

4. **Masuda J.** Short photoperiod induces dormancy in lotus (*Nelumbo nucifera*) / J. Masuda, T. Urakawa, Y. Ozaki, H. Okubo // *Annals of Botany*. – 2006. – № 97. – P. 39–45.
5. **Nguyen Q.** Lotus / Q. Nguyen, D. Hicks // *The new crop industries*. – Sidney : Department of Natural Resources & Environment and Rural Industries Research and Development Corporation, 2004.
6. **Nguyen Q.** Lotus – a new crop for Australian horticulture. / Q. Nguyen // *IHD: Access to Asia – Newsletter*. – 1999. – № 1.
7. **Nguyen Q.** Lotus for export to Asia: an agronomic and physiological study / Q. Nguyen // *RIRDC Publication number*. – 2001. – № 32.
8. **Orozco-Obando W.** Cultivation of Lotus / W. Orozco-Obando, K. Tilt, B. Fischman // *Water Garden Journal, International Waterlily and Water Gardening Society, Liaocheng in Shandong, China*. – 2009. – № 4. – P. 7–14.
9. **Orozco-Obando W.** Lotus, an alternative multipurpose crop for the Southeastern USA / W. Orozco-Obando, K. Tilt, D. Tian, J. Sibley, F. Woods, W. Foshee, J. Chappell, D. Cline, D. Fields, J. Olive // *International Waterlily & Water Gardening Society Symposium*. – Bangkok, 2007. – 97 p.
10. **Peterson L.** A field guide to edible wild plants of Eastern and Central North America / L. Peterson. – Boston, MA : Houghton Mifflin Company, 1978.
11. **Qichao W.** Lotus flower cultivars in China / W. Qichao, Z. Xingyan. – Beijing : China Forestry Publishing House, 2004.
12. **Qingdong K.** The aquatic vegetable cultivars and resources of China / K. Qingdong. – Beijing : Hubei Science and Technology Press, 2001.
13. **Romanowski N.** Edible Water Gardens: Growing water-plants for food and profit / N. Romanowski. – Carlton : Hyland House Publishing Pty Ltd, 2007.
14. **Shrestha M. K.** Determination of phosphorus saturation level in relation to clay content in formulated pond muds / M. Shrestha, C. Lin // *Aquacult. Eng.* – 1996. – № 15. – P. 441–459.
15. **Slocum P.** Water Gardening: Water Lilies and Lotuses / P. Slocum, P. Robinson. – Portland, Oregon : Timber Press, 1996.
16. **Srihakulang T.** Study of community products from lotus / T. Srihakulang, U. Buatama // *XXIInd Chinese lotus conference*. – Beijing, 2008.
17. **Xueming H.** Lotus of China / H. Xueming. – Wuhan : Wuhan Botanical Institute, 1987. – 12 p.
18. **Yamaguchi M.** Asian vegetables / M. Yamaguchi // *Advances in new crops*. – Portland, OR : Timber Press, 1990. – P. 387–390.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОПОЛЗНЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

**Д.Ю. Шуляков, старший преподаватель
кафедры геологии и геоморфологии**

*Кубанский государственный университет,
тел.: 89184437716, (861)261-92-04, e-mail: drshultz@mail.ru*

**М.С. Шулякова, слушатель I курса
магистратуры географического факультета**

*Кубанский государственный университет,
тел.: 89183455909, e-mail: marusiya74@mail.ru*

Рецензент: Серебряков А.О.

В статье описывается большой оползень – сель в Северо-Западном Кавказе. Рассматриваются основные этапы его возникновения и развития, которые отличаются по

продолжительности процесса, объемов передачи вещества и влияние на окружающую среду, механизмы его формирования.

The article describes a large landslide – mudflow in the North-West Caucasus. The basic stages of its origin and development which differ by duration of process, volumes of transferable substance and influence on the environment are selected. The mechanisms of its formation which has a qualitative basis are considered.

Ключевые слова: классификация, оползни, риск, прогноз оползней, ущерб.

Key words: classifications, landslides, risk, the forecast of landslides, damage.

В настоящее время число классификаций оползней весьма велико. Они базируются на различных принципах и не всегда имеют четкое целевое назначение. В зависимости от того, охватывали классификации все возможные оползни, распространенные на континенте, или только их часть в ограниченном регионе, их условно можно подразделить на универсальные и региональные. Каждая из этих двух групп может быть подразделена на общие и частные классификации. Общие классификации основываются на наиболее важных, интегральных, обобщенных признаках, отражающих физическую сущность оползневого процесса, а частные – на более второстепенных, отдельных признаках, отражающих ту или иную сторону оползневого процесса. Наиболее широкой известностью пользуются универсальные классификации оползней А.П. Павлова, Ф.П. Саваренского [9], А.М. Дранникова [4], И.В. Попова [8], Г.С. Золотарева [7], М.К. Разаевой, К.А. Гулакяна [3], В.В. Кюнтцеля [3, 7], Е.П. Емельяновой [5] и др. В странах Западной Европы и США наиболее популярны классификации оползней К. Терцаги, С. Шарпа, Д. Варнса [8]. Под термином «оползень» в данной работе подразумевается процесс, для которого наиболее полным является определение Е.П. Емельяновой [5]: «Оползень – это смещение горных пород на более низкий гипсометрический уровень, без отрыва от основания», – с уточнением авторов, что, в отличие от обвалов и прочих склоновых процессов, оползень – это смещение части горных пород по склону на более низкий гипсометрический уровень при сохранении контакта с неподвижным основанием.

Классификация оползней по признакам. При написании работы были рассмотрены и проанализированы опубликованные в разные годы (1935–1987 гг.) известные универсальные классификации оползней по механизмам смещения, возрасту, форме, геологическим условиям и прочим признакам отечественных и зарубежных авторов: Ф.П. Саваренского, Д. Варнса, М.К. Разаевой, Г.С. Золотарева, К.А. Гулакяна, В.В. Кюнтцеля. По мнению авторов, для исследуемой территории наиболее подходящими являются классификации оползней Д. Варнса 1958 г. [8] и В.В. Кюнтцеля 1980 г. [7]. Ими по механизму смещения выделяются оползни-обвалы, оползни скольжения (консиквентные, по классификации Д. Варнса), оползни-течения (оползни-потоки), оползни сдвига (выдавливания), оползни выплывания и проседания (суффозионные), оползни разжижения (классификация В.В. Кюнтцеля 1980 г.) и при комбинации нескольких факторов – сложные оползни. Исходя из вышеперечисленного, авторами для исследуемой территории предложена следующая классификация оползней по признакам (таблица).

Таблица

Классификация оползней по признакам [11]

Классифицируемый признак	Виды оползней
Размер	Мелкие, средние, крупные, гигантские
Механизм смещения	Скольжения, выдавливания, выплывания, проседания-течения, оползни в скальных породах, сложные оползни
Форма в плане	Циркообразные, фронтальные, глетчерообразные, оползни-потоки, блоковые оползни
Возраст	Древние, молодые, современные
Геологические условия	Оползни коренных пород, оползни поверхностных отложений

В процессе полевых работ, дешифрирования аэрофото- и космических снимков на описываемой территории выявлены разные по размерам, механизмам смещения, форме, возрасту и геологическим условиям оползневые проявления – от мелких поверхностных смещений (разрывы дернины со сползанием, сплывы, оплывины) и мелких оползней на подмываемых склонах террас или долин, на переувлажненных участках склонов до крупных оползней-обвалов, оползней-блоков и оползней-потоков огромной величины. В формировании первых принимали участие в основном экзогенные и антропогенные факторы, а вторых – эндогенные.

По размерам оползни можно подразделить на: мелкие (мощность сместившихся масс не более 5 м; средние (длина и ширина в пределах десятков метров, мощность – до 20–30 м); крупные (длина и ширина в пределах от сотни до нескольких сотен метров, мощность – до 50–70 м); гигантские (длина и ширина в пределах от нескольких сотен метров до нескольких километров, мощность – до 100–110 м и более).

По механизму смещения. Особенности инженерно-геологических условий территории Краснодарского края и, в первую очередь, состав, структура и свойства пород стратиграфо-генетических комплексов, слагающих склоны, обуславливают неравномерность распределения различных типов оползней как в целом, так и на отдельных участках. Значительная часть исследуемой территории в геотектоническом отношении представлена платформой и предгорными впадинами, в верхних структурных этажах которых залегают породы в основном ненарушенное или близко к горизонтальному. В их составе часто встречаются относительно однородные в литологическом, стратиграфическом и фациальном отношении геологические тела, с которыми связано возникновение и развитие оползневого процесса. По мнению авторов, наиболее подходящее для исследуемой территории подразделение оползней по их механизму произведено В.В. Кюнтцелем в 1980 г. [7]. Им на одном иерархическом уровне выделено шесть существенно отличных друг от друга типов оползней: скольжения, выдавливания, выплывания, течения, проседания и разжижения. Каждый из них может быть разделен на классы по составу пород, с которыми связаны оползни. Классификацию В.В. Кюнтцеля [7] можно органично дополнить классификацией Д. Варнса [8]. На основе анализа вышеприведенных классификаций авторами, исходя из специфики исследуемой территории и особенностей протекания на ней оползневых процессов, предложена следующая классификация типов оползней по механизму смещения: оползни скольжения, выдавливания, выплывания, проседания, тече-

ния, оползни в скальных породах и сложные оползни. Некоторые примеры таких оползней на территории Краснодарского края приведены ниже.

Оползни скольжения являются одним из наиболее распространенных типов. Они связаны с различными по составу, возрасту и генезису скальными и полускальными породами, сильно дислоцированными или имеющими моноклинальное залегание и нередко нарушенными тектоническими и иного генезиса трещинами. Различия состава деформирующихся пород и их структуры предопределяют существенные различия морфологии, морфометрии и динамики оползней этого типа. Для них характерно также блоковое строение, наличие наклонной поверхности или зоны, часто совпадающей с плоскостями напластования, расланцованности с крупными тектоническими разломами или другими ослабленными зонами в массивах горных пород.

Различаются две основные разновидности оползней скольжения. Первая из них характеризуется смещением блоков пород по наклонному контакту слоев одного или различного петрографического состава. Такие оползни в своей классификации 1935 г. Ф.П. Саваренский [9] называл консеквентными. Другие исследователи именуют их оползнями соскальзывания. Вторая разновидность этих оползней – инсеквентные, по Ф.П. Саваренскому [9], или срезающие, по другим авторам, отличается тем, что смещение происходит по ослабленным зонам, пересекающим слои горных пород. Основные особенности механизма оползней скольжения заключаются в том, что первичному оползню предшествует длительная подготовка. По мере изменения конфигурации склона под влиянием современных тектонических движений, глубинной и боковой эрозии, абразии, техногенных и ряда других факторов меняются характеристики поля напряжений, а также состав и свойства слагающих слои пород. Последовательное преодоление пикового сопротивления пород сдвигу вызывает возникновение дополнительных напряжений в соседних участках, что завершается прогрессирующим разрушением в зоне смещения. Наличие в породах различных дефектов способствует ускорению оползневых деформаций. На завершающем этапе (стадия основного смещения) блоки пород смещаются по ослабленным зонам на более низкие гипсометрические уровни. Движение нередко носит прогрессирующий характер, т.е. в оползневой процесс постепенно вовлекаются все новые и новые участки склона, расположенные выше или примыкающие с боков к границам первичного оползня. Наиболее сложной разновидностью оползней скольжения являются, по классификации 1935 г. Ф.П. Саваренского, инсеквентные оползни, среди них встречаются гигантские по размерам. Смещение этих разновидностей оползней скольжения происходит по сложной системе трещин, преимущественно тектонического происхождения. К этому типу оползней можно отнести сложный оползень в с. Пшада [1]. Более просты по механизму консеквентные оползни, характерные для районов, где породы имеют моноклинальное залегание с падением в сторону склонов. Примеры таких оползней встречаются почти по всех горноскладчатых областях, и в частности, на исследуемой территории примером могут служить оползни Черноморского побережья, приуроченные к флишевым отложениям, и оползень в Кепше курорт Сочи. Оползни скольжения имеют повсеместное распространение в горной и предгорной частях края.

Оползни выдавливания. Оползни этого типа доминируют в условиях платформенных структур, где породы имеют ненарушенное залегание, близкое к горизонтальному, и встречаются выдержанные горизонты глинистых

пород. Они широко распространены по берегам рек, Азовского и Черного морей, водохранилищ, в бортах оврагов и карьеров, в дорожных выемках и в других искусственных сооружениях. Размеры их колеблются от нескольких десятков метров до нескольких километров. Для оползней выдавливания характерна фронтальная или циркообразная форма в плане и блоковое строение.

Механизм оползней выдавливания несколько сложнее, чем оползней скольжения. Изучению его посвящен ряд работ, в том числе работы К. Терцаги и Р. Пэка [8], Е.П. Емельяновой [5, 6], Г.И. Тер-Степаняна [3], В.В. Кюнтцеля [7], К.А. Гулакяна [2], Д. Варнса [8] и многих других. Различные авторы по-разному описывают механизм оползней «выдавливания», иногда неоправданно расширяя или сужая объем данного типа, неоднозначна сама трактовка термина «выдавливание». Для правильного понимания механизма оползней выдавливания необходимо учитывать прочностные, деформационные, в том числе реологические характеристики пород, с которыми связаны оползни. Под воздействием различных совокупностей природных и техногенных факторов происходит постепенное увеличение касательных напряжений в наиболее ослабленных частях склона и, в первую очередь, в глинистых породах. Это приводит к возрастанию в них скоростей деформаций до критических, что в конечном итоге вызывает нарушение устойчивости всего оползневого склона. На определенном этапе развития оползня на склоне или в прибровочной части возникает трещина растяжения или трещина закола, по которой происходит постепенное, иногда очень быстрое, отчленение нового блока пород от коренного склона. Это, в свою очередь, резко ускоряет движение всей оползневой зоны. В оползневой зоне формируется три области, отличающиеся по характеру протекающих деформаций. Одна из них – область растяжения или опускания, занимает верхнюю часть оползневого склона и часть у бровки. Она характеризуется постепенным отделением от коренного массива блоков пород, опускающихся с запрокидыванием. Величины вертикальных составляющих вектора смещений превышают значение горизонтальных составляющих и имеют, как правило, отрицательное значение. Здесь преобладают деформации растяжения. Типичны раскрытые, дугообразные трещины, обращенные вогнутостью в сторону движения, а также крутые оползневые рвы и грабены, образующиеся в результате клинообразного проседания отдельных частей отчленившегося блока. Вторая область, называемая областью перемещения или транзита, занимает большую часть склона, иногда до самого его подножья. В этой области развиты трещины различного типа, оконтуривающие оползни второго и более высоких порядков. Третья область, или область сжатия и поднятия, занимает полосу вдоль подножья склона и отдельные участки впереди нее. В ней заметно возрастают вертикальные составляющие векторов смещений, направленные вверх. Образование области сжатия связано с сопротивлением пород, не захваченных оползанием, движению оползающих масс. При определенных условиях в центральной части зоны сжатия происходит клиновидный выпор пород вверх с образованием вала. Вал сжатия формируется главным образом в стадию основного смещения и сохраняется, обычно непродолжительное время. Иногда в зоне сжатия породы выпирают в виде клина по наклонным плоскостям. В результате воздействия различных факторов, например, морской абразии или речной эрозии, породы, слагающие вал сжатия, размываются, что ведет к новой активизации оползневого процесса.

Оползни выплывания. Механизм оползней этого типа изучен еще очень слабо. Впервые он был описан К. Терцаги [8] на примере оползня в районе г. Мемфис, на реке Миссисипи, США. По мнению Е.П. Емельяновой [5, 6], оползни выплывания образуются в результате подпора пльвунных пород (суффозионные массы), вовлекающих в движение породы перекрывающей толщи. Исследования последних лет показали, что нередко в качестве горизонта скольжения выступают песчаные тонкозернистые породы с коллоидными связями. Разрушение структурных связей вызывает значительные деформации в песчаных породах, переход их в пльвунное состояние и смещение вышележащих пород. В этом случае процесс выплывания играет вспомогательную роль, а скорости движения оползней уменьшаются по сравнению с теми оползнями, которые возникают при значительном внезапном выплывании песчаных или пылеватых пород. Под влиянием деформации в песках начинает разрушаться вся вышележащая толща, появляются многочисленные трещины, разбивающие породы на блоки, которые движутся с запрокидыванием в сторону подпора. Весьма вероятно, что распространенность оползней выплывания более значительна, чем это принято считать в настоящее время. Авторами наблюдается подобный оползень, вызванный суффозией в песках, залегающих на водоупорных породах, на трассе г. Апшеронск – с. Гуамка, перед ст. Нижегородская.

Оползни течения (оползни-потоки). Оползни этого типа встречаются практически повсеместно на территории Краснодарского края и по числу проявлений занимают первое место. Однако размеры большинства из них незначительны. Такие мелкие оползни обычно именуется оплывинами и сплывами. Наряду с ними, встречаются крупные оползни течения, захватывающие значительные по площади участки. Для оползней данного типа характерна тесная связь с корой выветривания пород. В горно-складчатых областях оползни течения связаны в основном с элювиально-делювиальными глинистыми и крупнообломочными покровными образованиями и рыхлыми оползневыми накоплениями. Активизация их деятельности связана с антропогенными предпосылками, они образуются в отвалах горных выработок, крупных насыпях, дамбах при подрезке склонов при строительстве дорог.

Характерным внешним признаком многих оползней течения является их «глетчеровидная» форма, однако встречаются и другие морфологические разновидности. Часто смещение захватывает всю зону выветривания, но, наряду с основной поверхностью смещения, встречается ряд дополнительных, по которым периодически синхронно или асинхронно с главным также происходит движение. Типичной особенностью механизма оползней течения является полная или частичная потеря первичной структуры пород в зоне смещения вследствие изменения их влажности. Под воздействием гравитационных, а во многих случаях – и гидродинамических сил – происходит водно-пластическое течение глинистых пород по заранее подготовленной или сформировавшейся в процессе оползания поверхности. По мере движения оплывин давление быстро снижается, что обуславливает кратковременность их развития и небольшую величину перемещения по склону.

Оползни проседания. Оползни проседания локализуются в области распространения лессов и лессовидных пород. Особенности механизма оползней проседания во многом предопределяются деформационным поведением лессовых пород, которые при увлажнении обладают способностью лавинного разрушения первичной структуры, сопровождающейся просадочными явле-

ниями. На начальных этапах развития оползневой процесса в лессах, вследствие неравномерной просадочности, возникают трещины, облегчающие атмосферным осадкам доступ в более глубокие слои лессовых пород. В результате значительного увлажнения прочность этих пород может снизиться в несколько раз. Начавшийся процесс лавинного разрушения первичной структуры пород приводит к отчленению оползневых масс от склона.

Смещение происходит в виде отдельных блоков пород, которые в процессе движения разрушаются, переходя в земляные потоки. Резкое изменение напряженного состояния пород в результате сильных землетрясений также способно вызвать оползание лессов или ускорить начавшийся оползневой процесс. По своей природе оползни проседания относятся к категории наиболее опасных оползней и могут сопровождаться крупными разрушениями и людскими жертвами. На территории края к ним можно отнести оползни, развитые в лессовидных суглинках, на правом берегу р. Кубани, у населенных пунктов: станиц Кавказская, Воронежская, города Усть-Лабинск и др.

Оползни в скальных породах. Просты по механизму, связаны в основном с горными породами осадочного происхождения, характерны для районов, где породы имеют моноклинальное залегание с падением в сторону склонов. Примеры таких оползней многочисленны, встречаются в горноскладчатых областях, соответственно и на территории исследования.

Сложные оползни. На исследуемой территории встречаются оползни, в механизме которых комбинируется сразу несколько видов оползневых смещений. Эти оползни решено было выделить в отдельную группу. Хотя, по классификации Ф.П. Саваренского [9], их можно отнести к инсеквентным – наиболее сложной разновидности оползней скольжения, смещение которых происходит по сложной системе трещин, преимущественно тектонического происхождения. Но ввиду того что в процессе движения оползневое тело может представлять собой последовательную комбинацию оползня выдавливания, скольжения и течения, претерпевать метаморфозы и превратиться из блоков породы в поток, глетчер или сель, образовать в своем теле постоянные или временные водоемы – озера, целесообразно выделить эти оползни в самостоятельную группу. Наглядными примерами могут служить оползни в с. Пшада (Курорт Геленджик), в Гуамском ущелье (Апшеронский район) и в пос. Приазовский. Так, в с. Пшада в третьей декаде декабря 1995 г. в результате аномального выпадения осадков сошел крупный оползень. В течение дня он от головы сорвавшейся с моноклинально залегающих слоев флиша превратился в «водно-земляной» вал, язык которого постепенно двигался с истоков щели, сдирая и захватывая по пути следования прилежащие к склону части лесного массива. Перемещение этого вала напоминало движение лавового потока [1].

По форме в плане встречаются циркообразные, фронтальные, глетчерообразные или оползни-потоки, блоковые оползни.

По возрасту на исследуемой территории можно выделить «древние», «молодые» и «современные» оползни. К древним оползням авторами отнесены оползни сейсмогравитационного происхождения на мысе Утриш и полуострове Абрау, сместившиеся в результате катастрофического 8–10балльного землетрясения, разрушившего города Боспорского царства в 417 году до н. э. К современным отнесены оползни, имеющие возраст 20–100 лет, к молодым – 20 лет и менее. Эти формы оползней на территории края распространены повсеместно.

По геологическим условиям развития на исследуемой территории выделяются оползни коренных пород и оползни поверхностных отложений.

Оползни коренных пород встречаются в почти горизонтально залегающих породах и в тектонически дислоцированных породах, оползни поверхностных отложений выражены процессами в песчано-глинистых делювиальных породах и крупнообломочных элювиально-делювиальных породах.

Важнейшей особенностью оползневой процесса является его повторяемость во времени. Оползни – это нестабилизированные объекты, развивающиеся циклически. Каждый цикл подразделяется на несколько последовательных этапов или стадий. Периоды циклов развития одного и того же объекта могут иметь разную длительность в зависимости от интенсивности изменения соотношений между силовыми факторами сопротивления и разрушения.

Библиографический список

1. *Бондаренко Н. А.* Особенности проявления оползневых процессов на южных склонах Северо-Западного Кавказа / Н. А. Бондаренко, Ю. В. Ефремов, С. И. Дембицкий // Вестник Краснодарского отдела Русского географического общества. – Краснодар, 1998. – Вып. 1. – С. 187–197.
2. *Гулакян К. А.* О механизме глубоких оползней выдавливания / К. А. Гулакян // Труды ВНИИ геологии и инженерной геологии. – 1968. – Вып. 8. – С. 33–41.
3. *Гулакян К. А.* О распознавании типов оползневых процессов / К. А. Гулакян, В. В. Кюнтцель // Доклады советских ученых к Межд. конгрессу МАИГ. – М. : ВИНТИ, 1970. – С. 190–200.
4. *Дракников А. М.* Оползни, типы, причины образования, меры борьбы / А. М. Дракников. – Киев : Укргидросепстрой, 1956. – С. 15–23.
5. *Емельянова Е. П.* Основные закономерности оползневых процессов / Е. П. Емельянова. – М. : Недра, 1972. – 308 с.
6. *Емельянова Е. П.* Сравнительный метод оценки устойчивости склонов и прогнозы оползней / Е. П. Емельянова. – М. : Недра, 1972. – 255 с.
7. *Кюнтцель В. В.* Закономерности оползневой процесса на европейской территории СССР / В. В. Кюнтцель. – М. : Недра, 1980. – 213 с.
8. *Оползни. Исследование и укрепление* / под ред. Р. Шустер и Р. Кризик. – М. : Мир, 1981. – 368 с.
9. *Саваренский Ф. П.* Опыт построения классификации оползней / Ф. П. Саваренский // Труды I Всесоюзного оползневой совещания. – Л. – М. : ОНТИ, 1935. – С. 29–37.
10. *Шеко А. И.* Прогноз экзогенных геологических процессов на Черноморском побережье СССР / А. И. Шеко, В. С. Круподеров, П. А. Дворцов [и др.] // Проблемы инженерной геологии в связи с рациональным использованием геологической среды. – Л., 1976. – С. 99–100.
11. *Шуляков Д. Ю.* Анализ распространения и развития оползней на территории Северо-Западного и Западного Кавказа (в пределах Краснодарского края) : дис. ... канд. геогр. наук / Д. Ю. Шуляков. – Краснодар, 2010. – 22 с.