
**ПРИРОДНЫЕ
И ТЕХНОПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ**

УДК 502.52 (571.621)

**ДИНАМИКА АНТРОПОГЕННЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА
В РАЙОНАХ РАЗРАБОТОК РАССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
(АМУРО-СУТАРСКИЙ ЗОЛОТОНОСНЫЙ РАЙОН)**

© 2017 г. А. В. Аношкин

*Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема, 4, г. Биробиджан, 679000 Россия. E-mail: anoshkin_andrey@rambler.ru*

Поступила в редакцию 15.08.2016 г.

Амуро-Сутарский золотоносный район – одна из старейших территорий Дальнего Востока, где добыча россыпного золота началась с 1889 г. Разработка россыпей в большей своей части проводилась и проводится в непосредственной близости и в самих руслах рек ручным, гидравлическим и дражным способами. В результате горных работ естественный рельеф пойменно-русловых комплексов и долин рек подвергается значительному преобразованию, замещаясь антропогенными формами с перепадами высот в первые десятки метров. В период с 2010 по 2016 г. в долинах рек II–IV порядков на участках разновозрастных отработок россыпных месторождений золота, произведенных за последние 5–25 лет, проводилось изучение динамики антропогенно преобразованного рельефа. Сформировавшийся после горных работ рельеф характеризуется рядом специфических черт, значительно отличающихся от аналогичных в ненарушенных пойменно-русловых комплексах. Формируются извилистые русла с хорошо развитыми меандрами, которые в большей степени являются вынужденными. Значительно меняется характер руслового аллювия в сторону его укрупнения, увеличивается неоднородность отмостки. Поймы заменяются полигонами с характеристиками, не свойственными речным системам данного района. Активизируются процессы линейного и, в меньшей степени, плоскостного смыва, не характерные для естественных условий региона.

Ключевые слова: *пойменно-русловый комплекс, россыпное месторождение, флювиальный рельеф, литологический состав, Амуро-Сутарский золотоносный район, антропогенные формы рельефа.*

ВВЕДЕНИЕ

Антропогенные формы рельефа, созданные в результате хозяйственной деятельности, по морфометрическим и морфологическим параметрам обычно значительно отличаются от форм, развивающихся в естественных природных условиях. В то же время рельефообразующие процессы, характерные для той или иной территории, стремятся вернуть вновь возникшие формы рельефа к состоянию близкому к естественному для данных природных условий. Изучение механизмов формирования и восстановления природных комплексов после проведения горных работ позволит проектировать возможные смягчающие и реабилитационные мероприятия по оптимальной и эффективной рекультивации земель, а также учитывать положительные эффекты антропогенного воздействия.

В дальневосточном регионе разработка россыпных месторождений золота, платины, олова, строительных материалов в долинах рек исторически получила широкое распространение. Так, в результате горных работ значительные преобразования природных ландшафтов произошли на речных системах Амуро-Сутарского золотоносного района. При отработке золотоносных россыпей естественный рельеф пойменно-русловых комплексов, низких террас, склонов долин подвергается полному уничтожению, замещаясь хаотически расположенными отвалами, грядами, карьерами, выровненными площадками, траншеями с общим перепадом высот в первые десятки метров. Масштабы изменения речных долин по протяженности от нескольких сотен метров до 10 км, в то время как средняя длина водотоков рассматриваемого региона не превышает 10 км.

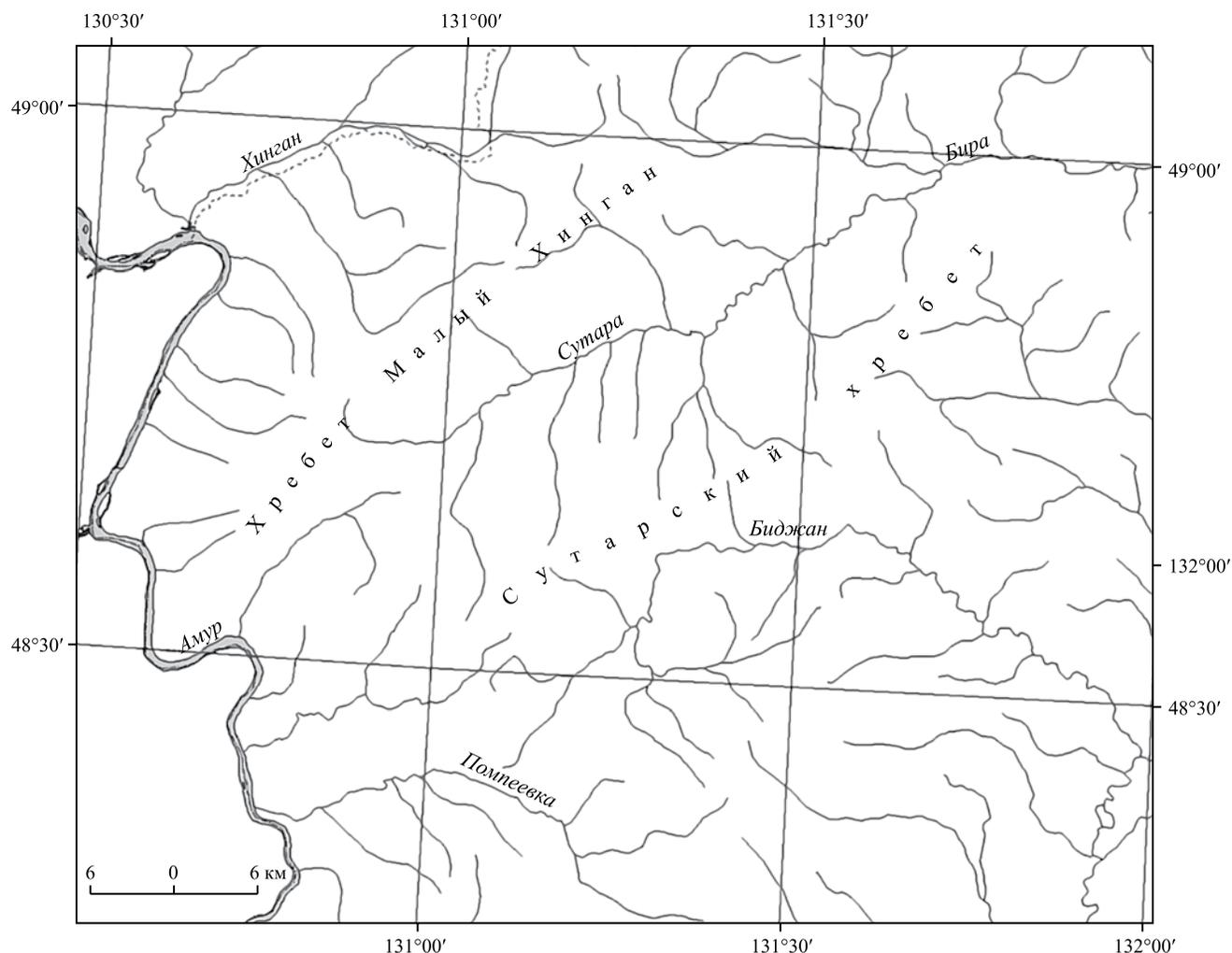


Рис. 1. Амуро-Сутарский золотоносный район.

Изучение преобразованного антропогенного рельефа Амуро-Сутарского золотоносного района (рис.) проводилось в 2010–2016 гг. в долинах рек II–IV порядков на участках разновозрастных отработок россыпей золота, произведенных, в основном, за последние 25 лет.

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

Добыча золота на водотоках речных систем Амуро-Сутарского золотоносного района началась в 1889 г. на приисках Сутаро-Биджанской системы, с 1893 г. вступили в эксплуатацию системы левых притоков р. Амур. В этот период Амуро-Сутарский золотоносный район был одним из главных центров золотодобычи в Приморье. Больше всего добыто золота в бассейне р. Сутара на 12 приисках.

Впервые заявки золотопромышленников на отводы площадей под отработку россыпного золота

по системе водотоков р. Биджан появились в правительственных органах царской России в 1880 г. В процессе работ было выявлено множество участков, отработанных хищническим способом задолго до того момента, когда Амуро-Помпеевский и Сутарский золотоносные районы Малого Хингана получили широкую известность.

В 1885–1886 гг. были проведены поиски золотоносных россыпей по системе водотоков р. Сутара. В результате на открытых россыпях были начаты добычные работы в больших объемах. В 1888 г. группой забайкальских промышленников были открыты россыпи по р. Переходная (левый приток р. Сутара). С 1889 г. начали интенсивно отрабатываться россыпи месторождений Сутаро-Биджанской системы. Золотой промысел на Малом Хингане держался на достаточно высоком уровне вплоть до 1915 г., затем число действующих приисков значительно сократилось.

С 1925 г. начался период восстановления горной промышленности на Малом Хингане. Добыча золота велась мелкими старательными артелями. В 1930-е годы были исследованы на золото многочисленные притоки р. Сутара в ее верхнем и среднем течениях и притоки Левого Биджана. В последующие годы в пределах Амуро-Сутарского золотоносного района разведка золотоносных россыпей и их разработка велись такими организациями и предприятиями, как: “Союзграфиткорунд” (1936–1937 гг.), “Приморзолото” (1940, 1951 гг.), ДВГУ (1956, 1958–1961 гг.), старательная артель “Родина” (1961 г.), ДВТГУ (1967–1972 гг.), ЗАО “Золотая Сутара” (2002 г.).

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

По геоморфологическому районированию Амуро-Сутарский золотоносный район относится к территориям низких и средневысотных массивно-складчатых гор и межгорных впадин левобережья Приамурья [4]. Низко-, среднегорный (300–1500 м) рельеф представлен южной частью Хингано-Буреинской горной системы – несколькими почти параллельными горными хребтами, вытянутыми в северо-восточном, субширотном направлении. Основные оси – Буреинский хребет и Малый Хинган, от которых отходят сложно-расчлененные боковые отроги, в свою очередь являющиеся водоразделами средних и крупных рек. С удалением от главных водоразделов эти отроги постепенно снижаются.

Склоны хребтов имеют вогнутую форму и незаметно переходят в выпуклые поверхности водоразделов. Большой частью склоны залесены и задернованы, а их нижние части часто заболочены. Выходы коренных пород на дневную поверхность редки. Они образуют небольшие останцы, сложенные коренными породами, усложняя рельеф привершинных поверхностей, или же узкие гребни, сложенные наиболее прочными эффузивами. Коренные породы вершин, седловин и склонов перекрыты чехлом рыхлых отложений, состоящих из глыб, щебня и дресвы с супесчаным или суглинистым заполнителем. В верхней части склонов, на водораздельных поверхностях и на вершинах сопек чехол рыхлых отложений образован грубым материалом, его мощность 0.15–1.2 м. Вниз по склонам материал по механическому составу становится заметно тоньше, мощность чехла постепенно увеличивается до 2–4 м.

Водораздельные поверхности представлены плоскими вершинами со сплошным чехлом

рыхлых отложений, плоскими вершинами со скальными выходами коренных пород и вершинами в виде заостренных гребней. Наиболее распространены водораздельные поверхности первого типа.

В геологическом отношении рассматриваемая территория – это Буреинский массив, представленный Малохинганским блоком, в строении которого участвуют разновозрастные образования различного состава и происхождения. Буреинский массив состоит из фундамента и перекрывающего его чехла. Фундамент имеет двухъярусное строение. Нижний ярус сложен нижнепротерозойскими породами, верхний – в основном кембрийскими вулканогенно-терригенными и карбонатно-терригенными породами (доломиты, песчаники, известняки). Чехол выполнен осадочными и эффузивно-осадочными палеозойскими и мезозойско-кайнозойскими отложениями. В целом массив неоднократно испытывал процессы активизации, с которыми связаны внедрение магматических тел и становление глубинных разломов [3].

В климатическом отношении район исследования относится к области муссонов умеренных широт, а по значениям индекса муссонности С. П. Хромова это территория с муссонной тенденцией. Среднегодовое количество осадков не превышает 800 мм, режим увлажнения характеризуется резко выраженной сезонностью. Всего за зиму выпадает около 10% годового количества осадков, на теплый период приходится до 90% осадков.

Питание рек преимущественно дождевое, на него приходится до 70% формирования объема стока, доля снегового питания до 20%, вклад подземного питания не превышает 10%. В многоводные годы данное соотношение меняется в пользу дождевого, а в маловодные – подземного питания. Для рек Амуро-Сутарского золотоносного района характерны такие фазы гидрологического режима, как весеннее половодье, летне-осенние паводки и зимняя межень. Летней межени обычно не бывает.

Гидрографическая сеть рассматриваемой территории представлена в основном малыми реками длиной менее 10 км. Густота речной сети до 0.8 км/км². Речная сеть имеет древовидный рисунок, а в пределах отдельных массивов – радиально расходящийся. Водотоки представлены следующими группами: временные водотоки крутосклонных V-образных распадков; постоянные водотоки малых и средних эрозионных форм

(крутосклонные речные долины с V-образным и U-образным поперечным профилем); реки магистральных горных долин, расчленяющие горные массивы [2].

Днища долин рек Амура-Сутарского золотоносного района представлены тремя типами пойменно-руслых комплексов. Пойменно-руслые комплексы одорукавных, относительно прямолинейных русел рек крутосклонных и пологосклонных V-образных долин с галечно-валунным дном с фрагментарными, не выдержанными по длине чередующимися прируслыми образованиями пойменного типа. Пойменно-руслые комплексы меандрирующих, реже адаптированных русел рек магистральных горных долин с плоским днищем, с развитой двусторонней озерно-старичной поймой. Пойменно-руслые комплексы прямолинейных русел рек предгорий, с галечно-песчаным аллювием, с преобладанием двусторонней болотистой поймы [1].

АНТРОПОГЕННЫЙ РЕЛЬЕФ В МЕСТАХ ОТРАБОТКИ РОССЫПЕЙ

Разработка россыпных месторождений золота на водотоках Амура-Сутарского золотоносного района проводилась и проводится в непосредственной близости и в самих руслах рек ручным (старые горные выработки, преимущественно долины небольших ключей), гидравлическим и дражным способами. В результате горных работ естественный рельеф пойменно-руслых комплексов подвергается практически полному уничтожению, замещаясь антропогенными формами с перепадом высот в первые десятки метров.

Месторождения золота здесь представлены тремя генетическими группами россыпей: россыпи пойм, россыпи I надпойменной террасы, россыпи древней речной сети.

Первая группа наиболее распространенная и вместе с тем наиболее отработанная (около 90% россыпей). Террасовые россыпи ограничено распространены, они представлены исключительно россыпями первых надпойменных террас и приурочены преимущественно к р. Сутара и ее притокам. Для россыпей древней речной сети характерно отсутствие прямой связи с современной речной сетью, и залегают они на междуречьях.

Антропогенные формы представлены отвалами, не имеющими четкой структуры расположения, выровненными площадками с отстойниками и водоотводными каналами, траншеями различной величины и протяженности, эрозионными

рытвинами, выемками. Масштабы изменения речных долин Амура-Сутарского золотоносного района по протяженности от нескольких сотен метров до 10 км.

Отвалы промытых пород обычно расположены вдоль русел рек, являясь непосредственно береговыми откосами водотоков, или на незначительном удалении от них. Высота их в среднем от 2 до 7 м, протяженность от нескольких десятков до сотен метров, местами они создают систему параллельных валов с незначительным перепадом высот. Отвалы не имеют четкой структуры расположения, это определяет вынужденные локальные изгибы русел рек и формирование флювиальных форм, не характерных для водотоков данной местности. Сложены они средне- и крупнозернистыми песками (до 70%), галечно-валунным материалом (до 25%) размерностью 5–14 см, суглинками (до 5%); в зависимости от возраста отвала отмечается почвенный покров определенной мощности.

От отвалов к бортам долин рек протягиваются полигоны, их площадь зависит от объема проводимых горных работ. Обычно они вытянуты по долине, при средней ширине до сотни метров их протяженность достигает нескольких километров. В пределах полигонов расположены отстойники – карьеры от 10 до 200 м в поперечнике, водоотводные каналы, локальные отвалы пород высотой до 6 м. Отстойники обычно имеют крутые берега, местами береговая линия сильно изрезана, дно сложено глинистыми и суглинистыми отложениями.

По периферии полигоны значительно изрезаны эрозионными рытвинами, канавами, которые имеют конусы выноса, сложенные плотным, тонкозернистым материалом. В наиболее крупных рытвинах формируются временные водотоки (существующие в теплую часть года), питающиеся либо поверхностным стоком с территорий полигонов, либо через систему каналов и траншей водами карьеров и отстойников. Глубина таких эрозионных форм достигает 1.5–2 м, ширина водотоков в среднем – 0.5–0.7 м, глубина до 0.5 м. Потоки имеют извилистое русло, формируя в пределах рытвины своеобразное днище шириной до первого десятка метров, осложненное флювиальными формами – песчано-глинистые косы, конусы выноса, гряды. Для крупных эрозионных рытвин характерно повторное расчленение бортов более мелкими образованиями.

По периферии полигонов, ближе к бортам долин, отмечаются валы, сложенные вскрышными

породами (по составу – торфяно-суглинистые с примесью мелко- и среднезернистого песка). Валы имеют сглаженные очертания, в отличие от отвалов промытых пород достаточно широки и значительно зарастают уже через 2–3 года.

Помимо непосредственного изменения рельефа пойменно-русловых комплексов рек, в процессе горных работ нередко ведется сплошное сведение лесов под строительство полигонов для техники и оборудования, прокладываются насыпные дороги, разрабатываются карьеры для добычи песчано-гравийных смесей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Динамика антропогенных форм рельефа, преобразованных в результате отработки россыпей речных долин Амуро-Сутарского золотоносного района, определяется прежде всего эрозионными процессами. Во вновь сложившихся условиях водный поток пересекает полигоны, размывает (огибает) отложения отвалов и вскрышных пород, формируя новый пойменно-русловой комплекс, стремясь к восстановлению своего равновесного состояния. В связи с неравномерностью речного стока в течение года на рассматриваемой территории эрозионные процессы имеют ярко выраженный сезонный характер. Активное их развитие приходится на вторую половину теплого периода года, когда выпадает до 75–80% осадков в виде дождей повышенной интенсивности (ливни) или длительности (обложные дожди). Усиливают интенсивность эрозионных процессов горный характер местности и высокая расчлененность рельефа. Кроме того, на склонах антропогенных форм рельефа, до момента формирования первичного почвенного покрова и закрепления их растительностью, наблюдаются активные процессы линейного и плоскостного смыва, который не характерен для естественных условий региона.

В преобразованных долинах рек динамика антропогенных форм рельефа характеризуется набором специфических черт, которые значительно отличаются от аналогичных процессов, присутствующих в ненарушенном пойменно-русловом комплексе. Они сводятся к следующему.

1. Для пойменно-русловых комплексов района исследования, измененных в результате горных работ, характерна общая схема восстановления своего равновесного состояния. В первые 5 лет после отработки россыпей борта отвалов, среди которых протекает водоток, обычно являются его непосредственными берегами и подходят вплотную к урезу воды. В это время происходит

интенсивный размыв в приузерной части, идет развитие излучин, которые обычно прямые, крутые, не закреплены растительностью. Русло водотоков выстлано грубообломочным, плохо окатанным материалом разной размерности, без четкой пространственной дифференциации. В прибровочной части происходит гравитационное оползание пород, слагающих отвалы. Идет активный плоскостной смыв тонкозернистого материала с бортов отвалов в летне-осенний период.

В среднем по истечении десятилетнего срока на реках вырабатывается устойчивый тип берегового откоса – пологий, прямой, сложенный крупно- и среднеобломочным слабосортированным материалом в приузерной части, а в прибровочной части – породами отвалов. В это же время формируются пойменные образования, здесь восстанавливается близкий к естественному растительный покров, и происходит накопление тонкозернистого материала.

По истечении 20 лет и более для пойменно-русловых комплексов характерно повсеместное восстановление растительности – преимущественно лиственный лес с примесью кедра, березы плосколистной и мохово-лишайниковым покровом. Поймы задерновываются, часто имеют ступенчатое строение с перепадом высот между уровнями до 0.5 м.

Для ряда водотоков вновь формирующиеся пойменно-русловые комплексы по ширине значительно превосходят существовавшие здесь ранее до проведения горных работ. Связано это с тем, что в результате отработки россыпей в естественных границах русел и пойм антропогенному преобразованию подвергались и прилегающие к ним с двух сторон более высокие флювиальные уровни – террасы, борта долин.

2. Реки, в долинах которых проводились горные работы, характеризуются извилистыми руслами с хорошо выраженными меандрами, которые по генезису являются вынужденными: водотоки огибают отвалы, локальные скопления вскрышных пород. На таких излучинах формируются хорошо выраженные в рельефе русла плесы и перекаты в виде изолированных сопряженных форм, что не характерно для естественных условий данного района. Системы плес–перекат появляются на водотоках через 2–3 года после отработки россыпи. Глубоководная часть данных форм рельефа резко выделяется в руслах рек и смещена к нижнему крылу вогнутого берега, мелководная расположена у выпуклого берега, в центральной части и у верхнего крыла вогнутого берега. Глубоководная часть вытянута по течению, протяженность в среднем 5–8 м, форма близка к овалообразной,

глубины до 1.3 м, переходы между мелководными участками резкие.

Распределение глубин на мелководных участках относительно равномерное с некоторым уклоном в сторону плесов. У выпуклых берегов формируются хорошо выраженные отмели, сложенные песчаными и мелкогалечными флювиальными отложениями, они часто перекрыты в прибровочной части материалом отвалов (гравитационное сползание).

В периоды летней межени и осеннего спада воды отмечается занесение глубоководных участков песчаным и супесчаным материалом, в летне-осенние паводки эти отложения вымываются, в результате прежние глубины восстанавливаются. Наблюдения показывают, что на водотоках, где горные работы были прекращены более 30 лет назад, отмечается общее выполаживание русла, глубины выравниваются как по длине, так и ширине реки. Системы плесов и перекатов заменяются небольшими отмелями у выпуклых берегов, которые сложены песчаным материалом и неустойчивы во времени.

В то же время встречаются водотоки, на которых горные работы привели к формированию настолько крупной отмостки, что большую часть года русло реки не перекрыто водой, поток тережится между глыб и валунов. Восстановление и развитие каких-либо русловых форм не происходит даже по истечении достаточно длительных периодов времени.

3. В границах преобразованных пойменно-русловых комплексов, по сравнению с естественными условиями, значительно меняются интенсивность плановых деформаций и характер аккумулятивных процессов.

Исследования на ряде контрольных точек показали, что на участках рек, измененных в результате отработки россыпей, значительно увеличивается, по сравнению естественным фоном (1–1.6 м/год), интенсивность плановых деформаций русел. В период летне-осенних паводков происходят активное размытие вогнутого берега и разработка спрямляющих протоков. Средняя величина бокового смещения берегов достигает 2.5–3 м/год. Берега при размыве часто образуют отвесные стенки высотой до 4–5 м, которые периодически обрушаются, что приводит к запруживанию русел и формированию конусов выноса.

Аккумулятивные процессы, в целом не характерные для водотоков рассматриваемой территории, активно проявляются на участках рек, пересекающих такие формы антропогенного рельефа, как полигоны, выемки, крупные

траншеи, отстойники. На таких участках, помимо основного русла, формируется множество небольших ответвлений, проток, второстепенных рукавов, которые, соединяясь между собой, создают сплошную гидрографическую сетку на дне долины. Флювиальные формы рельефа и отвалного комплекса здесь характеризуются значительной неустойчивостью и частыми плановыми переформированиями как во времени, так и пространстве.

4. В первые же годы после прекращения горных работ прирусловые формы антропогенного рельефа в результате бокового смещения русла и сезонных разливов рек значительно преобразуются. Формируются узкие невыдержанные по длине пойменные образования с неоднородной в морфологическом и гипсометрическом отношении поверхностью. Характерная особенность таких пойм – ступенчатость, с резко выраженными уровнями, количество которых достигает 6–7 при средней их высоте не более 0.20 м. Для пойменных образований старше 5 лет характерны интенсивные процессы аккумуляции, связанные с накоплением песчаного материала в антропогенных рывтинах, канавах, водоотводных каналах, отстойниках.

Сложены пойменные образования слабосортированными отложениями различного гранулометрического состава – от валунов до глинистого материала. Скопления валунов на поверхности пойм соответствуют отвалам горных пород, из которых в результате паводков и разливов рек вымыты более мелкие фракции. Типичная пойменная фракция представлена песчано-суглинистым материалом, перекрывающим гравийно-галечные отложения.

5. По периферии антропогенно измененных участков долин рек отвалы промытых пород, сохранившиеся от размыва водотоками, на протяжении долгого времени практически не меняют своих морфологических и морфометрических характеристик. Высота их колеблется от 2 до 7 м, протяженность – от первых десятков до сотни метров. Характерно незначительное послойное смещение материала, слагающего отвалы в результате сезонного промерзания и оттаивания грунтов и под действием силы тяжести. Достаточно быстро (в период 5–10 лет) на отвалах восстанавливается растительность, характерная для данного региона. Основная растительная формация здесь – хвойно-широколиственные леса, разнообразные по видовому составу. Эти леса отличаются богатым видовым составом, многоярусностью, высокой сомкнутостью разных ярусов [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате хозяйственной деятельности создается рельеф, отсутствующий в природе или несвойственный для данной территории. Последующее развитие вновь возникающих форм, особенно на первых этапах их существования, характеризуется специфичными рельефообразующими процессами. Изучение и последующее выявление особенностей динамики антропогенного рельефа имеют большое значение при анализе, прогнозе и мониторинге экологического состояния нарушенных территорий. Таким образом, исследование процессов рельефообразования на нарушенных антропогенной деятельностью территориях представляет собой перспективное направление в геоэкологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аношкин А. В. Пойменно-русловые комплексы рек среднего течения реки Амур // Чтения памяти проф. Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 44–49.
2. Аношкин А. В. Типы водотоков Хингано-Буреинской горной страны в пределах Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2007. № 8. С. 127–133.
3. Журнист В. И., Коган Р. М., Кодякова Т. Е., Комарова Т. М., Рубцова Т. А. и др. Природные ресурсы Еврейской автономной области. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2004. 112 с.
4. Кузьменко С. П., Бокша С. П. Геолого-геоморфологические особенности западной окраины Среднеамурской низменности // Вопросы географии

и Дальнего Востока. Сб. XII. Вопросы эволюции ландшафтов юга Дальнего Востока. 1973. С. 54–62.

5. Рубцова Т. А., Фетисов Д. М., Гелунов А. Н. Новое геоботаническое районирование Еврейской автономной области // Вестник ДВО РАН. 2016. № 1. С. 26–37.

REFERENCES

1. Anoshkin, A. V. *Poimенno-ruslovye komplekсы rek srednego techeniya reki Amur* [The floodplain-channel landscape complex in the middle course of Amur River]. *Chteniya pamyati prof. V. Ya. Levanidova* [Proc. Conference in commemoration of Prof. V. Ya. Levanidov]. Vladivostok, Dal'nauka Publ., 2014, no. 6, pp. 44–49 (in Russian).
2. Anoshkin, A. V. *Tipy vodotokov Khingano-Bureinskoi gornoj strany v predelakh Yevreiskoi avtonomnoi oblasti* [Types of watercourses in Khingan-Bureya mountain country within the Jewish Autonomous Region]. *Regional'nyye problemy*, 2007, no. 8, pp. 127–133 (in Russian).
3. Kuz'menko, S. P., Boksha, S. P. *Geologo-geomorfologicheskiye osobennosti zapadnoi okrainy Sredneamurskoi nizmennosti* [Geological and geomorphological features of the western margin of Sredneamurskaya lowland]. *Voprosy Geografii i Dal'nego Vostoka. Sbornik XII. Voprosy evolyutsii landshaftov yuga Dal'nego Vostoka*, Khabarovsk, 1973, pp. 54–62 (in Russian).
4. Zhurnist, V. I., Kogan, R. M., Kodyakova, T. Ye., et al. *Prirodnye resursy Yevreiskoi avtonomnoi oblasti* [Natural resources in the Jewish Autonomous Region], Birobidzhan, IKARP DVO RAN, 2004, 112 p. (in Russian).
5. Rubtsova, T. A., Fetisov, D. M., Gelunov, A. N. *Novoe geobotanicheskoe raionirovanie Yevreiskoi avtonomnoi oblasti* [New geobotanical zoning of the Jewish Autonomous Region]. *Vestnik DVO RAN*, 2016, no. 1, pp. 26–37 (in Russian).

DYNAMICS OF ANTHROPOGENIC LANDFORMS IN THE REGIONS OF PLACER DEPOSITS DEVELOPMENT (AMUR-SUTARA GOLD ORE REGION)

A. V. Anoshkin

*Institute for Complex Analysis of Regional Problems, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
ul. Sholom-Aleikhem 4, Birobidzhan, 679000 Russia.
E-mail: anoshkin_andrey@rambler.ru*

Gold mining in the south of the Russian Far East is usually conducted within river channels and in their immediate vicinity. Manual, hydraulic, and drainage methods are often used. Placers can be classified into three genetic groups, namely, placers of the floodplains, deposits of the first terrace, and deposits of ancient river networks. The first group is the most common (nearly 90% of all placer deposits) and it is the most developed.

As a result of placer mining, the natural relief is replaced by anthropogenic landforms, such as mine dumps (chaotically located), lined pads with sumps and drainage ditches, quarries and landfills with waste rock, artificial canals, and ponds. The changes in river valleys stretch from several hundred meters to 10–11 km. The recovery of river channels and floodplains is the result of erosion of industrial rock dumps and

territory of polygons as well as the redeposition of the material that composes the anthropogenic landforms. Watercourses that flow in the areas where mining operations are conducted produce several forms of channels and a set of channel landforms. The rivers in the valleys, which develop auriferous placers, are characterized by meandering river beds with pronounced meanders. These meanders are forced; watercourses encircle the system dump, local clusters of boulders, and gravel and gulches. Such bends have characteristic asymmetry of the longitudinal and transverse profile. Well pronounced flat waters and rapids that stand out in the river channels are formed, and processes of transverse and longitudinal displacement of the coast are activated, resulting in significant destruction of landforms in the river valleys. The flow of solid sediments increases significantly and they are removed to the river systems of higher ranks.

As a result of mining operations, the channel alluvium is replaced. Alluvium in rivers that flow under natural conditions, is well sorted consisting of medium and small pebbles. Unsorted, coarse sediments with of sand and fine gravel filling dominate in river channels that are modified by mining operations. River alluvium in anthropogenically altered rivers shows high mobility, making landforms unstable in time and space. In some rivers, mining activities have led to the formation of very coarse alluvium, which is lost between boulders. For the most part of the year, these river channels are not filled with water. During the restoration of rivers after the cessation of the development of gold placer deposits, the floodplains are formed that are not specific to the local natural conditions. The floodplains are fragmentary, not stretching and not matted. In addition, their surface is heterogeneous. Floodplains are complicated by chaotically located anthropogenic landforms of vague structure. A common scheme is typical for restoring channels and floodplains after the cessation of mining works. Within two to five years, rivers flow through the waste rock left after the placer deposit development. In most cases, the slopes of waste dumps operate as river banks close to the water table. In the next ten years, the industrial waste dumps are intensely eroded, developing channel bends and landforms. In ten years, relatively stable, flat and straight river banks are formed, which are usually composed of unsorted alluvial material. Floodplains of marked stepped structure are also formed. River rehabilitation after the cessation of mining operations is an extremely complex process. The study of mined placer deposits permits us to assess the self-regulation of rivers as well as to elaborate measures on reclamation and mitigating the effects of mining on these natural systems.

Key words: *floodplain and channel complex, placer deposit, fluvial relief, lithological composition, Amur-Sutara gold deposit region, anthropogenic landforms.*