

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

**«ОПОЛЗНЕВАЯ ДИНАМИКА УЧАСТКА «ЗОНАЛЬНЫЙ»  
ТЕРРИТОРИИ Г. САРАТОВА»**

**АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 2 курса 261 группы  
геологического факультета  
направление 05.04.01 геология  
профиль «Геофизика при поисках  
нефтегазовых месторождений»  
Попова Кирилла Сергеевича

Научный руководитель  
к. г.-м.н., доцент

Зав. кафедрой  
К.г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

В.Б. Сельцер

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2024

**Введение.** Оползни представляют собой опасный геологический процесс и распространены в Саратовском Поволжье, в том числе несколько крупных участков располагается на территории города Саратова.

Один из показательных примеров развития разновозрастных оползней – район Зонального участка на северо-восточной окраине территории города Саратова. На данной территории оползни развиваются в течение длительного времени, от их проявления наблюдались деформации жилых строений, исследование факторов развития и динамики процесса является актуальным вопросом.

**Актуальность** работы состоит в исследованиях в пределах современного Саратова оползневых процессов. Оползни, являются одним из самых опасных геологических явлений, нарушающие привычный ритм человеческой деятельности и представляют угрозу для человеческой жизни.

**Цель работы** заключается в исследовании условий и динамики развития на береговой полосе северо-восточного участка «Зональный», и оценки дальнейшего развития опасного оползневого процесса на территории города Саратов.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

- 1) Проведен анализ опубликованных и фондовых материалов об оползнеопасных зонах г. Саратова.
- 2) Выполнены полевые маршруты для исследования современных проявлений оползневой активности.
- 3) Определены опорные точки для проведения наблюдений в оползневой зоне; проведены замеры разных оползневых тел.
- 4) Описана динамика развивающегося процесса.
- 5) Построены профили деформаций поверхностей оползневого тела по результатам наземного лазерного сканирования за 2022 год (совместно с магистрантом географического факультета Ковалевым К. А.).

Применены три основных метода исследований: анализ и обобщение опубликованных и фондовых материалов, полевое маршрутное обследование и

применение наземного лазерного сканирования (НЛС) для создания моделей оползневого блока.

Материалы для составления данной работы собирались с осени 2022 по май 2024 года. Последние наблюдения проведены в мае 2024 года.

В результате обобщения материалов и с помощью космоснимков удалось проследить динамику развития оползневых процессов и спрогнозировать дальнейшее развитие оползневых зон.

Магистерская работа состоит из введения, четырех разделов: физико-географического очерка, геологического строения территории и стратиграфии, методики проведения исследований, оползневой динамики исследуемой территории, заключения и списка использованных источников, общим объемом 52 страницы и включает 18 рисунков, 1 таблицу, и 3 приложения.

**Основное содержание работы.** Саратов расположен в юго-восточной части Приволжской возвышенности на правом берегу Волгоградского водохранилища.

Исследуемая территория расположена в северо-восточной части города, входит в ландшафтный район, выделенный как Елшанско-Гусельская равнина. Этот географический таксон в пределах северной части города.

Елшанско-Гусельская равнина, занимая значительную площадь, делится на подрайоны. Оползневые участки входят в гусельский подрайон. В целом он располагается на преимущественно повышенных участках рельефа, сформированного водораздельными поверхностями и склонами. В пределах подрайона наиболее возвышенное и доминирующее положение занимает Соколовогорский водораздельный массив, довольно круто обрывающийся на юг и юго-восток к приволжской котловине и долине р. Волги.

По тальвегам оврагов наблюдаются постоянные водотоки. Непосредственно у берега территория обрывается отвесными уступами высотой 15-20 м или последовательно сходящими оползневыми ступенями, имеющих плавные очертания. Перепад высот у берега в некоторых местах достигает 33-40 м. Наклонные поверхности изрезаны субпараллельными или

сходящимися мелкими оврагами, протяженностью до 300 м. В непосредственной близости к застроенной части береговой рельеф осложнен разновозрастными оползневыми блоками, формируя сложный ступенчатый облик разнонаклоненных бугров и холмов. Прибрежная береговая полоса постоянно испытывает оползневые деформации, которые выражаются разным типом оползней. В частности, в крайней части оползня «Зональный», на протяжении ряда лет, наблюдается оползень поток.

Климатические особенности территории отражают ее положение в правобережной части. Саратовский район отличается засушливым континентальным климатом и изменчивостью погодных условий.

На урбанизированных территориях большая часть оползней носит антропогенный или природно-антропогенный характер.

К основным факторам, провоцирующим развитие оползней на городских территориях, относятся: увеличение крутизны поверхности в результате подрезки склонов или отсыпки грунта, излишняя механическая нагрузка, утечки и прорывы водонесущих коммуникаций, вибрационное воздействие и др.

На территории города Саратова, на берегу Волгоградского водохранилища, активно протекает формирование оползневого тела с 2006 года.

Подвижки, возобновляющиеся в прибрежной части Волгоградского водохранилища, приводят к деформации территории, разрушению построек и повреждению коммуникаций.

На территории дачного посёлка СНТ «Астра-76», присутствует древний блоковый оползень выдавливания протяженностью вдоль водохранилища 700 м и длиной по оси смещения до 310 м. Объем смещенных пород оценивается в 2,8 млн. м<sup>3</sup>. Участок ограничен с северо-востока оврагом «Зональный», а с юго-запада – Дудаковским.

Крупные оползневые подвижки на участке отмечались в 1979 и 1985 годах. Последний всплеск активизации оползневых подвижек на участке

пришелся на весну 2005 года и активность процесса в последующие годы имеет тенденцию к нарастанию. По результатам обследования 2009 года оползень «Зональный» остается в категории действующих. С 2009 по 2024 год оползневая динамика участка претерпела ряд изменений.

С 2009 по 2022 год в юго-западной части оползневого блока «Зональный», на склоне 2-ой террасы активно формировался оползень поток. Протяженность его составляет около 75 м. вдоль бровки второй террасы. В 2019 и 2021 году пострадал ряд жилых домов из-за начала движения оползня. В 2022 году динамика развития оползневого потока временно прекратилась до сезона полива и выпадения атмосферных осадков. В настоящее время оползень поток находится в состоянии временной стабилизации.

Оползень «Зональный» становится одним из крупнейших действующих оползней в черте города Саратова. Под угрозой разрушения более десятка строений СНТ «Элита», в которых проживают люди предпенсионного и пенсионного возрастов круглогодично, что может привести к трагическим последствиям.

В геологическом строении изучаемой территории принимают участие отложения меловой, неогеновой и четвертичной систем. Непосредственно в береговой полосе получили развитие нижнемеловые отложения, что определяет распространенность различных экзогенных процессов включая линейную эрозию, обвальную-осыпные явления и оползни.

На территории оползневого блока происходят современные геологические процессы, такие как выветривание, размыв (эрозия), оползание.

Основным, и наиболее опасным геологическим процессом, является процесс оползания. Основной причиной активации оползней, является не правильная инженерно-геологическая деятельность человека.

Грунтовые воды исследуемой территории по отношению к бетонам не агрессивные.

Водоносные горизонты и водоупоры, имеющиеся на данной территории, способствуют активному развитию оползневых процессов.

Водоносный горизонт залегает в песчаных породах нижней пачки апта, непосредственно над глинами баррема. Один из источников, получающих воду из этого горизонта, находится на отметке 72,85 м, вода жесткая, имеет сульфатно-кальциевый состав. Значения коэффициента фильтрации изменяются от 0,17 до 0,88 м/сутки. Из этого горизонта, как и из верхнего, вода поступает в оползни волжского склона.

В настоящее время процессу заболачивания территории в значительной степени способствует хозяйственная деятельность человека. Процессы заболачивания тесно связаны с поливами садово-дачных участков и разгрузки на поверхность аптского водоносного горизонта.

Методика проведения работ на данном участке оползневого блока основывалась на маршрутных описаниях, фотодокументировании отдельных частей оползневого тела, отражающих особенности деформации поверхностей и динамику наблюдаемых разрушений. Обследования проводились с осени 2022 по весну 2024 годов. Для проведения объективной оценки развития оползня проведено наземное лазерное сканирование (НЛС) тыловой части оползневого тела и геодезическая привязка к реперным точкам, отмеченным на ж/б столбах линий электропередач.

Для проведения мониторинговых наблюдений заложен ряд грунтовых вешек. Производилась съемка стенок срыва и ступеней оползневого блока с помощью лазерного тахеометра с помощью зафиксированных реперных точек (вершин столбов линии электропередач) для отвязки и реперное поле с 9 опорными точками (вешками), вынесенных автором и зафиксированных с помощью приложения AlpineQuest для изучения состояния оползневого тела верхней средней части на большую часть тела.

Проводились гидрогеологические наблюдения подземных водоносных горизонтов, с целью отбора проб воды, для дальнейшего химического анализа в сезон поливов дачных сооружений и межсезонье. Данные гидрогеологические исследования помогут выявить причину оползневой динамики и прийти к определенным выводам, связанных с заболачиванием оползневого блока. Для

расчета площади оползнеопасных и оползневых зон использованы космоснимки оползневых зон из системы GoogleEarth.com.

В границах оползня «Зональный» выделяются три оползневые террасы. Бровки террас нечеткие за счет постоянно происходящих сплывов пород по неглубоким трещинам. Отмечается высокая обводненность верхней и средней оползневых террас грунтовыми водами. На поверхности второй оползневой террасы присутствуют соляные выцветы. На склонах первой и второй оползневой террасы присутствуют эрозионные промоины, образовавшиеся за счет поверхностных стоков воды. На северо-восточном фланге активно формируется оползень поток протяженностью в доль склона до 80 м. Склон разбит трещинами, по которым происходит смещение пород. Стенка срыва в головной части достигает 3-3,5 м. Смещения отмечаются на восточном фланге участка «Зональный» по трещине-заколу, здесь сформировалась отвесная стенка отрыва высотой от 10 до 15 м. Ниже этой стенки срыва оползневой склон разбит многочисленными трещинами, по которым происходит отсадка более мелких блоков пород

В результате обработки космоснимков полученных из системы GoogleEarth.com., составлена схема потенциально опасных оползневых зон оползня «Зональный» и количественные данные распределения типов функционального использования территории как по конкретным зонам оползневой опасности, так и в целом для территории района.

Выделено две оползнеопасные зоны, на которых развиваются оползневые процессы. Первая оползнеопасная зона находится в западной части оползневого блока, на территории дачных построек. Прогнозируется обрушение стенки отрыва из-за сильного переувлажнения грунтов. Приблизительно оконтурена зона заболачивания территории, охвачена видимая часть заболачивания на данный момент, на которой идет постепенное подтопление территории за счет выхода грунтовых вод на поверхность и выпадения атмосферных осадков. Также выделены точки выхода на поверхность грунтовых вод, способствующих оползневым подвижкам на

нижней и средней террасах оползневого блока.

По предварительным результатам исследования оползневого тела, следует отметить о продолжении динамики оползневого процесса из-за сильного увлажнения, что проявлено в развитии фронтальных трещин на первой оползневой ступени. Полевые наблюдения показали, что оползневые блоки опустились на 3-4 м, длина трещин отрыва составляет на отдельных участках от 2 до 4 м, а ширина от 45 до 70 см.

В осенний период на склоне поверхности второй оползневой ступени развиваются грязевые потоки, накрывающие тыловую часть нижней ступени, которая под давлением вышележащих толщ и сильной обводненности наиболее деформирована.

Вторая оползневая ступень сильно обводнена, и заболочена. Выше по рельефу наблюдается разгрузка аптского водоносного горизонта. Места выхода грунтовых вод приурочены к границе верхней алеврито-песчаной и нижней глинистой пачек. Обводненные участки образовались ниже по склону в тыловой части второй оползневой ступени.

Обводненность склона возрастает в осенне-весенний период в связи с большим объемом выпавших дождевых осадков. Проведение химического анализа грунтовых вод в разное время года, помог выявить наличие техногенного компонента, который может способствовать развитию оползнеопасных зон. Химический анализ проб воды отобранных, в местах выхода на поверхность грунтовых вод показал высокое содержание сульфатов. Вода относится к сульфато-магниево-кальциевому типу, что соответствует местным гидрогеологическим условиям, но и наличие техногенного фактора тоже присутствует, на что указывают нитраты найденные в химическом составе воды.

Для создания цифровой модели оползневого тела был зафиксирован ряд грунтовых реперов, за которыми фиксировались не только координата и высота, а также положение и наклон вешек. В дальнейшем фиксировалось состояния рельефа, параметров стенок срыва и ступеней оползневого блока, с

целью выявления оползневых подвижек. К сожалению, полученные данные могут использоваться только оценочно из-за генерализованности рельефа на карте и не отсутствия сплошного покрытия территории данными наземного лазерного сканирования (НЛС).

В процессе проведения камерального этапа работ для первичной оценки динамики развития оползневого тела была подобрана с 2006 года по настоящее время серия космических снимков территории, на основании которых выделено положение стенки отрыва и рассчитана ее динамика по годам.

На сегодняшний день на участке происходит активизация оползневых смещений вследствие быстрого разрушения глубоких оползневых блоков высачивающимися грунтовыми водами альбского и аптского водоносных горизонтов. Высота склона на данном участке превышает 75 м. Глубокие блоковые оползни являются «висячими» и развиваются вне зависимости от эрозионного воздействия Волги.

Кроме значительного переувлажнения атмосферными осадками, следует отметить переувлажнение грунтов благодаря действиям дачников. Многие дачники имеют на своих участках колодцы, при отборе воды для поливов и бытовой деятельности, колодцы способствуют осушению косогора. Рекомендовано воду из колодцев отводить в ближайшую канаву, но многие дачники не оборудуют такими отводами колодцы, а просто закрывают их. Такие заброшенные колодцы становятся дополнительным источником увлажнения грунтов на глубине и причиной многих оползневых деформаций.

Результатом этого будет увлажнение старой плоскости скольжения, и оползневые массы придут в движение.

Первоначально начнет «сползать» дачный участок в северо-западной части оползневого блока. Площадь разрушений составит 1 818 м<sup>2</sup>. На это указывает множество факторов, а именно:

- 1) Подтопление грунтовыми водами;
- 2) Антропогенная нагрузка на склон;

- 3) Влияние разных геологических процессов, таких как выветривание, коррозия и т.д.
- 4) Большое количество осадков в осенне-весенний период;
- 5) Продолжение динамики роста оползневого тела;
- 6) Влияние Волгоградского водохранилища на оползневую деятельность.

Данный участок представляет собой огромный оползневый цирк, в его нижней части располагается оползневая терраса. Во время сползания склона в 2018 и 2021 гг. образовались уступы, глубокие трещины и провалы. Наиболее неустойчивым является юго-восточный участок склона. На данный момент оползни находятся в стадии равновесия, но это буквально до сезона поливов и выпадения большого количества атмосферных осадков.

Подводя итоги вышесказанного, можно утверждать о тенденции к развитию оползневого участка. Прогнозируемое «сползание» произойдет в ближайшее время, в осенний или весенний период этого либо следующего года. Дачные участки будут разрушены, что может повлечь за собой неблагоприятные последствия. Установлена приблизительная граница затухания динамики роста оползневого тела и начало его полной стабилизации.

**Заключение.** В магистерской работе рассмотрены условия и динамика развития оползневых процессов оползневого блока «Зональный» в восточной части территории города Саратова. Оползни в данном районе разновозрастные и развиваются в течение нескольких десятков лет. Геологическое строение и условия рельефа благоприятствуют развитию опасного геологического процесса, а динамическими факторами являются влияние Волгоградского водохранилища, климатические условия каждого года и влияние техногенных компонентов на породы.

В процессе ознакомления с опубликованными и фондовыми материалами об оползневых процессах в исследуемой территории, многократно наблюдались разрушения зданий и строений. В течение длительного времени разрушения лишь фиксировались, но систематического изучения причин развития

экзогенного процесса не проводилось.

Наибольшая степень активности оползневого процесса наблюдалась в 2018-2021 году. Затем активность оползней стала спадать. В 2022 году активность оползневого процесса зафиксирована в центральной части оползневого блока «Зональный», на котором происходит медленное разрушение тыловой части оползневого блока.

В результате проведенных исследований была изучена динамика роста оползневого блока за период с 2006 по 2023 год, составлена карта-схема районирования оползнеопасных участков, смоделирована цифровая модель тыловой части оползневого блока совместно со специалистами географического факультета СГУ, проведены химические анализы воды в разные периоды времени, проведена оценка развития площади оползневого блока и создан прогноз оползневой динамики, который приведет к разрушению жилых участков и повреждению коммуникационных сетей.

Для улучшения и безопасности жизни дачников будут предложены рекомендации по управлению оползневыми процессами в данном районе.

Предложенные рекомендации включают в себя меры по укреплению склонов, контролю за дренажной системой, а также стратегии предупреждения и эвакуации населения в случае угрозы оползней. Эффективная реализация этих мер поможет минимизировать риски и защитить население от опасности оползней.