

ОПОЛЗНИ В ДОЛИНЕ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. ЗЕИ: УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ, ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И МЕХАНИЗМ СМЕЩЕНИЯ

Введение

Оползнеобразование относится к опасным рельефообразующим процессам [1–3 и др.]. Широкое развитие благоприятных для формирования оползней условий усиливает риск возникновения обусловленных данным явлением чрезвычайных ситуаций и даже геоэкологических катастроф, несущих социальные бедствия и приводящих к большим материальным потерям. Поэтому оползни – объект повышенного внимания со стороны исследователей. Им посвящена обширная научная, учебная и научно-популярная литература. В связи с освоением новых (зачастую труднодоступных) территорий и со все возрастающей антропогенной нагрузкой на природные ландшафты, отмечается активизация данного явления [2]. Поэтому исследования, позволяющие прогнозировать проявление опасных для жизнедеятельности человека природных процессов, приобретают в настоящее время особую важность.

К сожалению, изучению оползневых процессов, их рельефообразующей роли и, в частности, исследованию их влияния на флювиальные процессы на территории Амурской области, должного внимания не уделялось. Имеющиеся материалы по этой проблеме разрозненны и неполны. Проведенная В.С. Петровым и А.Г. Верхотуровым в 2000 г. (фондовые материалы) прогнозная оценка экзогенных, в т.ч. оползневых процессов Амурской области, базируется только на основе изученности (явно недостаточной) их площадного распространения и не рассматривает условия, причины и механизмы развития оползней.

Цель и методы исследований

Цель данной работы – на основе материалов полевых исследований строения оползней, анализа условий их развития в долине нижнего течения Зеи выявить основные причинно-следственные связи в развитии процесса оползания, специфику механизма его проявления и, по возможности, рассчитать количественные показатели перемещаемых оползневых масс, служащих одним из основных источников поступления обломочного материала в реку.

Работа выполнена в ходе изучения современной морфодинамики крупных рек Амурской области [4, 5]. Ее основу составляют результаты собственных полевых геоморфологических исследований в долине Зеи [6], их анализ и синтез с данными по геологическому и гидрогеологическому строению Амуро-Зейской равнины. Картографическую основу работы составили топокарты м-ба 1:25000, 1:100000 и аэрофотоснимки. При этом большое внимание уделено изучению оползней, относящихся к категории крупных [7]. Один из них – Малосазанковский. При его изучении использовались морфологический, морфометрический, инженерно-геологический, топографический (инструментально-полевой) методы исследований. По результатам полевых работ была построена цифровая модель оползня, по которой удалось рассчитать количественные параметры явления.

Общие черты геологического строения и рельефа

В своем среднем и нижнем течении р. Зeya дренирует крупнейшую в России межгорную впадину – Амуро-Зейскую, общей площадью более 170 тыс. км². В структурном плане это плита [8], которая состоит из системы разновеликих блоков (рис. 1), контактирующих между собой по сложно устроенной сети тектонических разломов. По ним происходят современные перемещения отдельных блоков земной коры [9, 10]. Установлено [11, 12], что начало формирования структуры приходится на поздний мел (K_2). До раннечетвертичного (Q_1) времени плита испытывала преимущественно прогибание, и в ее пределах шло накопление осадков, сформировавших плитный чехол. Свой нынешний облик структура приобрела на последующем этапе развития в результате тектонического воздымания территории, начавшегося с конца раннего плейстоцена (Q_1) [12]. О сравнительно высокой современной тектонической активности территории свидетельствуют частые землетрясения с магнитудой до 5.7–5.9 [10, 13], очаги которых располагаются не только по периферии плиты, но даже в ее внутренних районах. Составляющие плиту тектонические блоки характеризуются повышенной динамичностью. Максимальные скорости вертикальных деформаций достигают 2 мм/год [10], а горизонтальных – 80 мм/год [14].

Чехол плиты состоит из двух комплексов пород: нижнего, представленного вулканогенно-осадочными породами мезозойского возраста (J_3 – K_1) и верхнего (собственно плитного), состоящего из рыхлых пород верхнемелового-нижнечетвертичного (K_2 – Q_1) возраста [8], строение данного комплекса будет рассмотрено ниже. Проявления рассматриваемых оползневых процессов связаны с породами верхнего комплекса.

В рельефе Амуро-Зейской плите соответствует одноименная равнина. Со всех сторон она обрамлена горными сооружениями (рис. 1). Ее поверхность постепенно понижается с СЗ на ЮВ от 400–450 м (с отдельными сопочными массивами до 600–700 м) до 180–250 м.

Современный облик равнины во многом связан с общим тектоническим воздыманием территории, сменившим ее погружение в плиоцен-раннечетвертичное (N_2 – Q_1) время. Поэтому подавляющая часть ее поверхности в настоящее время развивается в условиях преобладания процессов денудации. Дренирующие ее крупные водотоки обладают повышенной эрозионной активностью [4, 11]. В их пределах развит комплекс из 3–4 надпойменных террас. Крупнейшие водотоки (Амур, Зeya, Селемджа) за это время врезались в подстилающие породы на глубину до 100–130 м [4, 11], вскрывая в бортах долин отложения чехла плитного комплекса.

Такие обнажения наиболее широко отмечаются в долине нижнего течения Зеи (последние 150 км) в пределах ее правого борта, который зачастую представлен крутым (15–30°) и высоким (до 80–120 м) оползневым склоном (рис. 2). Резко асимметричный поперечный профиль речной долины в пределах рассматриваемого отрезка реки обусловлен преобладающим (устойчивым) правосторонним смещением водотока на протяжении всей истории ее формирования.

Общая характеристика литологических условий и подземных вод

Долина Зеи наследует зону древнего тектонического уступа северо-восточного простирания, вдоль которого фундамент плиты испытал высокоамплитудные смещения: к западу от него мощность рыхлого чехла не превышает 500 м, к востоку возрастает до 2, а местами и до 3 км [15, 16] (рис. 1). Приподнятая часть уступа располагается в пределах правобережья Зеи, к которому приурочены оползневые склоны (рис. 2).

Наиболее представительные сведения о строении плитного комплекса приводятся на государственных геологических картах и в объяснительных записках к ним [17, 18 и др.]. В составе рыхлого чехла правобережья наибольшее развитие получил олигоцен–нижнечетвертичный (Pg_3 – Q_1) комплекс пород, объединенных в *зейскую серию* общей мощностью до 280 м [11]. Она вскрывается в береговых уступах бортов долин

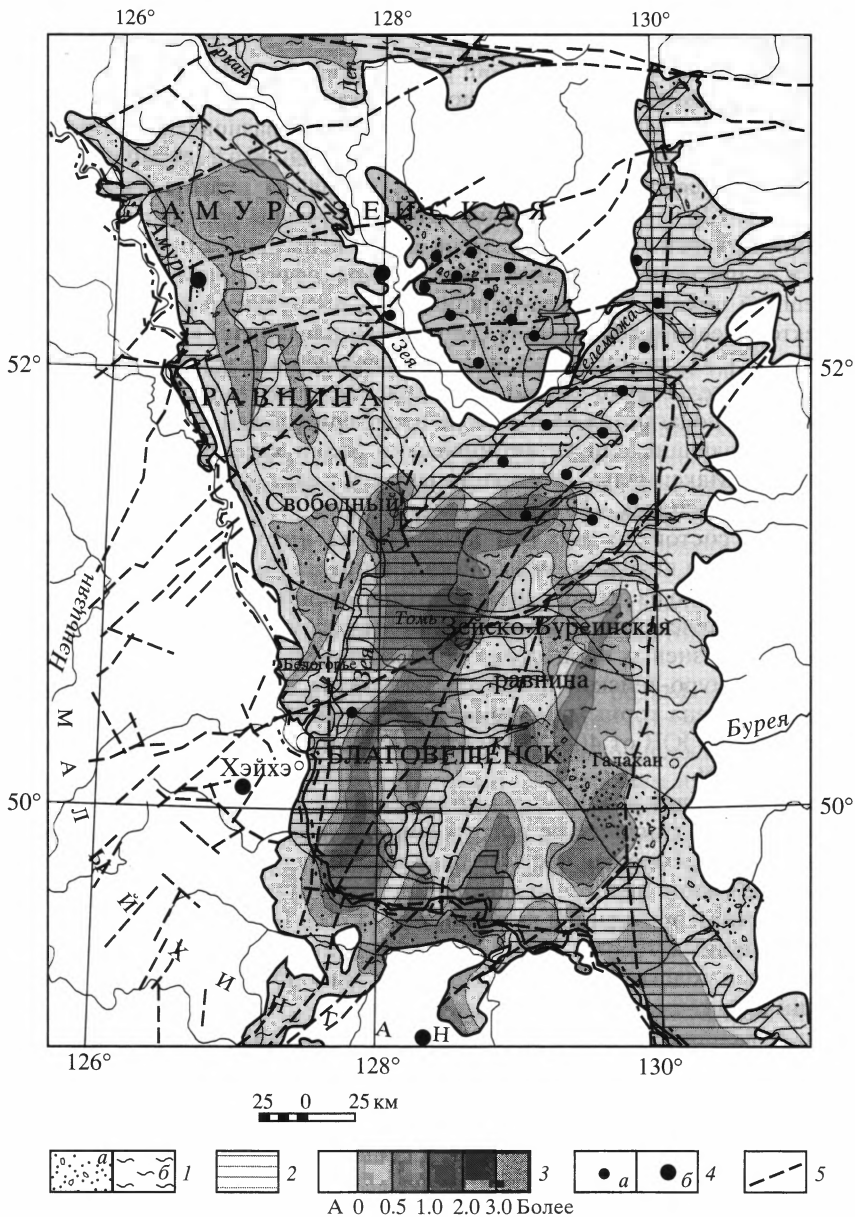


Рис. 1. Комплексная схема распространения рыхлого покрова, основных разломов и эпицентров землетрясений на территории Амуро-Зейской межгорной депрессии (по [8, 13, 22])
 Область распространения рыхлых образований: 1 – зейской серии (Pg_3-Q_1) (а – преимущественно аллювиальных, б – преимущественно озерно-болотных), 2 – плейстоценового аллювия (Q_2-Q_4) в долинах рек; 3 – глубина залегания фундамента; 4 – эпицентры землетрясений (а – $M < 4.5$, б – $M = 4.5-5.7$); 5 – основные зоны разломов

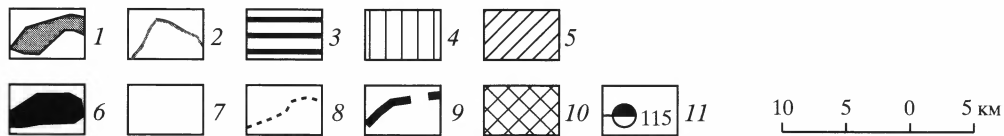
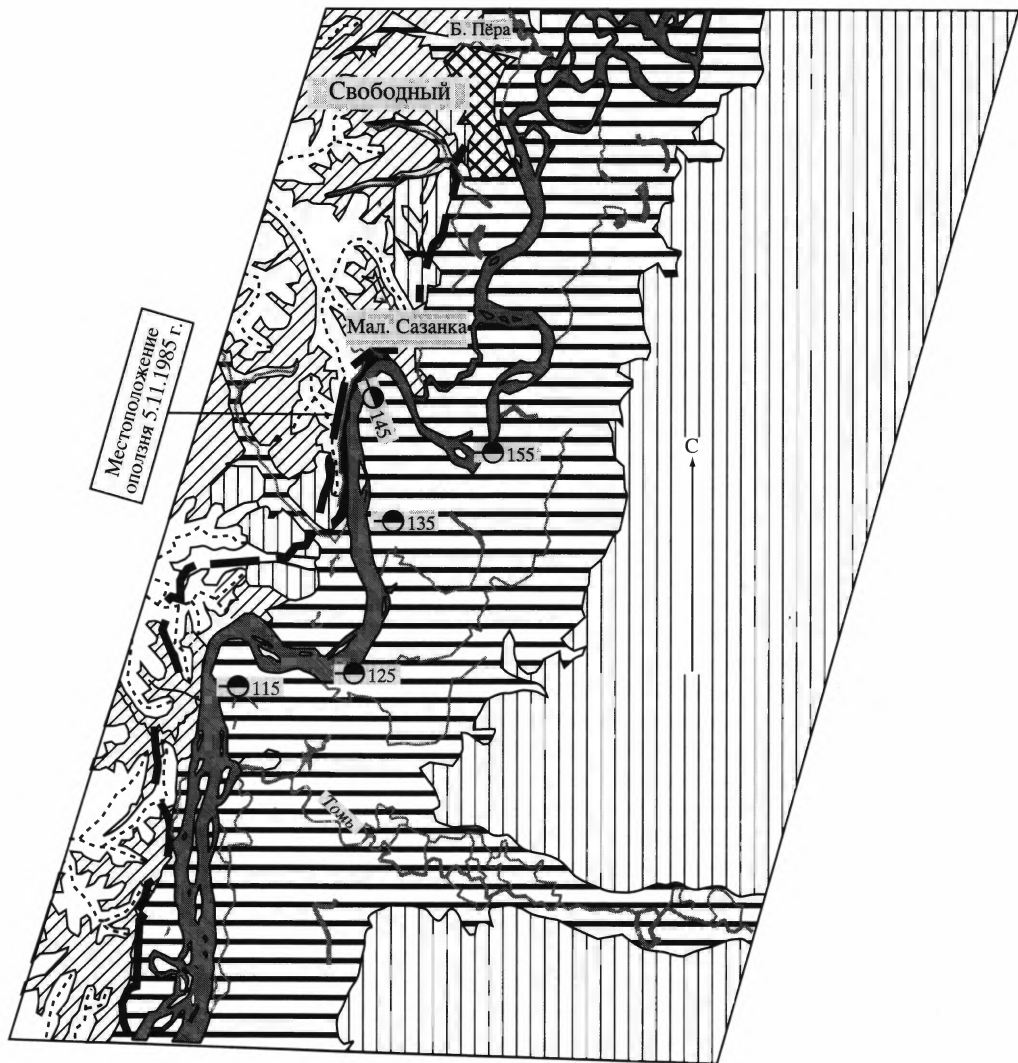


Рис. 2. Геоморфологическая схема долины Зеи на участке от устья р. Бол. Пёра до устья р. Томь

1 – русло Зеи; 2 – притоки Зеи; 3 – пойма Зеи и ее притоков; 4 – комплекс надпойменных террас; склоны: 5 – приречные (преимущественно крутые, $>10^\circ$), 6 – оползневые, 7 – приводораздельные (преимущественно пологие, $<10^\circ$); 8 – линии местных водоразделов; 9 – автотрасса Благовещенск–Свободный; 10 – населенные пункты; 11 – километр судового хода от устья Зеи

крупных и средних рек Амура-Зейской равнины. В состав *зейской серии* входят осадки трех свит – *бузулинской* ($Pg_3-N_1^1$ bz), *сазанковской* (N_1 sz) и *белогорской* (N_2-Q_1 bl), характеристика которых приводится ниже.

Основной источник питания подземных вод территории – атмосферные осадки, сформировавшие в отложениях *зейской* серии до пяти водоносных горизонтов, нижние из которых могут обладать напором величиной от 20 до 60 м [17–19]. Водовмещающие породы представлены сравнительно крупным (гравийно-галечным, песчано-гравийным, песчаным) материалом, лежащим на относительно водонепроницаемых глинистых породах.

Грунтовое питание поверхностных водотоков в местах развития оползней определяется водонасыщенностью отложений *сазанковской* и *бузулинской* свит. В связи с сильной изменчивостью механического состава пород (частое чередование пачек разного гранулометрического состава) смежные водоносные горизонты местами объединяются в единые образования. Уровни подземных вод в них располагаются на глубинах от первых метров до 30–50 м в пределах речных долин и до 100–135 м в пределах Амура-Зейского междуречья [19]. Движение подземных вод направлено в сторону русел основных рек.

Фактический материал

Благоприятное сочетание геологических, гидрогеологических и геоморфологических условий развития оползней в долине нижнего (150 км) течения Зеи предопределило тот факт, что поверхность правобережного борта долины формируется преимущественно под воздействием оползневых процессов и сопутствующих им эрозионных, а также осыпных и делювиальных. В результате борт долины приобрел специфический облик резко расчлененной (до 50–70 м относительной высоты) поверхности. Наблюдаются оползневые блоки разных размеров: от нескольких метров в высоту, вдоль и даже поперек простирания склона (развитые в основном в вершинах оврагов) и до целых оползневых массивов, захватывающих склон на всю его длину (до 600–700 м) и протягивающихся вдоль реки на сотни метров. Возраст оползней по сочетанию признаков (их морфологии и морфометрии, геоморфологической приуроченности, характеру и возрасту лесной растительности) различен: от древних (старше 5–8 тыс. лет) до современных (2–30 лет). В настоящее время оползневые процессы наиболее четко проявляют себя там, где русло реки непосредственно сочленяется с бортом долины. Именно к таким местам приурочены современные оползни, служащие одним из основных источников поступления наносов в главный водоток и во многом определяющие характер русловых процессов реки.

Что же лежит в основе развития оползневых процессов на правобережье Зеи. Каковы масштабы и особенности их проявления?

Свою долину река формирует в отложениях *зейской* серии. В настоящее время ее ложе выработано преимущественно в породах *сазанковской* и *бузулинской* свит, выходящих на поверхность в обнажениях вдоль правого борта долины от с. Мал. Сазанка до с. Белогорье. Кровля *бузулинской* свиты (мощностью около 8–20 м) залегает на абсолютных отметках 140–160 м [18] и представлена глиной различных оттенков (от голубоватой, зеленовато-серой до черной) с прослоями бурого угля в основании. Поверх них залегают отложения *сазанковской* свиты. Гранулометрический состав пород подошвы данной свиты (мощностью 7–40 м) по сравнению с нижележащими образованиями сравнительно груб: это гравелистые пески, гравийно-галечные отложения с песчаным заполнителем. Они перекрываются слоистой пачкой (мощностью 60–80 м), с преобладанием разнозернистого каолинсодержащего песка с гравием и мелкой галькой, светло-серых алевроитов (мощностью до 1–3 м), глин и прослойкой (0.5–1.0 м) лигнита [17, 18]. В песках отчетливо выражена диагональная слоистость с наклоном слоев на юго-восток. Слабый наклон (до 2–3°) на восток и юго-восток имеют и отдельные литологические горизонты свиты.

Эти породы слагают высокий (до 120–130 м) и крутой (до 20–25° и более) правый борт долины Зеи в ее нижнем течении. Активные оползни приурочены к участкам долины, где отсутствуют пойменные массивы, и русло непосредственно подмывает борт долины (рис. 2). Такие условия сложились в районе 113–155 км судового хода¹, где река вершинами двух своих крупных вынужденных [20] излучин глубоко вдается в пределы Амура-Зейского междуречья. Водоток здесь обладает повышенными скоростями течения (1.5 м/с и более), а борт долины имеет крутизну 15–25°, высоту 100–120 м и длину от 150–250 до 500–700 м. В его верхней части, как правило, четко выделяется крутой (до 50–70°) и высокий (20–70 м) уступ. Средняя, наиболее пологая (до 10–15°) часть склона, состоит из сползших разновеликих блоков, поросших древесной и кустарниковой растительностью. Местами ее поверхность осложняют формы линейной эрозии и следы процессов осыпания и плоскостного смыва. В приурезовой части крутизна склона увеличивается до 30–35°. Здесь активно развиты современные осыпные, обвальные, делювиальные процессы. Вдоль подножья берегового склона протягивается узкий (2–8 м) бечевник, крутизной до 15–20°, сложенный преимущественно песком, нередко водонасыщенным: из-под основания берегового откоса широким фронтом (от 5–8 до 14–17 м) или в виде отдельных ручейков вытекают подземные воды. Дебит источников в полосе пластовой разгрузки составляет от 0.1–0.2 до 0.5–0.6 л/с. Источники с большим дебитом интенсивно расчленяют склон, способствуя активному развитию многочисленных эрозионных и денудационных форм. Некоторые ручьи с расходом воды до 5–14 л/с (и более) формируют глубокие (от 5–10 до 50–60 м) и широкие (от 20–35 до 70–80 м) долины поперек простирания склона. Долины ручьев выше по склону мест выходов грунтовых вод сменяются типичными оврагами, некоторые из них пересекают борт Зеи на всю его длину, проникая вершинами в глубь Амура-Зейского междуречья. Удаляемый со склона материал в больших количествах поступает в русло основного водотока, Зея перемещает его далее, обеспечивая высокую крутизну борта долины.

Особенности морфологического и литологического строения рассматриваемой поверхности, сравнительно высокая обводненность пород в основании борта долины, а также своеобразие местной гидродинамики основного водотока [5, 6] обеспечивают условия, при которых склон долины в пределах вершин и нижних крыльев излучин (рис. 2) пребывает в неустойчивом состоянии, что способствует широкому развитию оползней.

В ряду многочисленных разновеликих оползневых блоков, особое внимание привлекают те, которые распространяются на всю длину склона. Один из таких оползней сошел 5 ноября 1985 г. в 6–7 км ниже по реке от с. Малая Сазанка (рис. 2). Для понимания механизма оползневых процессов в нижнем течении Зеи нами была предпринята попытка выявить условия формирования и характер смещения, а также рассчитать объемы смещенных пород. До 05.11.1985 г. склон имел волнистый облик благодаря старым оползневым блокам, четко выраженным в рельефе в виде субпараллельных реке гряд относительной высотой 8–20 м. К борту долины примыкал неширокий (150–170 м) пойменный массив с яром высотой до 5–6 м.

В движение по склону был вовлечен фрагмент поверхности междуречья шириной до 80–120 м от бровки придолинного склона и протяженностью около 1 км вдоль реки. В результате смещения образовался крутонаклонный (65–75°) уступ высотой около 70 м (рис. 3). Вновь образованная бровка склона в плане стала напоминать слабоизогнутую подкову, состоящую из трех смежных сегментов, из которых центральный – наибольший (около 600 м вдоль реки). Поверхность стенки срыва ровная по простиранию, с постепенным увеличением крутизны вверх по склону, что свидетельствует о свободном единовременном смещении блока, сопровождавшегося вращательным движением вокруг горизонтальной оси. При движении блока его фронтальная часть надвинулась на тыловой участок старого оползневого тела, расположенного ниже по

¹ Километр судового хода дан от устья Зеи.

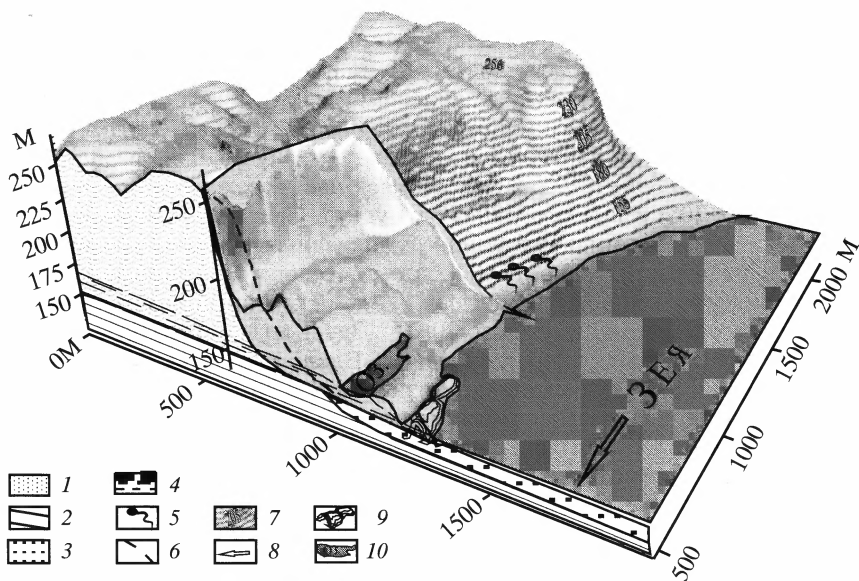


Рис. 3. Строение Малосазанковского оползня на правом борту долины Зеи в районе 142 км судового хода

Отложения озерно-аллювиальные: 1 – сазанковской свиты ($N_1 sz$), 2 – бузулинской свиты ($Pg_3 - N_1^1$); 3 – отложения аллювиальные современные (Q_4); 4 – водонасыщенный комплекс пород в основании сазанковской свиты; 5 – источники грунтовых вод; 6 – исходная поверхность борта долины; 7 – горизонталы; 8 – направление течения; 9 – приурезовый вал; 10 – водные поверхности

склону, образовав здесь серию (из 3–5) моноклинально падающих (в сторону стенки срыва) гряд (высотой до 10 м) с островершинными гребнями. Их поверхность несет следы интенсивных деформаций. Невыдержанность гряд по простираению склона указывает на то, что они сформировались, скорее всего, в результате отседания в сторону стенки срыва на заключительной стадии смещения.

Ниже по склону (на высотах 30–60 м над урезом Зеи) поверхность более старых оползней не претерпела существенных морфологических изменений (рис. 3). Даже стволы деревьев, произрастающих здесь, сохранили вертикальное положение. Лишь у подножья старых оползневых блоков, поверхность осложняют разрывы дернины, трещины в рыхлых породах и повалившиеся по направлению к руслу деревья, что свидетельствует о высоких напряжениях в толще пород этой части склона при смещении оползня.

Существенные изменения претерпела пойма. Ее приречная часть оказалась приподнятой до высоты 10–15 м над урезом воды в Зее и до 4–5 м относительно тыловой части. В результате пойма приобрела форму вала, вытянутого вдоль русла на 700–800 м. Его поверхность осложняют зияющие трещины (обнажающие корни деревьев и почву до глубины 1–2 м) шириной до 0,5 м, ориентированные как вдоль, так и поперек русла. Особенно значительные деформации присущи поверхности вала, обращенной к руслу. Она приобрела “клавишное” строение за счет разноамплитудных вертикальных подвижек разновеликих (от первых m^2 до нескольких десятков m^2) блоков, приподнятых и опущенных относительно друг друга на величину до 2–3 м.

Еще большие изменения претерпела приурезовая часть русла (рис. 3), которая до схода оползня была представлена песчаным бечевником и сочленяющимся с ним ложем реки. Под давлением сместившегося берегового блока на этом месте сфор-

мировался вал, протянувшийся вдоль реки на 310 м. В плане он представлен в виде трех вдающихся в русло на 80–100 м мысов. Центральный из них проник в русло наиболее далеко, он состоит из двух параллельных гряд, вытянутых вдоль русла на расстояние 150–170 м и разделенных нешироким (до 15–20 м) ложбинообразным понижением глубиной до 5–8 м. Остро- и округловершинные гребни гряд, едва изогнутые в сторону русла, расположены на высоте до 12–15 м над урезом Зеи. Склоны гряд, обращенные к руслу, круче (35–40°) противоположных (25–35°). Сложены они в основном песком разномерным каолинизированным, по составу идентичным песку, слагающему борт долины и ложе Зеи. Местами в основании гряд на поверхность выходят куски и перемятые пласты плотной глины с голубоватым, зеленоватым и белесым оттенком. По своему составу, текстурным и внешним признакам они сходны с глинами, слагающими кровлю отложений *бузулинской* свиты.

Обсуждение результатов и выводы

Результаты проведенных исследований позволяют установить следующие закономерности развития оползневых процессов в долине нижнего течения Зеи.

1. Особенности строения долины, своеобразие распространения и условий развития оползней свидетельствуют о том, что данные процессы в пределах нижнего течения р. Зея не прекращают своего развития уже на продолжении нескольких тысяч лет. Они проявляли и проявляют себя не только в продолжении периода формирования современного днища долины (5–8 тыс. лет), но и ранее: имеются участки долины, где следы оползневых деформаций несут поверхности террас, а не поймы. На разновозрастность оползневых блоков указывает различная степень морфологической выраженности элементов оползневого рельефа, а также различный характер произрастания лесной растительности на их поверхности. В соответствии с терминологией С.С. Воскресенского возраст оползневых склонов в нижнем течении Зеи изменяется от древних и давних до современных [1]. Современные оползневые процессы наиболее активно проявляют себя на склоне долины в районе 113–120 км судового хода.

2. Морфографическое сходство оползней различного возраста вдоль всего правобережья, развитие их в породах определенного литологического состава в определенном интервале высот и т. д. свидетельствуют о том, что в основе их формирования лежит совокупность одних и тех же процессов. Приуроченность современных оползней к участкам русла с максимально высокой эрозионной активностью водотока свидетельствует, что одна из ведущих ролей в их развитии принадлежит русловой деятельности Зеи. Вместе с тем, исследования Малосазанковского оползня свидетельствуют о том, что в его развитии руслоформирующая роль Зеи не была определяющей: поверхность пойменного массива, примыкающего к борту долины в створе оползня (до его последнего смещения), не несла признаков оползневых деформаций; пойма предохраняла его от интенсивного размыва водотоком.

3. На всем протяжении вдоль реки бровка борта долины располагается на высоте 100–120 м, подошвы стенки срыва – на высоте 50–60 м над урезом Зеи. То есть подножье стенки срыва и тыловые части поверхности оползневых блоков приурочены к определенному гипсометрическому уровню – 40–70 м над урезом реки. Сползшие береговые блоки тяготеют к интервалу абсолютных высот от 180–190 до 130–140 м. Они группируются в более крупные блоки или отдельные оползневые массивы длиной по фронту (вдоль реки) от 600–700 до 1000–1500 м, по склону – от 150–200 до 500–700 м. Отмеченные особенности строения оползней дают основание предположить, что плоскость их смещения располагается приблизительно на одной глубине. Сопоставление натуральных исследований Малосазанковского оползня и данных буровых работ [17, 18 и др.] указывает на то, что плоскость скольжения залегает в толще пород на абсолютной высоте 140–160 м. Ей соответствует максимальная водообильность рыхлых образований на границе *бузулинской* и *сазанковской* свит. Грунтовые воды на этой глубине образованы гидравлически связанными водоносными горизонтами и могут характеризоваться на-

порным режимом [18]. Согласно гидрогеологическим исследованиям [19] их уровень устанавливается на абс. отметках 139–168 м. Об этом же свидетельствует и тот факт, что отметка водного зеркала озера, питающегося грунтовыми водами в створе Малосазанковского оползня, стабилизировалась на абсолютной высоте 148–149 м (рис. 3).

4. Остается не до конца выясненным значение в развитии оползней своеобразия литологического состава пород, слагающих борт долины Зеи. Преобладание в их составе каолинсодержащих песков, обладающих хорошими фильтрационными свойствами, дает основание предполагать, что в развитии оползней определенную роль играет и процесс выноса частиц каолина (суффозия) из толщи пород (как в вертикальной плоскости, так и по латерали). Скорее всего, эти процессы способствуют снижению прочности пород, формированию рвов отседания в прибровочной части борта долины, но не определяют самого механизма смещения.

В местных климатических (муссонных) условиях обеспечивается массовый вынос каолина в зоне аэрации и его аккумуляция на определенной глубине (вдоль подошвы водоносного горизонта). Это приводит к формированию здесь глинистых прослоек, что вызывает снижение величины внутреннего трения между частицами. То есть, вполне вероятно, что формирование плоскостей скольжения и последующее оползание массивов пород – единый процесс, во многом обусловленный своеобразием механической дифференциации обломочного материала в толще песчаных отложений. В этой связи необходимы исследования, направленные на выявление участия этих процессов в оползнеобразовании.

5. Сформированный в приурезовой части вал, сложенный теми же породами, что и основание коренного массива, свидетельствует о том, что в образовании оползней принимают участие процессы выдавливания из-под подошвы старых оползневых блоков слабоустойчивых к деформациям пород, прочностные свойства которых снижены предшествующими смещениями.

6. В соответствии с классификацией оползней по механизму смещения [21] Малосазанковский оползень относится к категории комбинированных. Деформирование борта долины сопровождали процессы: сползания крупных блоков прибровочной части междуречья; перемещения расположенных на более низких гипсометрических уровнях старых оползневых тел по плоскости скольжения предшествующих смещений; выдавливания неустойчивых к деформациям рыхлых пород. Наиболее значимым морфологическим результатом этого стало образование: крутой стенки срыва, резко расчлененного рельефа пойменного массива и новой положительной формы в приурезовой части русла. Минимальные морфологические изменения сопутствовали старым оползневым блокам. Данные особенности строения оползня свидетельствуют о том, что в тыловой части оползень характеризовался вогнутой плоскостью скольжения (имеющей вид дуги). Отсутствие признаков деформаций в пределах тел старых оползней указывает на то, что в средней части смещение происходило по прежней плоскости скольжения, близкой к горизонтальной (с небольшим уклоном). В зону повышенного сжатия пород попала приустьевая часть русла и поймы. Это выразилось в крупноамплитудном короблении поймы и в формировании вала в русле, что свидетельствует не только о горизонтальной, но и о вертикальной составляющей движения этой части оползня. Такое перемещение возможно только по плоскости смещения, имеющей форму дуги с обратным (относительно движения оползня) уклоном.

7. Формированию Малосазанковского оползня благоприятствовали местные геологические, геоморфологические и гидрогеологические условия. По-видимому, определенное влияние на процесс оказала и вибрация в толще грунта, вызываемая движением автотранспорта по трассе Благовещенск–Свободный, проложенной в 100–130 м от бровки борта долины (рис. 2). Кроме того, созданные вдоль трассы кюветы, призванные дренировать дорожное полотно, концентрируют атмосферные осадки. Это интенсифицирует суффозионные процессы и, вместе с тем, инициирует формиро-

вание рвов отседания в приборочной части вершинной поверхности, подготавливая новые участки приводораздельного пространства к оползанию.

Рассмотренные условия, безусловно, способствовали снижению устойчивости склона речной долины. Однако эти процессы вряд ли могли вызвать одновременное сползание огромных объемов пород. Такое возможно только под воздействием процессов, инициируемым источником с большой энергией. Представляется, что спусковым механизмом оползания, скорее всего, стали упругие деформации в толще пород, имеющие естественную (землетрясение) или искусственную (взрывные работы) природу.

Долина Зеи в нижнем течении наследует систему межблоковых сейсмогенных разломов, протянувшуюся из территории Китая (сейсмоактивная зона Удалянчи расположена в 200 км к югу от устья Зеи) (рис. 1), где сравнительно часто фиксируются очаги землетрясений с магнитудой до 5.7–5.9 [9, 10, 13]. Одни из самых разрушительных землетрясений, сопровождавшиеся извержением вулканов Лаохейшань и Хуошаошань, регистрировались там в 1721–22 гг. [16]. Безусловно, они инициировали широкое развитие оползней и на Амуро-Зейской равнине. По времени такие оползни относятся к категории давних [1] и должны нести ясные признаки смещений. Действительно, подобные оползни широко развиты в нижнем течении Зеи. Они характеризуются огромными размерами (порядка Малосазанковского), четким отображением всех элементов оползней и в настоящее время уже не проявляют признаков смещения.

Сейсмические волны, исходящие от очагов землетрясений, регистрируются сейсмическими станциями на территории южных и центральных районов Амуро-Зейской равнины. В день схода оползня – 5 ноября 1985 г., сейсмической станцией с. Хохлатское зафиксирован подземный толчок. Согласно данным работника этой станции В.А. Бутникова, сейсмический толчок характеризовался периодом 0.7 сек и магнитудой 0.18. Предполагается, что выделенная при этом энергия и сыграла роль спускового механизма оползания части междуречного пространства объемом около 4.5 млн. м³. В процессе его смещения в движение были вовлечены рыхлые отложения, слагающие склон долины Зеи от его бровки до уреза воды (рис. 3). В итоге суммарный объем перемещенных пород составил величину 10.5 млн. м³. В настоящее время существенных подвижек частей данного оползня не зафиксировано.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воскресенский С.С.* Динамическая геоморфология. Формирование склонов. М.: Изд-во МГУ, 1971. 229 с.
2. *Котлов Ф.В.* Изменение геологической среды под влиянием человека. М.: Недра, 1978. 264 с.
3. *Неспокойный ландшафт / Д. Бранден, Дж. Дорнкемп.* М.: Мир, 1981. 188 с.
4. *Гусев М.Н.* Морфодинамика днища долины Верхнего Амура. Владивосток: Дальнаука, 2002. 232 с.
5. *Гусев М.Н.* Современная динамика рек Амурской области в изменившихся условиях хозяйствования // Рельеф и Человек (м-лы геоморф. семинара. Чтения памяти Н.А. Флоренсова. Иркутск, 25–27 сентября 2004 г.). Иркутск: Изд. ИЗК СО РАН, 2004. С. 108–110.
6. *Гусев М.Н., Помигуев Ю.В.* О результатах полевых исследований катастрофических процессов в долине Нижней Зеи // Новые и традиционные идеи в геоморфологии. М.: Изд-во МГУ, 2005. С. 235–238.
7. *Петров Н.Ф.* Оползневые системы. Простые оползни (аспекты классификации). Кишинев: Штиинца, 1987. 162 с.
8. Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий. М-б 1:2500000 / Объяснит. записка. СПб – Благовещенск – Харбин: МПР РФ, ВСЕГЕИ, Амурский КИП; Мин. геол. и минер. ресурсов КНР: Упр. геол. и полезн. иск. пров. Хэйлунцзян. 1999. 135 с.
9. *Корчагин Ф.Г., Онухов Ф.С.* Проблемы сейсмотектоники Приамурья // Строение и эволюция востока Азии (II Косыгинские чтения. Хабаровск, 19–22 января 1999 г.). Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 1999. С. 292–300.

10. Корчагин Ф.Г. Геодинамика Амурского геоблока // Пробл. геодинамики и прогноза землетрясений (I Российско-Японский семинар. Хабаровск, 26–29 сентября 2000 г.). Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2001. С. 18–39.
11. Геоморфология Амура-Зейской равнины и низкогогорья Малого Хингана Ч. I / С.С. Воскресенский. М.: Изд-во МГУ, 1973. 275 с.
12. Уфимцев Г.Ф. Тектонический анализ рельефа (на примере Востока СССР). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. 183 с.
13. Копылов М.И. О некоторых вопросах природы сейсмоактивных зон Приамурья // Пробл. геодинамики и прогноза землетрясений (I Российско-Японский семинар. Хабаровск, 26–29 сентября 2000 г.). Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2001. С. 54–66.
14. Мирошниченко А.И., Сорокин А.П., Саньков В.А. и др. Космическая геодезия в задачах геодинамики: современные движения в Зейско-Буреинском бассейне // Тихоокеанская геология. 2008. № 1. С. 71–80.
15. Вебер В.Т. О геологическом строении междуречья Амур-Зeya // Советская геология. 1960. № 11. С. 18–26.
16. Нагибина М.С. Тектоника и магматизм Монголо-Охотского пояса // Тр. Геол. ин-та. М.: Изд-во АН СССР, 1963. Вып. 79. 464 с.
17. Караванов К.П. Государственная гидрогеологическая карта СССР м-ба 1:200000. Серия Амура-Зейская. Л. М-52-XIV. Объяснит. записка. М.: Мингео СССР, 1971. 68 с.
18. Сидоров Ю.Ф. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1:200000. Серия Амура-Зейская. Л. М-52-VII, М-52-VIII: Объяснит. записка. М.: Мингео СССР, 1981. 97 с.
19. Андреев А.М. Формирование подземных вод Свободненского месторождения в Амура-Зейском артезианском бассейне // Фундамент. пробл. изуч. и использ. воды и водных ресурсов (м-лы науч. конф. 20–24 сентября 2005 г.). Иркутск: Изд. ИГ СО РАН, 2005. С. 57–58.
20. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Руслые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1986. 264 с.
21. Тихвинский И.О. Оценка и прогноз устойчивости оползневых процессов. М.: Наука, 1988. 145 с.
22. Сорокин А.П., Готов В.Д. Золотоносные структурно-вещественные ассоциации Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1997. 304 с.

Инт-геологии и природопользования ДВО РАН

Поступила в редакцию
11.03.2008

LANDSLIDES IN THE LOWER RANGE OF THE ZEYA RIVER: FORMATION CONDITIONS, CHARACTERISTICS OF DEVELOPMENT, AND MECHANISM OF MOVEMENTS

M.N. GUSEV, Ju.V. POMIGUYEV

Summary

Slumping is one of the main geomorphic processes at the right side of Zeya River valley in its lower range. Investigation of volume and sliding mechanism of Malosazankovsky landslide occurred in November 1985 have shown that this landslide was composite one and may be considered as the largest one in the Russian Far East. A wide occurrence of landslides in the Zeya River valley determines in many respects the character of its channel formation.