 18,3 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_{II} = 18,4 \text{ кН/м}^3$, $c_I = 34 \text{ кПа}$, $c_{II} = 37 \text{ кПа}$, $\phi_I = 14^\circ$, $\phi_{II} = 16^\circ$, $E = 14,8 \text{ МПа}$
	7,4	1,9	3,1	9э5д	Глина легкая песчанистая текучепластичная, серая, с примесью органических веществ			$\rho = 1,90 \text{ т/м}^3$, $W = 0,347$, $Ip = 0,20$, $I_L = 0,89$, $e = 0,935$, $Sr = 1,0$, $Ir = 0,057$	$\rho_I = 1,87 \text{ т/м}^3$, $\rho_{II} = 1,88 \text{ т/м}^3$, $\gamma_I = 18,3 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_{II} = 18,4 \text{ кН/м}^3$, $c_I = 17 \text{ кПа}$, $c_{II} = 25 \text{ кПа}$, $\phi_I = 13^\circ$, $\phi_{II} = 15^\circ$, $E = 5,0 \text{ МПа}$
	10,2	0,5	3,8	9ж3д	Суглинок тяжёлый пылеватый тугопластичный, серый, с примесью органических веществ			$\rho = 1,92 \text{ т/м}^3$, $W = 0,255$, $Ip = 0,13$, $I_L = 0,42$, $e = 0,778$, $Sr = 0,89$, $Ir = 0,053$	$\rho_I = 1,84 \text{ т/м}^3$, $\rho_{II} = 1,87 \text{ т/м}^3$, $\gamma_I = 18,0 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_{II} = 18,3 \text{ кН/м}^3$, $c_I = 23 \text{ кПа}$, $c_{II} = 24 \text{ кПа}$, $\phi_I = 15^\circ$, $\phi_{II} = 17^\circ$, $E = 13,2 \text{ МПа}$
	6,8	1,8	3,8	9ж5	Суглинок тяжёлый пылеватый текучепластичный, серый, с примесью органических веществ			$\rho = 1,94 \text{ т/м}^3$, $W = 0,290$, $Ip = 0,14$, $I_L = 0,79$, $e = 0,809$, $Sr = 0,98$, $Ir = 0,041$	$\rho_I = 1,9 \text{ т/м}^3$, $\rho_{II} = 1,92 \text{ т/м}^3$, $\gamma_I = 18,7 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_{II} = 18,8 \text{ кН/м}^3$, $c_I = 20 \text{ кПа}$, $c_{II} = 23 \text{ кПа}$, $\phi_I = 13^\circ$, $\phi_{II} = 15^\circ$, $E = 4 \text{ МПа}$
	6,4	0,5	2,9	9ж6	Суглинок легкий пылеватый текучий, темно-серый			$\rho = 1,90 \text{ т/м}^3$, $W = 0,306$, $Ip = 0,10$, $I_L > 1$, $e = 0,873$, $Sr = 0,96$, $Ir = 0,031$	$\rho_I = 1,88 \text{ т/м}^3$, $\rho_{II} = 1,89 \text{ т/м}^3$, $\gamma_I = 18,4 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_{II} = 18,5 \text{ кН/м}^3$, $c_I = 9 \text{ кПа}$, $c_{II} = 14 \text{ кПа}$, $\phi_I = 12^\circ$, $\phi_{II} = 14^\circ$, $E = 4,0 \text{ МПа}$

Окончание табл. 1

	10,7	1,1	3,7	9e2	Супесь пластичная серая, с прослойками 3–5 см суглинка мягко-текучепластичного, песка мелкого водонасыщенного			$\rho = 1,96 \text{ т/м}^3$ $W = 0,206$, $Ip = 0,05$, $IL = 0,52$, $e = 0,674$, $Sr = 0,83$, $Ir = 0,027$	$\rho_I = 21,93 \text{ т/м}^3$, $\rho_{II} = 1,94 \text{ т/м}^3$, $\gamma_I = 18,9 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_{II} = 19,0 \text{ кН/м}^3$, $c_I = 17 \text{ кПа}$, $c_{II} = 20 \text{ кПа}$, $\phi_I = 17^\circ$, $\phi_{II} = 20^\circ$, $E = 18,3 \text{ МПа}$
	12,4	1,6	3,8	9e3	Супесь текучая серая, местами ожелезненная, с прослойками 3–5 см суглинка мягко-текучепластичного, песка мелкого водонасыщенного			$\rho = 2,01 \text{ т/м}^3$, $W = 0,260$, $Ip = 0,05$, $IL > 1$, $e = 0,705$, $Sr = 1,0$, $Ir = 0,019$	$\rho_I = 1,96 \text{ т/м}^3$, $\rho_{II} = 1,98 \text{ т/м}^3$, $\gamma_I = 19,2 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_{II} = 19,4 \text{ кН/м}^3$, $c_I = 11 \text{ кПа}$, $c_{II} = 17 \text{ кПа}$, $\phi_I = 20^\circ$, $\phi_{II} = 22^\circ$, $E = 14,9 \text{ МПа}$
	8,8	0,9	4,1	962	Песок мелкий, средней плотности, серый, водонасыщенный с прослойками супеси текучей и пластичной			$\rho = 2,00 \text{ т/м}^3$, $MC \text{ частиц} > 0,1 = 82,6$, $e = 0,654$, $Sr = 1,0$, $Ir = 0,019$	$\rho_I = 1,98 \text{ т/м}^3$, $\rho_{II} = 1,99 \text{ т/м}^3$, $\gamma_I = 19,4 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_{II} = 19,5 \text{ кН/м}^3$, $c_I = 1 \text{ кПа}$, $c_{II} = 2 \text{ кПа}$, $\phi_I = 30^\circ$, $\phi_{II} = 33^\circ$, $E = 27,0 \text{ МПа}$
	4,7	1,4	2,7	963	Песок средний, средней плотности, серый, водонасыщенный с прослойками песка крупного и гравелистого и супеси			$\rho = 2,03 \text{ т/м}^3$, $MC \text{ частиц} > 0,25 = 72,6$, $e = 0,608$, $Sr = 1,0$	$\rho_I = 2,01 \text{ т/м}^3$, $\rho_{II} = 2,02 \text{ т/м}^3$, $\gamma_I = 19,7 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_{II} = 19,8 \text{ кН/м}^3$, $c_I = 0 \text{ кПа}$, $c_{II} = 1 \text{ кПа}$, $\phi_I = 33^\circ$, $\phi_{II} = 36^\circ$, $E = 29,0 \text{ МПа}$
J ₂₋₃	31,0	20,2	25,6	21э2д	Глина легкая пылеватая полутвердая, серого цвета, с включениями обломков карбонатов, с примесью органических веществ			$\rho = 1,93 \text{ т/м}^3$, $W = 0,269$, $Ip = 0,26$, $IL = 0,12$, $e = 0,795$, $Sr = 0,92$, $Ir = 0,051$	$\rho_I = 1,91 \text{ т/м}^3$, $\rho_{II} = 1,92 \text{ т/м}^3$, $\gamma_I = 18,7 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_{II} = 18,8 \text{ кН/м}^3$, $c_I = 53 \text{ кПа}$, $c_{II} = 57 \text{ кПа}$, $\phi_I = 19^\circ$, $\phi_{II} = 20^\circ$, $E = 26,8 \text{ МПа}$
P	73,4	17,2	31,1	23эА1	Глина легкая песчанистая твердая бурая, местами с примесью органических веществ, с включениями дресвы и мелкого щебня осадочных пород низкой и средней прочности, с прослойками глины, супеси			$\rho = 2,03 \text{ т/м}^3$, $W = 0,220$, $Ip = 0,25$, $IL < 0$, $e = 0,620$, $Sr = 0,97$	$\rho_I = 2,04 \text{ т/м}^3$, $\rho_{II} = 2,05 \text{ т/м}^3$, $\gamma_I = 20,0 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_{II} = 20,1 \text{ кН/м}^3$, $c_I = 102 \text{ кПа}$, $c_{II} = 105 \text{ кПа}$, $\phi_I = 23^\circ$, $\phi_{II} = 24^\circ$, $E = 37,5 \text{ МПа}$

бугристо-западинный, с характерными валами выпирания, высотой до 2 м от террасированных зон и западинами, где сезонно формируются мочажины и мокрые основания. Глубина захвата инсекветных срезов составляет до 14,8 м. Поверхность скольжения в естественном состоянии находится ниже установившегося уровня грунтовых вод (под водой).

В целом оползневой массив находится в стадии длительной стабилизации. На склоне присутствуют поверхностные признаки оползневых деформаций. Пограничная стенка отрыва имеет обрывистый характер, с шлейфами глинистого материала, выноску которого сформировал активный плоскостной смыв на крутых и очень крутых поверхностях склона.

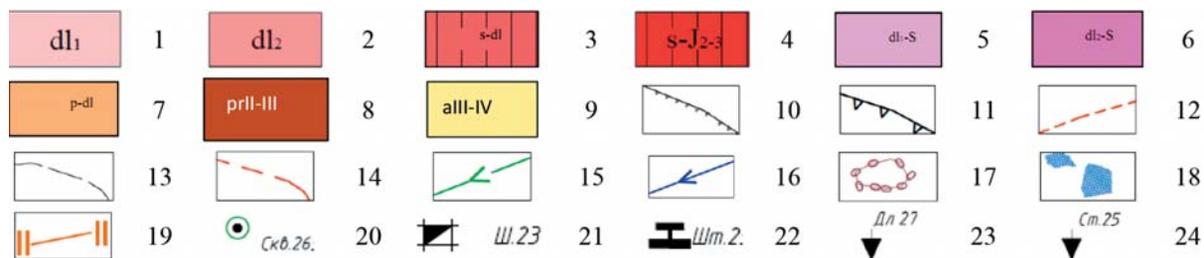
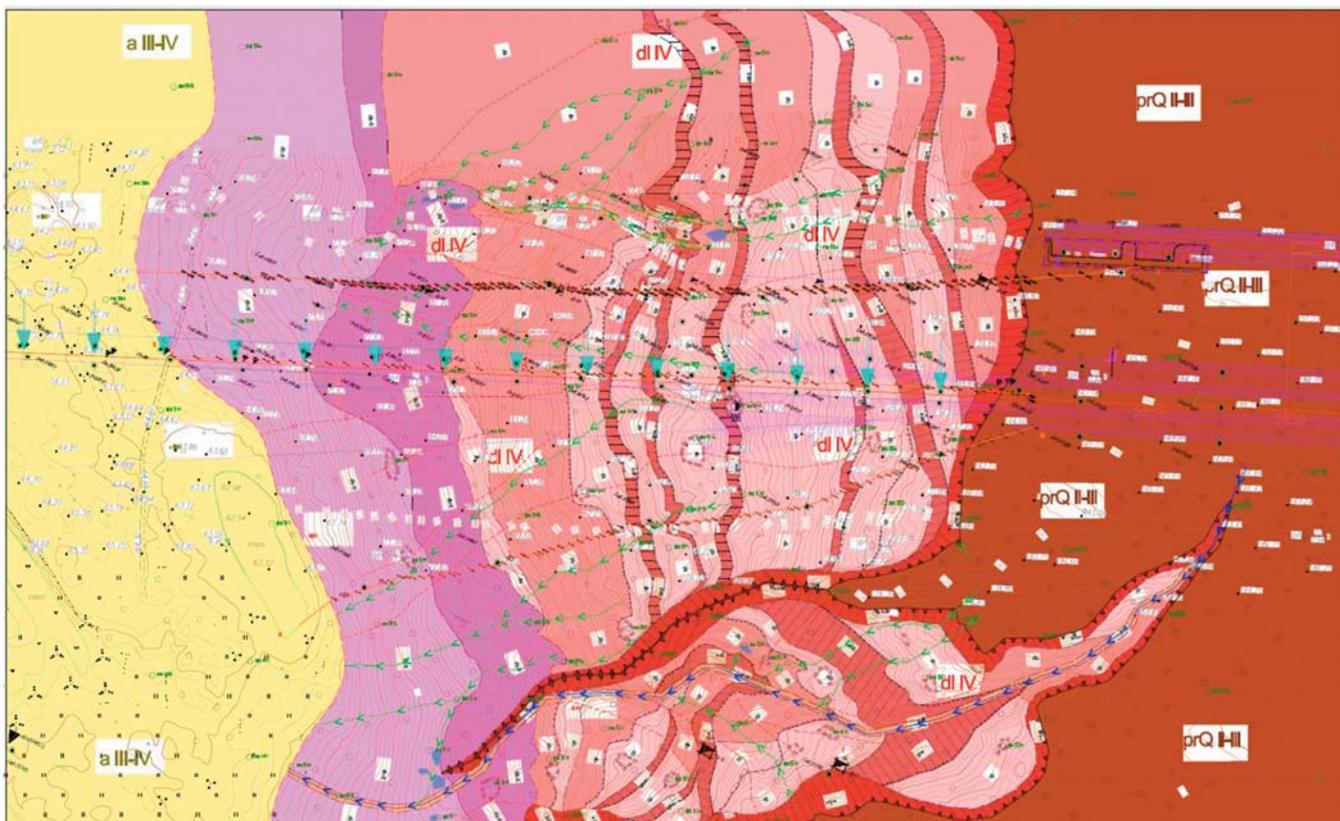


Рис. 3. Карта инженерно-геологических условий долины р. Сура с геоморфологическими элементами М1:1000 и указанием расчетных сечений устойчивости склонов: Геоморфологические элементы зон развития делювиальных отложений (1–5): 1 — пологие и средней крутизны (1–15°) террасированные поверхности оползневых тел с бугристо-западинным микрорельефом; 2 — средней крутизны и крутые (15–25°, реже до 30°) поверхности оползневых тел с бугристо-западинным микрорельефом; 3 — стенки отрыва и транспортировки вторичных оползней в четвертичных отложениях. Крутые и очень крутые до 30–45° местами обрывистые поверхности (до 60°); 4 — пограничные стенки отрыва с формированием инсеквентного среза в средне-верхнеюрских отложениях (J₂₋₃). Крутые и очень крутые (30–50°), местами обрывистые поверхности (до 60°); 5 — пологие и средней крутизны (1–10°) денудационно-аккумулятивные поверхности оползневых тел, наложенных на аллювиальные отложения долины р. Сура. Микрорельеф преимущественно выровненный с отдельными бугристо-западинными зонами; 6 — средней крутизны (10–20°) денудационно-аккумулятивные поверхности оползневых тел, наложенных на аллювиальные отложения долины р. Сура. Микрорельеф бугристо-западинный; 7 — средней крутизны и крутые (15–30°) поверхности постоянных и временных водотоков с активной донной и боковой эрозией; 8 — покровные отложения делювиального генезиса. Склоны пологие (2–15°) без признаков деформаций; 9 — верхнечетвертичные и современные аллювиальные отложения. Пологие поверхности низкой и высокой поймы долины р. Сура. Другие знаки: 10 — бровки срыва в четвертичных отложениях; 11 — бровки срыва в средне-верхнеюрских отложениях (J₂₋₃); 12 — гребни оползневые; 13 — тыловой шов и граница геоморфологических структур; 14 — линия базиса оползневой денудации; 15 — тальвеги временных водотоков со слабо выработанными руслами; 16 — тальвег постоянных и временных водотоков с хорошо выработанным руслом; 17 — вал выпирания на оползневых ступенях и границах смежных структур; 18 — мочажина, выявленная на момент обследования; 19 — линия инженерно-геологического разреза и расчетного сечения; 20 — скважина на плане, ее номер; 21 — шурф на плане и его номер. Точки испытания грунтов и ее номер: 22 — штампом, 23 — дилатометром, 24 — статическим зондированием

Таблица 2
Расчетные значения коэффициента устойчивости различными методами

Номер расчетного сечения	Методы расчета устойчивости				
	Sarma	Spencer	Janbu	Morgenstern-Price	Шахунянец
2-1	1,9	1,91	—	1,91	1,89
2-2	1,9	1,92	—	1,91	1,89
2-3	1,89	1,91	—	1,90	1,88
2-4	1,68	1,87	—	1,86	1,84
2-5	1,52	1,70	—	1,70	1,67
2-6	1,54	1,68	—	1,64	1,60
2-7	1,68	1,81	1,73	1,73	1,70
2-8	1,63	1,86	—	1,77	1,72

Источниками питания оползня водой служат поверхностные (дождевые и талые) и грунтовые воды. Уровни подземных вод установлены на глубине: для аллювиальных отложений — 0,2–8,5 м (абс. отм. 69,03–69,68 м), для деляпсивных отложений — 2,5–9,5 м (абс. отм. 72,32–126,04 м), средне-верхнеюрских отложений — 9,5–22,6 м (абс. отм. 126,04–127,04 м) от поверхности. Для пермских отложений уровень подземных вод пермских отложений появился на глубине 27,5 м (абс. отм. 36,57 м), а установился на отметке +0,2 м (абс. отм. 64,27 м).

По итогам исследований составлена карта инженерно-геологических условий с элементами геоморфологических таксонов масштаба 1:1000 (рис. 3). На карте отражены геоморфологические элементы, выявленные при обследовании: стенки отрыва, первичные и вторичные бровки срыва, оползневые ступени и шлейфы (поверхности по крутизне), тальвеги постоянных и временных водотоков, тыловые швы, трещины растяжения, водопроявления. Положение расчетных сечений устойчивости склонов показаны на рис. 4. Нормативные и расчетные показатели характеристик грунтов, а также подробная характеристика грунтов в разрезе представлены в табл. 1.

Расчеты устойчивости по характерным сечениям (табл. 2) показали, что в статическом состоянии склон находится в устойчивом состоянии. Рассчитанный коэффициент (запаса) устойчивости различными методами составил от 1,52 до 1,91.

Заключение

Основными причинами деформаций являются: крутизна и форма склонов; геологическое строение склона; подземные воды, формирующиеся в пределах поверхности выравнивания и разгружающиеся в

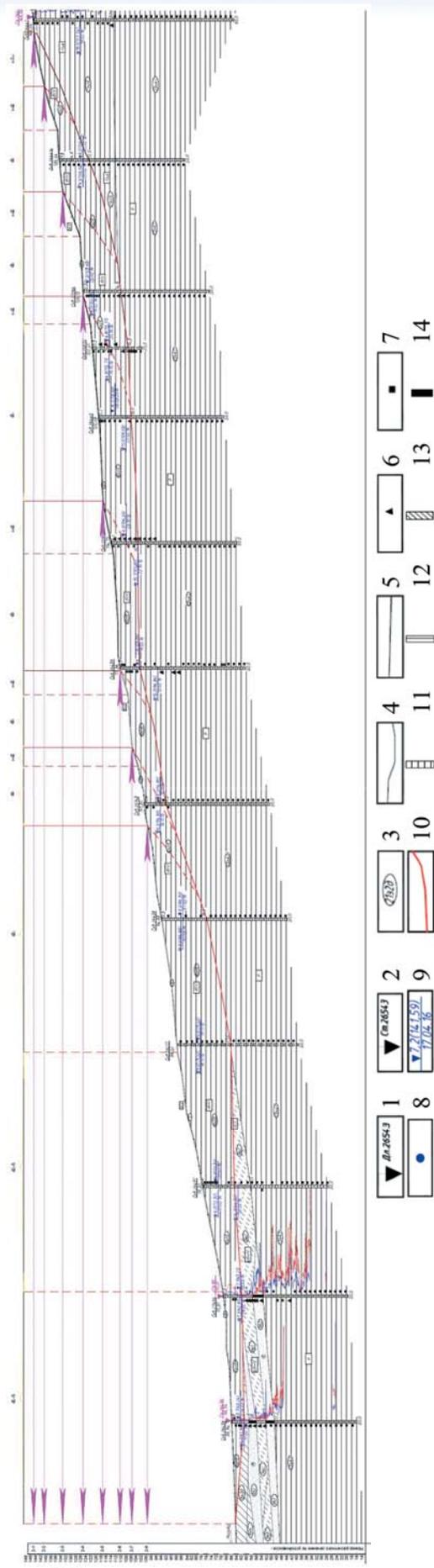


Рис. 4. Геологический разрез. Точка испытания грунтов и ее номер: 1 — дилатометром; 2 — статическим зондированием; 3 — граница инженерно-геологического элемента; 4 — граница инженерно-геологического элемента; 5 — стратиграфическая граница; 6 — образец грунта нарушенной структуры; 7 — образец грунта ненарушенной структуры; 8 — проба воды; 9 — установленный уровень грунтовых вод, в числителе — глубина и абсолютная отметка, м, в знаменателе — дата замера; 10 — поверхность скольжения оползня. Консистенция глинистых грунтов: 11 — твердые, полутвердые; 12 — тугопластичные; 13 — мягкопластичные; 14 — текущие

оползневые накопления, ухудшая механические характеристики грунтов, их несущую способность.

Тип опасного склонового процесса — комбинированный: в нижней и средней частях склона — вязкопластические оползни-потоки, в верхней части — оползни сдвига (подтип инсеквентные). Фаза склонового процесса — длительная стабилизация. Рассчитанный коэффициент (запаса) устойчивости различными методами составил от 1.52 до 1.92.

Полученные данные по оползневой опасности необходимо учитывать при планировании хозяйственного освоения территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Высокоскоростная железнодорожная магистраль «Москва — Казань — Екатеринбург» (ВСМ-2). Участок Москва — Казань. Этап строительства: Обоснование инвестиций. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях. Участок Нижний Новгород (искл.) — Казань: ОАО «Ленгипротранс», 2013.*
2. *Голодковская, Г.А. Геологическая история формирования оползневых склонов Горьковско-Чебоксарского правобережья р. Волга и их инженерно-геологическая характеристика: Автореф. дисс... канд. геол.-минер. наук. / Г.А. Голодковская. — М.: МГУ, 1958. — 16 с.*
3. *Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Средневолжская серия. Карта четвертичных образований. Карта дочетвертичных образований. Лист О-38-XXXV (Козьмодемьянск). ПГО «Центргеология». — СПб.: ВСЕГЕИ, 2000.*

4. *Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Средневолжская серия. Карта четвертичных образований. Карта дочетвертичных образований. Лист О-38-XXXVI (Чебоксары). ПГО «Центргеология». — СПб.: ВСЕГЕИ, 2000.*

5. *Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Средневолжская серия. Карта четвертичных образований. Карта дочетвертичных образований. Лист N-38-VI (Канаш). ФГУП «Волгагеология». — М.: ВСЕГЕИ, 2002.*

6. *Емельянова, Е.П. Основные закономерности оползневых процессов / Е.П. Емельянова. — М.: Недра, 1972. — 310 с.*

7. *Золотарев, Г.С. Генетические типы оползней, их развитие и изучение: Матер. сов. по изучению оползней и мер борьбы с ними / Г.С. Золотарев. — Киев: Изд-во КГУ, 1964. — С. 165–170.*

8. *Оползни и устойчивость склонов. Библиографический указатель. — М.: ЗАО «Геоинформарк», 2010. — 528 с.*

9. *Оползни Среднего и Нижнего Поволжья и меры борьбы с ними / Под ред. Е.В. Милановского, М.П. Семенова. — М.: Стройиздат, 1935. — 252 с.*

10. *Петров, Н.Ф. Оползни на автомобильной дороге М–7 «Волга» (Москва — Казань, 583–584 км) в правобережье р. Сура в Чувашской Республике / Н.Ф. Петров, А.Н. Павлов, И.В. Никонорова, Е.Ю. Яковлев, А.Н. Александров // Современные проблемы науки и образования. — 2012. — № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7772> (дата обращения: 28.09.2019).*

11. *Сахаровский, А.В. Технический отчет по инженерно-геологическим и геотехническим изысканиям. ВСМ Участок 573–630 км (Республика Чувашия) / А.В. Сахаровский и др. — Новосибирск: «Сибгипротранс», 2018. — 135 с.*

© Сахаровский А.В., Строкова Л.А., 2020

Сахаровский Александр Владимирович // sakharovskiy_sgt@bk.ru
Строкова Людмила Александровна // strokova@sibmail.com

ХРОНИКА

К 90-ЛЕТИЮ СЕМЕНА МАТВЕЕВИЧА БЕСКИНА

25 января 2020 г. юбилей у доктора геолого-минералогических наук, старшего научного сотрудника Семена Матвеевича Бескина. Он родился в Москве в семье служащих. Отец Семена Матвеевича погиб на фронте в 1942 г. В 1948 г. после окончания школы с серебряной медалью Семен Матвеевич поступил на геологоразведочный факультет Московского геологоразведочного института им. С. Орджоникидзе, но в феврале 1950 г. был арестован органами МГБ по надуманному делу, якобы за участие в «тайной» организации, противопоставляющей себя комсомолу. Заключение по статье 58 (8 лет) отбывал в Казахстане: в Экибастузе и Дзержинске. В конце



1954 г. был реабилитирован и восстановился на 2 курсе в Московском геологоразведочном институте. После окончания института в 1958 г. по распределению работал в геофизической партии Централизованной поисково-ревизионной экспедиции, занимающейся детальными поисками редкометалльных гранитных пегматитов. Затем работал старшим геологом в Казахстанской экспедиции, занимающейся разведкой и добычей пьезокварца. В 1966 г. Семен Матвеевич поступил на работу в

Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ), где и работает в настоящее время. Он внес значительный вклад в расши-