

ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 551.4.08 + 551.435.1 + 551.435.04 + 551.4.053

Денудационный срез Северных Увалов**В.Ю. Украинцев^а, И.С. Воскресенский^б**^аИнститут географии РАН

119017, Москва, Старомонетный пер., д. 29. E-mail: ukraintsev@igras.ru

^бМГУ им. Ломоносова

119991, Москва, Ленинские горы, д. 1. E-mail: isvoskresensky@rambler.ru

(Статья поступила в редакцию 22 мая 2020 г.)

Изучение геологического и геоморфологического строения Северных Увалов с использованием фондового и литературного материала, а также цифровых моделей местности позволило установить соотношение параметров денудационного среза и расположения россыпепроявлений золота, а также прогнозировать поиски последних. Для большой территории Русской равнины определены величина современного эрозионно-денудационного выреза, закономерности его распространения и роль в формировании скоплений золота. Для формирования россыпепроявлений благоприятны части возвышенности с низкой мощностью четвертичного чехла (или его отсутствием), на которых водотоки вскрывают терригенные дочетвертичные промежуточные коллекторы золота.

Ключевые слова: *геоморфология россыпей, денудационный срез, Северные Увалы*

DOI: 10.17072/psu.geol.19.3.195

Введение

Проявления золота в долинах рек Восточно-Европейской равнины впервые обнаружены в первой трети XIX в. (Наумов и др., 2009). Одной из наиболее перспективных для поисков золота частей Русской равнины является область распространения покровного оледенения, где расположены Северные Увалы (Патык-Кара, 2008). Главной частью денудационного среза является эрозионно-денудационный вырез (ЭДВ) – срез, приходящийся на речные долины. Он представляет собой количественную характеристику преобразования флювиального рельефа в новейший этап его формирования. Главными факторами формирования ЭДВ являются флювиальные и склоновые процессы, поставляющие материал с междуречных пространств и склонов речных долин к их днищам. Оценка ЭДВ необходима как важный и менее субъективный (по сравнению с геоморфологическими и палеогеографическими) критерий формирования россыпепроявлений (Воскресенский С., 1985, Воскресенский И., 2013). Территория Русской равнины специфична для формирования россыпей (не

выявлены коренные источники), что ставит под вопрос роль этой характеристики. Ранее К.И. Воскресенский и др. (1998) и И.С. Воскресенский (2005) одним из критериев формирования россыпей здесь назвали высокую расчленённость рельефа и эрозионный срез. Однако в их работах не была показана значимость ЭДВ по сравнению с другими контролирующими формирование россыпей факторами и не определена связь между характеристиками ЭДВ и содержаниями золота. Поэтому нам представляется необходимым оценить роль этой характеристики, тем более, что она зависит от истории развития россыпей и геоморфологических условий их формирования.

Границы территории и геологическое строение

Северные Увалы находятся в пределах Восточно-Европейской равнины, в её северо-восточной части. Они представляют собой невысокую холмистую гряду, вытянутую в субширотном направлении (с юго-запада на северо-восток). В нашем исследовании необходимо чётко определить границы террито-

рии исследования. По мнению многих учёных, занимавшихся физико-географическим и геоморфологическим районированием Русской равнины (Спиридонов, 1978; Геоморфологическое районирование..., 1980; Физико-географическое..., 1968), естественной нижней границей возвышенности является изогипса 200 м, разделяющая равнинную и возвышенную части физико-географической подобласти Северные Увалы. Указаний на более конкретные и чёткие границы возвышенности нам в литературе обнаружить не удалось. Поэтому сформулируем их сами на основе вышеизложенного, анализа ряда источников (Почвенно-геологические..., 1984; Раковская, 2013; Воскресенский С., 1968; Мильков, Гвоздецкий, 1976; Макунина, 1985 и др.) и топографических и ландшафтных карт (рис. 1).

На востоке Северные Увалы граничат с южной оконечностью Тиманского кряжа (возвышенности Жежимпарма и Немская), на западе и юго-западе – с Галичской возвышенностью. На юге возвышенность ограничивает низкое Заволжье, на юго-востоке – оконечность гряды Вятских Увалов и Верх-

некамскую возвышенность. Наконец, на севере естественной границей Северных Увалов является Северо-Русская низменность. Хорошо выражены эти границы на цифровых моделях местности (ЦММ), поскольку на западной границе выделяющимся понижением служат долины рек Унжа и Юза, на юге – Ветлуга, Вятка и Кама, а на востоке – Северная и Южная Кельтма, а также Вычегда. Северная граница размыта, здесь мало естественных ограничителей возвышенности (р. Сухона, Юг, Сысола), поскольку рельеф плавно выполаживается в эту сторону.

В тектоническом отношении Северные Увалы расположены на Русской плите Восточно-Европейского кратона. Кристаллический фундамент погружён на глубину более 1500 м (до 5,5 км на западе возвышенности (Геология СССР, 1971)). Меньшая часть возвышенности находится в пограничной зоне Московской синеклизы (на западе), остальная часть – в пределах Волго-Уральского антиклинория (Митяков и др., 2013; Клинк и др., 1999). Фундамент раздроблен на множество обособленных тектонических блоков,

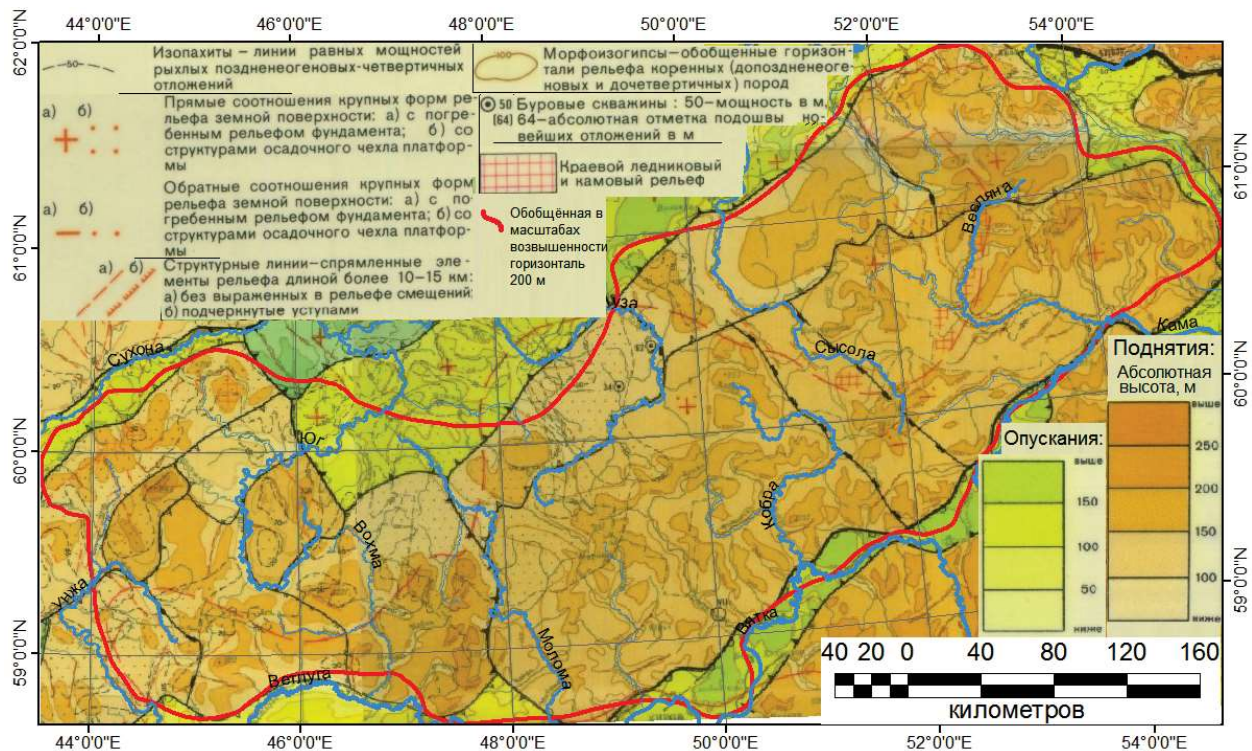


Рис. 1. Геоморфолого-неотектоническая схема возвышенности с нанесёнными границами и крупными реками (Почвенно-геологические..., 1984, отредактировано нами)

которых особенно много на западе Северных Увалов (см. рис. 1).

Стратиграфия осадочных пород в Северных Увалах достаточно разнообразна. Особо внимания достойны отдельные фации дочетвертичных и неоген-четвертичных пород (таблица), многие из которых содержат золото (Наумов и др., 2003; Дедков, Бутаков, 1996; Уточнённая..., 2011).

Из дочетвертичных среди таковых выделяют толщу позднепермских, раннетриасовых и среднеюрских терригенных образова-

ний, которые широко распространены по всей территории Северных Увалов и являются озёрно-аллювиальными и аллювиальными по генезису. Они представлены тёмно-красными (до вишнёвого цвета) алевритами и глинами с прослоями песков, с конгломератами и гравелитами в основании и внутри толщи (линзами). По периферии возвышенности распространены позднепермские породы северодвинского и вятского яруса, на западе возвышенности — вохомская серия

Стратиграфия неоген-четвертичных отложений Северных Увалов (по данным различных листов ГГК-200).

| Надраздел | Раздел | Звено | Горизонт | Начало, тыс. лет назад | Основные горные породы (по ГГК-200)* | Обнаружение проявлений золота** | | | |
|------------|---------------|---------|----------|------------------------|--------------------------------------|---|---|--|--|
| Плейстоцен | Неоплейстоцен | Верхнее | | Голоцен | 11,7 | Пески, галька a IV , глины I IV | Повсеместно (аллювий речных долин) | | |
| | | | | Плейстоцен | Осташковский | 29 | | Илы, ленточные глины a, l, f IIIos | |
| | | | | | | Ленинградский | | 57 | Супеси, суглинки a, l, f IIIln |
| | | | | | | Подпорожский | | 71 | Суглинки, торф a, l, f IIIvd |
| | | | | | | Микулинский | 126 | Пески, суглинки la, a IIImk | |
| | | | | Среднее | Московский (Вычегодский) | 191 | Пески, супеси с обломками f, a IIms Валунные суглинки, супеси g IIms Суглинки, ленточные глины lg IIms | CЗ, С, СВ, ЮЗ | |
| | | | | | | Горкинский | 243 | Пески, глины, суглинки la, lb IIod | CЗ, С, ЮЗ |
| | | | | | | Вологодский (Печорский) | 364 | Валунные суглинки, супеси g IIvl Пески, супеси с обломками f, a IIvl Суглинки, ленточные глины l, la IIvl | CЗ, С, СВ, ЮЗ, частично Ю и ЮВ |
| | | | | | | Лихвинский | 427 | Супеси, суглинки la, l IIIh | Повсеместно (в пределах древних долин) |
| | | | | | | Окский (Помусовский) | 474 | Валунные суглинки, супеси g, f Iok Глины, мелкозернистые пески lg Iok | |
| | | | | | | | Свирский | 528 | Песок, галька la, l, a Ivk |
| | | | | | | Покровский (Донской?) | 568-760 | Валунные суглинки, супеси g, f Idn ? Ленточные глины l IIIl (?) | CЗ, С |
| | | | | Доплейстоцен | Поздний | 1777 | Песок, галька, глины la, l E₂ Валунные суглинки g E₂ (?) | C, Ю | |
| | | | | | | Ранний | 2588 | Глины, пески la E₁ — N₂ | CЗ, С, ЮЗ (?), Ю, ЮВ (?) |
| | | | | Плиоцен(?) | | | | | |

*Серым выделены породы, в которых обнаружено золото.

**СЗ — северо-запад, С — север, СВ — северо-восток, ЮЗ — юго-запад, Ю — юг, ЮВ — юго-восток Северных Увалов.

индского яруса и шилихинская — оленёкского. Ближе к центру Северных Увалов появляется слудкинская, березниковская и фёдоровская серия раннего триаса. Стоит отметить, что все эти ярусы и горизонты неоднородны по составу — например, в шилихинской свите (распространена на водоразделах; стратиграфически выше вохомской) отмечено отсутствие т. н. «уральских» кремней, в отличие от вохомской (Бондарев и др., 1997). В центральной части Северных Увалов распространены породы средней и, возможно, ранней юры — байосский и баттский ярусы. В средневосточной части возвышенности с поверхности распространены морские породы средней (келловейский ярус) и поздней юры, а также раннего мела. Не менее разнообразны неоген-четвертичные отложения. Дискуссионным является возраст отложений, выполняющих днища древних долин (рек Юг, Андома, Вохма и пр.). Согласно А.В. Сидневу (1985); В.А. Наумову и др. (2003); К.И. Воскресенскому и др. (1998), которые приводят данные палинологических и минералогических анализов, радиотермолюминесцентного (РТЛ) датирования, часть отложений, их выполняющих, была сформирована в дочетвертичное время. В них, а также в среднелейстоценовых отложениях ледникового генезиса также обнаружено золото (Бондарев и др., 1997; Глухов и др., 2007; Украинцев, Воскресенский, 2020). Плейстоценовые отложения представлены в основном ледниковыми и субаквальными осадками (см. таблицу). На южной части возвышенности выходят дочетвертичные образования.

Методика исследования

Как мы уже упоминали в предыдущей статье (Украинцев, Воскресенский, 2020), в нашем исследовании мы использовали данные различных авторов по золоту бассейнов рек Ветлуги, Кобры и Весляны (рис. 2), в меньшей степени Юга, Лузы и Сысолы.

Стоит отметить, что данные по бассейну Весляны В.А. Наумова и др. (2003) использовались ограниченно — карта фактического материала, приведённая в монографии, отображает лишь географическое положение

шлиховых точек без их номеров. Поэтому привязка их к месту приводилась от верховий к устью (наиболее вероятная систематика их номеров).

Величина эрозионно-денудационного выреза (ЭДВ) как количественная характеристика преобразования местности в новейший этап формирования рельефа используется нами для решения следующих задач: 1) выяснение качественных характеристик объёма переработанного материала и полезного компонента в речных долинах; 2) оценка темпов денудации на территории; 3) анализ потенциала россыпьевмещающих толщ, количественно выраженного в объёме полезного компонента (содержания золота); 4) оценка влияния ЭДВ на формирование россыпей данной территории.

ЭДВ не оценивался для золотоносных территорий Восточно-Европейской равнины, но использование этой характеристики хорошо обосновано при изучении россыпей Дальнего Востока (Геоморфология Амуро-Зейской..., 1973). Корреляция между характеристиками ЭДВ и ресурсами золота ранее установлена на Амуро-Зейской равнине (Воскресенский, 2001), в Эфиопии (Воскресенский, 2013) и на Дальнем Востоке (Столяров, 2019; Кленов, Патык-Кара, 1982).

Наша методика подсчёта ЭДВ основана главным образом на работе «Геоморфология россыпей» С. С. Воскресенского (1985), в которой обоснованы как сам подсчёт ЭДВ, так и использование тех или иных методов и характеристик (рис. 3). Морфотектонический метод, который мы использовали (только для этого метода имеются все необходимые данные) основан на построении профилей через долину. Крайними точками профиля являются высшие точки междуречий, между которыми заключена долина, а низшей точкой является её тальвег (Маккавсев и др., 1980; Воскресенский и др., 2001).

В пределах этих точек расположен пласт эрозии. После составления профиля подсчитывается площадь среза, которая умножается на 1 м (условная ширина линии профиля). Таким образом определяется объём ЭДВ долины на конкретном профиле, характеризующий объём удалённых денудацией пород. Выбор высших точек междуречий в ка-

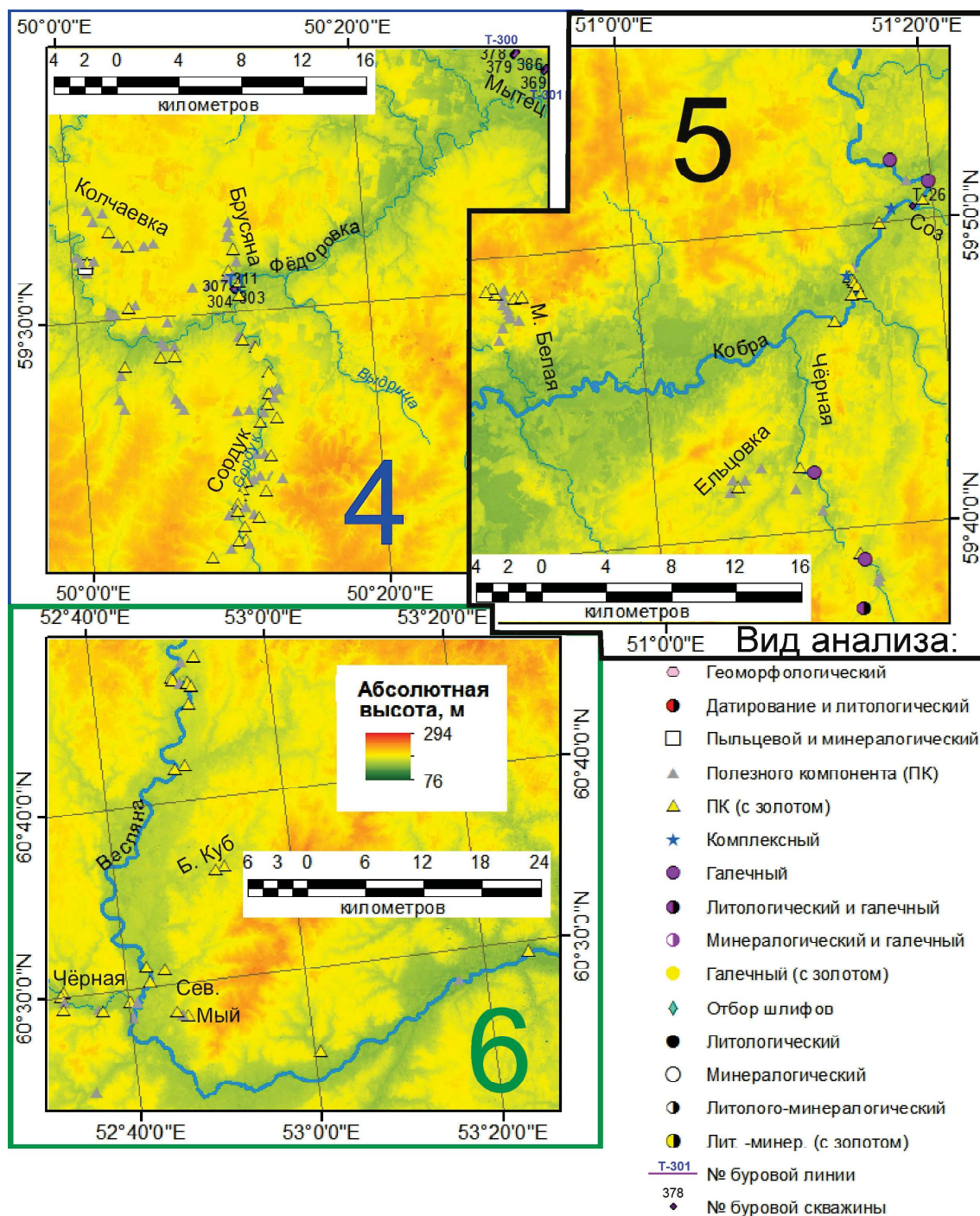


Рис. 2. Данные по бассейну р. Кобра и Вестяна, использованные в этой статье. Бассейн р. Ветлуги и общее положение участков — см. рис. 1 и 2 другой нашей статьи в печати

честве верхних точек обусловлен, с одной стороны, тем, что междуречья поставляют материал в речные долины через склоновые процессы, с другой — для более корректного сравнения ЭДВ разных речных долин и частей возвышенности (поскольку невозможно установить высоту, с которой врезались разные водотоки с началом последнего цикла эрозии). Мощность пласта эрозии (ПЭ) определяется ещё проще — из средней абсо-

лютной высоты междуречья (определяемой по крайним точкам профиля) вычитается абсолютная высота тальвега (Бронгулеев, Муратов 1976). Эта характеристика напрямую связана с объёмом ЭДВ и призвана служить более простым методом сравнения ЭДВ разных долин. Методика подсчёта ЭДВ в работах И.С. Воскресенского (2001; 2013) также учитывает ещё две характеристики — коэффициент пласта эрозии (или денудации, $K_{ПЭ}$)

и мощность приведённого слоя (ПС). Первый позволяет оценить, какой процент пород пласта эрозии уже удалён, а второй – легко привести этот процент к показателю мощности пласта эрозии. Их подсчёт позволяет полностью оценить ЭДВ со всех сторон и сравнить ЭДВ разнопорядковых долин, тем более что с использованием ЭВМ их подсчёт не является существенным усложнением методики. Темпы снижения междуречий для возвышенностей наподобие Северных Увалов достаточно низки (Ананьев, 1976), нами они оценены по листам геологической карты и профилям (см. обсуждение результатов). В связи с этим можно не учитывать этот фактор при прокладывании профилей, поскольку его значения меньше погрешностей при определении характеристик ЭДВ — они равны 5 м для цифровой модели рельефа (ЦМР), составленной нами по точной топографической карте.

Подсчёт осуществлялся через программу Global Mapper 18.3, с помощью которой можно определять объём пород, заключённых на выбранном профиле с помощью инструмента «Cut-'n-fill volumes». Содержания

золота, с которыми сравнивались характеристики ЭДВ, пересчитывались на единицу объёма золотоносного пласта (для буровых линий и скважин) либо брались в исходном виде (для точек шлихового опробования).

Для подсчёта ЭДВ нами использовалась ЦММ SRTM V3 с размером ячейки 30 м.

Модель ALOS 3D более детальна, чем SRTM (7 м против 15–20) на данных широтах (Overview...), однако менее точна (что определено эмпирически путём вычитания из ЦМР моделей ALOS 3D и SRTM). Также нами оценены погрешности в измерении характеристик ЭДВ на ЦММ путём прокладки одинаковых профилей на ЦМР и ЦММ. Средняя погрешность на модели SRTM V3 составила 16% при определении объёма ЭДВ и первые проценты — при определении мощности пласта эрозии.

Прямые данные у нас имелись только для подсчёта последнего (современного) цикла эрозии, поэтому ЭДВ за предыдущие этапы нами оценен лишь в среднем течении р. Вохмы (см. Украинцев, Воскресенский, 2020).

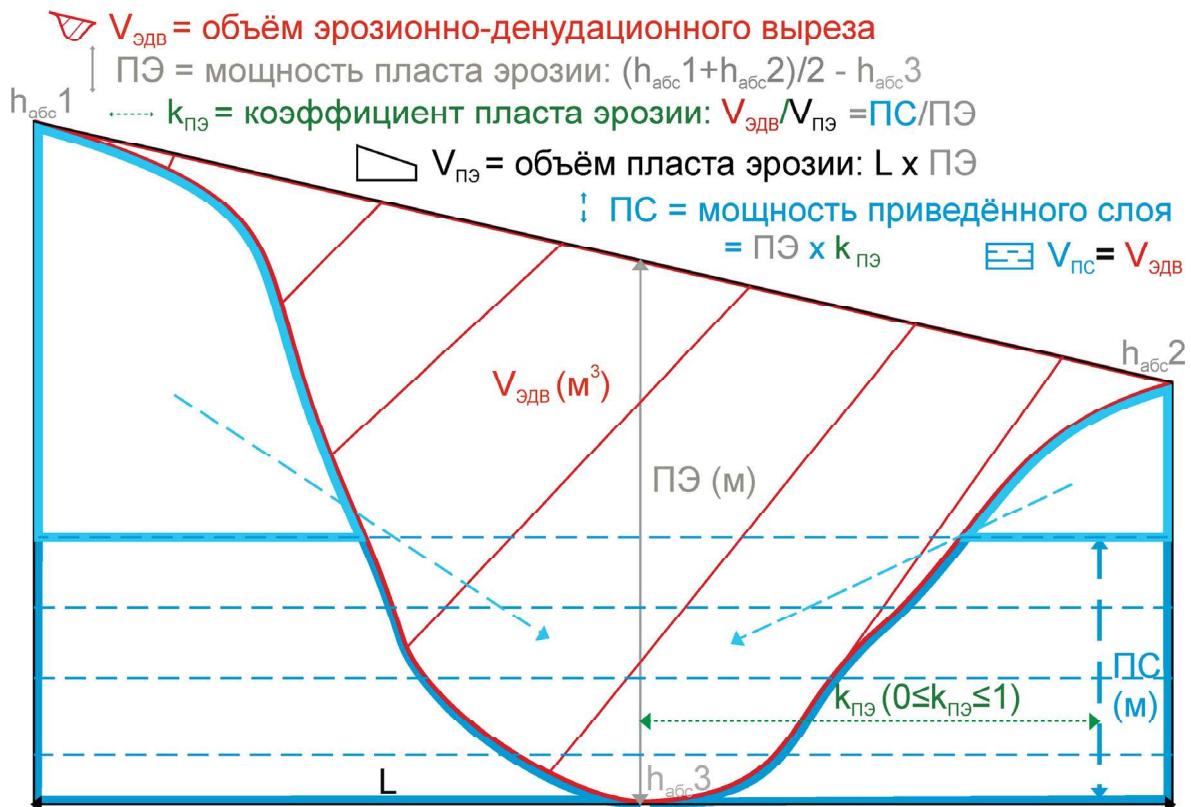


Рис. 3. Схема характеристик ЭДВ

Кроме того, признано, что последний цикл сыграл главную роль в формировании современных россыпей (Постоленко, 2015), поэтому он является важнейшим для оценки роли ЭДВ.

Для того чтобы узнать распределение ЭДВ по всей территории Северных Увалов среднemasштабно, нами скомпонована ЦММ из листов ALOS 3D 30 m и ArcticDEM 32 m, которые менее точны и имеют множество артефактов, зато покрывают все территорию возвышенности, в отличие от модели SRTM. Проблемы с точностью нас не затронули, поскольку при подсчёте мощности пласта эрозии достигается необходимая точность, а при наложении друг на друга коммерческих моделей удалось избавиться от большинства артефактов. Для коррекции и улучшения ЦММ мы использовали методику из работы А. Л. Минеева и др. (2015).

Расчёты ЭДВ и ресурсов золота сделаны для имеющихся точек, где проводились поиски золота достаточно подробно: либо линейно (вниз по течению одной реки), либо площадно. Такими участками оказались реки Малый Парюг, Чащевая, Холодный Ключ, Чабра, Жильская Шайма, Весляна и Кобра (линейные поиски), а также участки Фёдоровка и Чёрная (площадные поиски). Полученные данные по линейным поискам занесены в лист документа Excel, затем по ним построены графики изменения содержания ресурсов золота и характеристик ЭДВ, которые усреднены полиномиальной линией тренда пятой степени. Для площадного сравнения данные занесены в базу Arcmap, по полученным точкам построены растры изменения характеристики ЭДВ и ресурсов золота с помощью инструмента интерполяции «Сплайн» (рис. 4).

Значение мощности пласта эрозии изменено по всей территории Северных Увалов. Были выбраны долины среднеразмерных рек 3–5 порядка, которые хорошо выражены на ЦММ на всей территории возвышенности. Было набрано 100 точек измерения, которые равномерно расположены друг от друга. С их помощью нами создан растр пространственного изменения пласта эрозии по территории возвышенности, который представлен на рис. 5. В целом по возвышенности

значение мощности пласта эрозии изменяется достаточно слабо – от 20 до 50 м, с наиболее встречающимся значением 30–40 м. Это равно среднему темпу речной эрозии 0,1–0,2 мм/год за последние ~250 тыс. лет.

Обсуждение результатов

Как показано на рис. 4–6, проследить взаимосвязь между характеристиками ЭДВ и ресурсами золота затруднительно, поскольку изменяются они в пространстве по-разному. Подсчёт коэффициента их корреляции подтвердил это. Содержания золота обычно резко растут и падают от одной буровой линии к другой, в то время как показатели ЭДВ изменяются плавно.

Совершенно не прослеживается взаимосвязь на составленных картах, характеризующих изменения в двумерном пространстве. Это вовсе не означает, что роль ЭДВ для формирования россыпей Северных Увалов незначительна или неважна. По С. С. Воскресенскому (1985), роль денудации в формировании россыпей первостепенная: если денудационный срез недостаточный или избыточный, россыпь просто не будет сформирована или будет разубожена.

Таким образом, мы просто не видим отчётливой взаимосвязи между характеристиками ЭДВ и содержаниями золота, поэтому считаем результаты неудовлетворительными. Отрицательный результат может быть связан со следующими факторами: 1) обилием «активного» золота — частиц тонко- и мелкозернистого золота, легко переносимого на большие расстояния; 2) неправильной цифровой основой ЦМР, хотя на ключевом участке в долине Малого Парюга подсчёты велись по корректной ЦМР, но корреляция всё равно не наблюдается; 3) недостаточной изученностью ресурсов золота, что обусловлено неудовлетворительными буровыми работами, проведёнными не по нормам россыпного бурения; 4) формированием россыпей только из промежуточных коллекторов, в то время как в горах в формировании россыпей принимает участие коренный источник (Синюгина, 1965); 5) особенностями формирования россыпей на равнинной территории с низкой степенью расчленённости

рельефа, обусловленной разной динамикой и набором денудационных процессов на равнинах и в горах, а также разной транспорти-

рующей способностью водотоков (Маккаев и др., 1973).

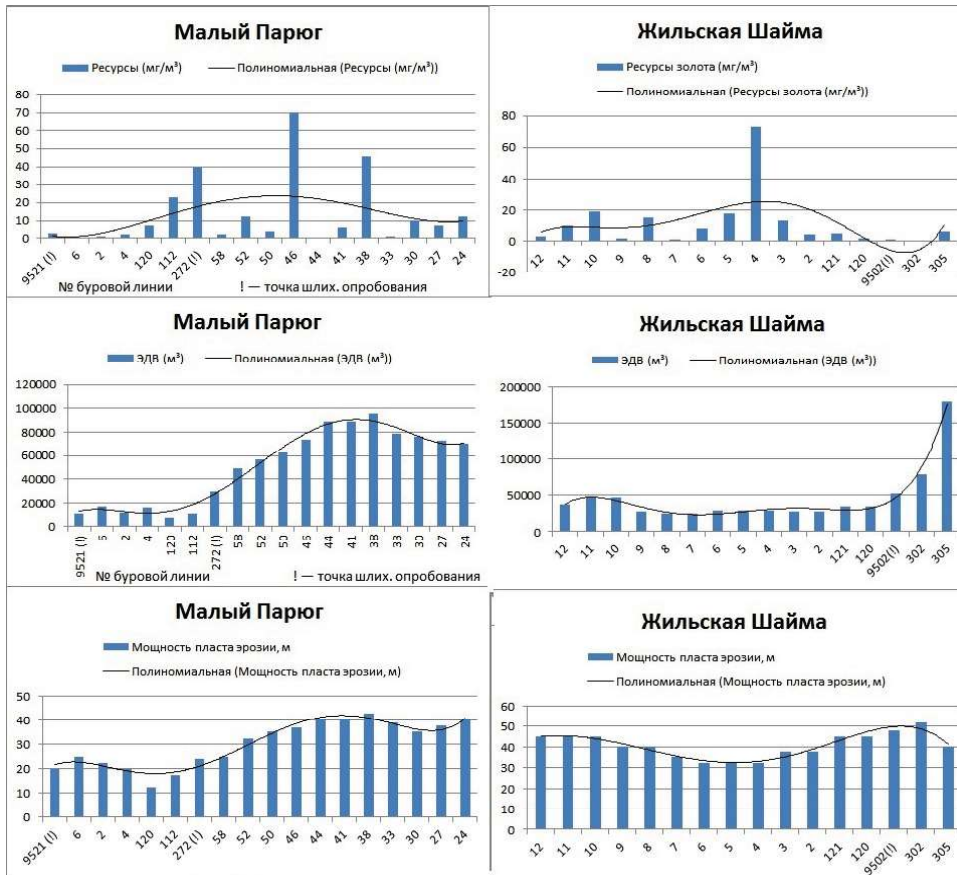


Рис. 4. Изменение содержания золота, объёма ЭДВ и ПЭ по течению рек Малый Парюг и Жильская Шайма (по буровым линиям)

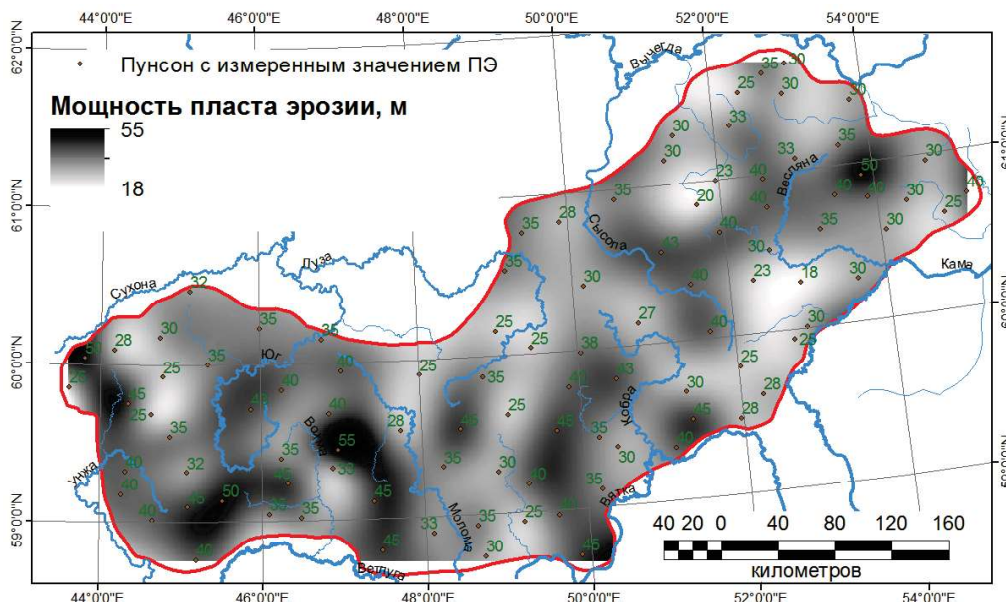


Рис. 5. Изменение мощности пласта эрозии по территории возвышенности

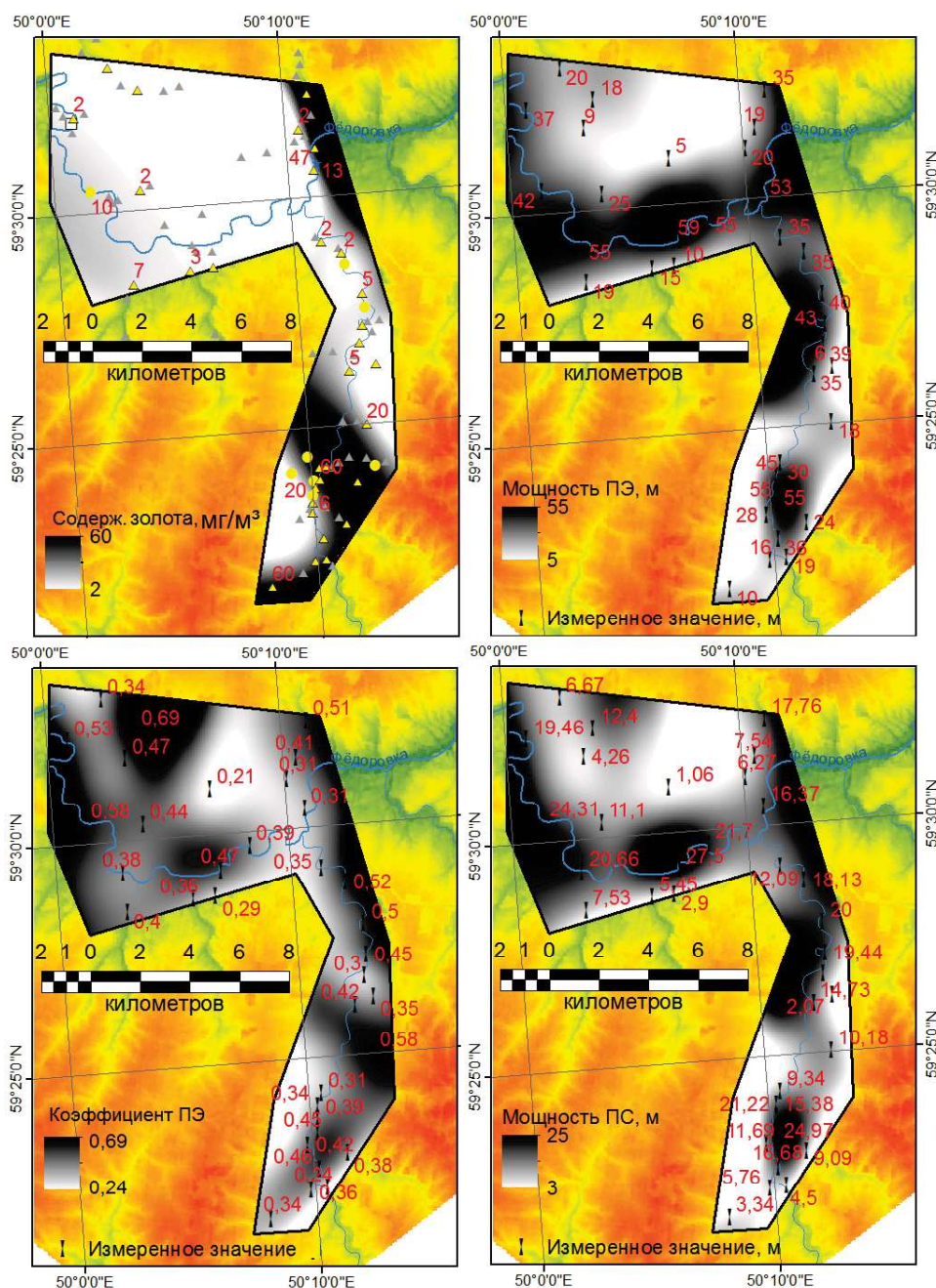


Рис. 6. Изменение содержания золота, ПЭ, коэффициента ПЭ и мощности ПС в пространстве (бассейн р. Фёдоровка, по точкам шлихового опробования)

Стоит отметить, что в дальневосточных провинциях России связь между характеристиками ЭДВ и ресурсами золота прослеживается достаточно устойчиво (Столяров, 2019). Между распределением мощности пласта эрозии по территории Северных Увалов и положением точек, где золото выявлено, взаимосвязи также не прослеживается.

В ходе исследования мы попытались оценить ЭДВ методом геологических профилей (Воскресенский, 1985) с помощью материала ГГК. Мы собрали в ГИС все имеющиеся на

данную территорию листы ГГК-200, восполнив недостающие листами ГГК-1000. После этого разместили поверх них все имеющиеся в Северных Увалах точки с опознанным золотом и сравнили их распределение и положение на геологической карте. Мы выявили следующие закономерности.

1. Большая часть территории возвышенности покрыта терригенными отложениями R_3 , T_1 и J_2 . Около 30% поверхностных донегеновых пород занимают морские отложения J_2 — K_1 .

2. На западе возвышенности золото приурочено к выходам на поверхность вохомской свиты раннего триаса (в речных долинах).

3. В центральной и восточной частях возвышенности, сложенных породами T_1 и J_2 , золото приурочено к выходам пород ветлужской и фёдоровской серий T_1 и, возможно (зависит от точности отображения геологических границ), P_3 .

4. Если судить по геологическим разрезам, пласты пород T_1 и J_2 утончаются по направлению на юг, однако связано это не с падением пластов, а с их утончением, при этом нижние свиты триаса сохранены.

Таким образом, можно предполагать, что золото связано с обнажением на поверхности терригенных пород позднего палеозоя – раннего-среднего мезозоя, которое в свою очередь связано с повышенной денудацией в южной части возвышенности, что подтверждает, например, отсутствие сплошного распространения морен, но присутствие эратического компонента. Денудационный срез равен ~50 м за ~200 млн лет (если учитывать и первый континентальный период в поздней перми — средней юре) или за 6 млн лет (если принять, что основная денудация началась с первым циклом эрозии, установленным нами) → темпы денудации на междуречьях = от 6 мм до 1–2 м/250 000 лет при условии отсутствия аккумуляции. Судя по карте крутизны склонов, составленной для Вохомского участка, где средняя крутизна составляет менее 2°, настоящий темп денудации должен быть ближе к первой цифре (основной агент денудации на междуречьях — склоновые процессы, которые развиваются при крутизне более 2°). Подобные участки, где по геологическим профилям наблюдаются срезанные денудацией слои, присутствуют и на других листах ГГК-200 (Курбатова и др., 1989а и б; Гей и др., 1978; Дубейковский, 1981 и др.). Выходы пород шилихинской свиты T_1 , морских J_2 - K_1 отражают недостаточный срез, не позволяющий водотокам начать перерабатывать ПК. Выходы пород P_2 могут указывать на чрезмерную переработку ПК, что приводит к разубоживанию россыпи (Воскресенский, 1985).

Вместе с перечисленным следует отметить, что почти все выявленные россыпепро-

явления встречаются на южном макросклоне возвышенности. На северном макросклоне известны лишь две точки с выявленным золотом, а также ещё несколько точек без точной привязки. Мы предположили, что это может быть связано с мощностью четвертичных пород и собрали в ГИС все имеющиеся листы ГГК-200 (четвертичные отложения), восполнив недостающие листами ГГК-1000. По ним и по разрезам к ним мы оценили мощность четвертичных пород, составив растр с её распределением. Мы удостоверились, что редкие россыпепроявления на северном макросклоне возвышенности приурочены к пониженным мощностям четвертичных пород и выходам на поверхность дочетвертичных промежуточных коллекторов. ЭДВ в таком случае оказывается достаточным для формирования россыпепроявлений. Сопоставив два растра и сложив их, мы получили растр типов обстановок россыпепроявления, который представлен на рис. 7.

Полученные результаты заставляют полагать, что формирование аллювиальных россыпей и россыпепроявлений связано с золотоносностью в первую очередь дочетвертичных отложений. Присутствие золота в них может быть объяснено наличием трещинной сети, которая неоднократно установлена разными исследователями (Воскресенский, 2007; Глазов, 2000; Буслович и др., 2001). Взаимосвязь прослеживается и в распределении известных россыпепроявлений и трещинной сети (установленной по тектоническим схемам различных листов ГГК) Северных Увалов. Вместе с тем следует вспомнить и о наличии золота в неоген-четвертичных отложениях. Они содержат больше золота (по данным бурения), однако это легко объясняется повторным перемывом первичных промышленных коллекторов. Следовательно, не все озёрно-аллювиальные и ледниковые отложения в Северных Увалах можно считать промышленными коллекторами, поскольку это зависит от того, какие первичные отложения они перемывали. Однако косвенно это можно оценить по расположению этих отложений (как правило, в речных долинах).

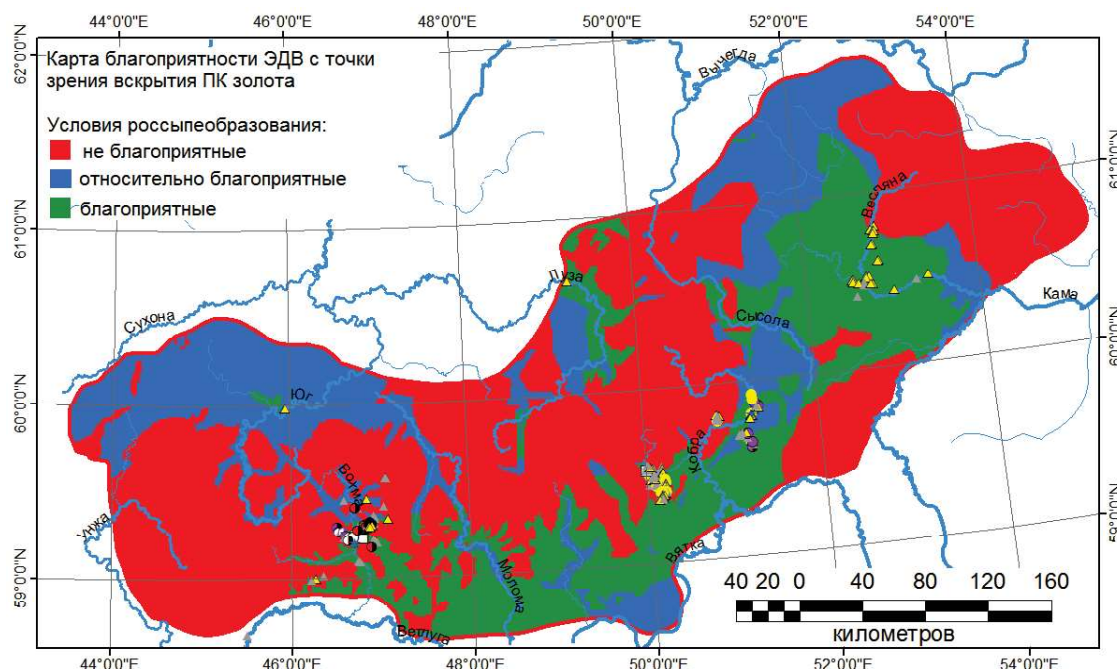


Рис. 7. Карта благоприятности ЭДВ с точки зрения вскрытия ПК золота

Заключение

Между изменениями содержания золота и характеристик ЭДВ взаимосвязь не прослеживается ни линейно, ни пространственно. В целом мощность пласта эрозии по Северным Увалам составляет 30 – 40 м и изменяется достаточно слабо. Для формирования россыпей золота благоприятны части возвышенности с низкой мощностью четвертичного чехла (или его отсутствием), на которых водотоки вскрывают терригенные породы поздней перми, раннего триаса (вохомская и фёдоровская свиты) и средней юры. Таковы преимущественно южные части возвышенности, где чехол рыхлых отложений, ввиду особенностей развития территории в позднем кайнозое, имеет низкую мощность или отсутствует. В то же время, судя по геологическим данным, темпы денудации здесь были выше, нежели на северном макросклоне, что предопределило более высокий денудационный срез за весь поздний кайнозой, более раннее вскрытие промежуточных коллекторов золота, их переработку и формирование россыпей. ЭДВ, при всём перечисленном, должен быть достаточным для вскрытия промежуточных коллекторов золота.

Мы, безусловно, оцениваем роль ЭДВ в формировании аллювиальных россыпей зо-

лота Северных Увалов как положительную и важную. В то же время подчёркиваем, что по сравнению с другими факторами формирования россыпей этот фактор оказался всего лишь благоприятным, но вовсе не определяющим. Он играет важную роль лишь при оптимальном соотношении других факторов, таких как история развития, геологическое строение, общая величина денудационного среза. При их неблагоприятном соотношении эрозионно-денудационный вырез перестаёт играть важную роль в формировании россыпей. Оптимальный денудационный срез золотоносных отложений за всю континентальную историю Северных Увалов и история развития речных долин имеют определяющее значение для формирования здесь россыпей.

Исследования выполнены в рамках темы государственного задания ИГ РАН № 0127-2019-0005.

Библиографический список

- Ананьев Г. С. Динамическая геоморфология. Формирование вершинных поверхностей. М.: Изд-во МГУ, 1976. 174 с.
- Бондарев А. А., Иванова Т. С., Согрин В. С., Ананьева Э. Г., Воскресенский И. С., Головенко С. С., Смирнова Т. И., Якушевич В. Д. Первая ал-

лювиальная россыпь золота ледниковой области центра Русской равнины. М., 1997. 16 с.

Бронгулеев Б. М., Муратов В. М. Опыт определения объема денудации в горах морфологическим способом // Геоморфология. 1976. № 1. С. 44–50.

Буслович А.Л., Гаркуша В.И., Авдошенко Н.Д. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые Вологодской области. Вологда, 2001. 171 с.

Воскресенский И. С., Ананьева Э. Г., Куликов О. А. и др. Региональный палеогеоморфологический анализ аллохтонной россыпной золотоносности Русской равнины // Тезисы XIII совещания по геологии россыпей и кор выветривания / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2005. С. 37–40.

Воскресенский И. С., Каревская И. А., Ковалев С.Н. Позднекайнозойский эрозионно-денудационный вырез и прогнозная оценка россыпей Дальнего Востока // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии. 2001. Т. 3. С. 60–62.

Воскресенский И. С. Рельеф, новейшие отложения россыпепроявлений золота и алмазов юго-восточного Прионежья и Северных Увалов. // Геология и география Вологодской области. Вологда: ВГПУ изд-во «Русь», 2007. С. 81–91.

Воскресенский И.С. Эрозионно-денудационный вырез и россыпеобразование западной части Эфиопского Нагорья // Рудообразующие процессы. М., 2013 С. 185.

Воскресенский С. С. Геоморфология россыпей. М.: Изд-во МГУ, 1985. 210 с.

Воскресенский С. С. Геоморфология СССР. М.: Высшая школа, 1968. 368 с.

Гей В. П., Буслович А. Л., Делюсин В. Н., Бахвалова М. П. ГГК масштаба 1:200 000, первое поколение (ГГК-200/1). Серия Мезенская. Лист О-38-III (Рослятино). Объяснительная записка. М.: Мингео СССР, 1978. 91 с.

Геология СССР. Т. II. Архангельская, Вологодская области и Коми АССР. Ч. 1. Геол. описание. М.: Недра, 1963. 1080 с.

Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей. М.: Высшая школа, 1980. 343 с.

Геоморфология Амуро-Зейской равнины и низкогорья Малого Хингана. Ч. 2. М.: Изд-во МГУ, 1973. 98 с.

Глазов Е. А. Перспективы алмазоносности Вологодской области // Геология и минеральные ресурсы Вологодской области. Вологда, 2000. С. 96–102.

Глухов Ю. В., Филиппов В. Н., Исаенко С. И., Макеев Б. А. Редкое золото палеороссыпи Без-

дубово с признаками недавнего высвобождения // ЗРМО. 2007. № 4. С. 51–62.

Дедков А. П., Бутаков Г. Г. Среднеюрские отложения на востоке Русской равнины и их возможная россыпная золотоносность // Известия высш. учеб. заведений. Геология и разведка. 1996. №5. С. 24–37.

Дубейковский С.Г. ГГК масштаба 1:200 000, первое поколение (ГГК-200/1). Серия Пермская. Лист Р-39-XXXV (Кирсаново). Объяснительная записка. М.: Мингео СССР, 1981. 73 с.

Кленов В. И., Патык-Кара Н. Г. Моделирование на ЭВМ эрозионного среза рудно-россыпных площадей // Тезисы докладов VI Всесоюзного совещания по геологии россыпей. Благовещенск, 1982. Ч. 1. С. 244–245.

Клинк Б. Е., Чумаков О. Е. и др. ГГК РФ. Масштаб 1: 1 000 000 (второе поколение). Серия Уральская. Лист О-(38), 39-Киров. Объяснительная записка. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1999. 331 с.

Маккавеев Н. И., Калинин А. М., Самойлова А.А. Определение величины денудационного среза при изучении россыпей // Формирование россыпей в речных долинах. М.: Изд-во МГУ, 1980. С. 113–120.

Маккавеев Н. И., Хмельва Н. В., Калинин А.М., Григорьев Н. П. Основы методики поиска коренных источников по данным анализа состава россыпей // Тезисы докладов IV совещания по геологии россыпей. Киев, 1973. С. 140–141.

Макунина А. А. Физическая география СССР. М.: Изд-во МГУ, 1985. 296 с.

Мильков Ф. Н., Гвоздецкий Н. А. Физическая география СССР. Европейская часть СССР. М.: Высшая школа, 1976. 376 с.

Минеев А. Л., Кутинов Ю. Г., Чистова З. Б., Полякова Е. В. Подготовка цифровой модели рельефа для исследования экзогенных процессов северных территорий Российской Федерации // Пространство и Время. 2015. № 3. С. 278–286.

Митяков С. Н., Алиев Н. Л., Теселкин В. С. и др. ГГК РФ. Масштаб 1: 200 000 (второе поколение). Серия Мезенская. Лист Р-39-XXXII (Обьячево). Объяснительная записка. М.: МФ ВСЕГЕИ, 2013. 89 с.

Наумов В. А., Голдырев В. В., Брюхов В. Н. Особенности золотоносности осадочного чехла Восточно-Европейской платформы // Вопросы современной науки и практики / Университет им. В. И. Вернадского. 2009. №11 (25). С. 8–15.

Наумов В. А., Илалудинов И. Я., Осовецкий Б.М., Голдырев В. В., Макеев А. Б. Золото Верхнекамской впадины / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2003. 218 с.

Патык-Кара Н.Г. Минерагения россыпей: типы россыпных провинций / ИГЕМ РАН. М., 2008. 528 с.

Постоленко Г.А. Становление современных долин и его значение для геологии россыпей // Геоморфология. 2015а. №. 3. С. 11–23.

Почвенно-геологические условия Нечерноземья. М.: Изд-во МГУ, 1984. 608 с.

Сиднев А.В. История развития гидрографической сети плиоцена в Предуралья. М.: Наука, 1985. 224 с.

Синюгина Е.Я. К вопросу о связи аллювиальных россыпей с коренными источниками (на примере Южно-Енисейского золотоносного района) // Геология россыпей. М.: Наука, 1965. С. 199–206.

Спиридонов А.И. Геоморфология Европейской части СССР. М.: Высшая школа, 1978. 335 с.

Столяров И.О. Эрозионно-денудационный вырез некоторых россыпных провинций Дальнего Востока // Тезисы международной научной конференции «Молодые исследователи – регионам». Вологда, 2019. С. 593–595.

Украинцев В.Ю., Воскресенский И.С. Строе-ние и позднекайнозойская история формирования долин Северных Увалов // Вестник Пермского университета. Геология. 2020. №4 (статья в редакции).

Уточнённая субрегиональная стратиграфическая схема триасовых отложений запада, центра и севера Восточно-Европейской платформы / ПИН РАН. М., 2011. 36 с.

Физико-географическое районирование СССР. М.: Изд-во МГУ, 1968. 576 с.

ALOS Global Digital Surface Model «ALOS World 3D - 30m (AW3D30)». URL: <https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/index.htm>.

Overview of Global DEM - Assessment of the current global DEMs and requirements for an updated global DEM – May 2017. Copernicus In Situ. URL: https://insitu.copernicus.eu/library/reports/OverviewofGlobalDEM_i0r7.pdf.

U. S. Geological Survey. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov>.

Denudation Sheet of the Severnye Uvaly Downs

V. Yu. Ukraintsev^a, I. S. Voskresenskiy^b

^aInstitute of Geography RAS

29 Staromonetnyy l., Moscow 119017, Russia. E-mail: ukraintsev@igras.ru

^bLomonosov Moscow State University

1 Leninskie Gory, Moscow 119991, Russia. E-mail: isvoskresenskiy@rambler.ru

The study of the geological and geomorphological structure of the Severnye Uvaly using public materials, as well as digital terrain models, made it possible to establish patterns in the distribution of the known gold placer occurrences of this territory and give a forecast for new searches. For a large territory of the Russian Plain, the magnitude of the modern erosion-denudation cut, the patterns of its distribution and the role for the formation of gold placers are purposefully determined. Areas of the Severnye Uvaly with a low value of the Quaternary cover (or its absence), in which rivers expose the terrigenous Pre-Quaternary intermediate placers are favorable for the formation of alluvial gold.

Keywords: *placer geomorphology; denudation sheet; Severnye Uvaly.*

References

Ananyev G.S. 1976. Dinamicheskaya geomorfologiya. Formirovaniye vershinnykh poverkhnostey [Dynamic geomorphology. The formation of the vertex surfaces]. MGU, Moskva, p. 174. (in Russian)

Bondarev A.A., Ivanova T.S., Sogrin V.S., Ananyeva E.G., Voskresenskiy I.S., Golo-Venko S.S., Smirnova T.I., Yakushevich V.D. 1997. Pervaya alluvialnaya rossyp zolota lednikovoy oblasti tsentra Russkoy ravniny [The first alluvial gold placer in the postglacial area of the center of the Russian Plain]. Moskva, p. 16. (in Russian)

Buslovich A.L., Garkusha V.I., Avdoshenko N.D. et al. 2001. Geologicheskoye stroeniye i poleznye

iskopayemye Vologdskoy oblasti [Geological structure and minerals of the Vologda region]. Vologda, p. 171. (in Russian)

Bronguleyev B.M., Muratov V.M. 1976. Opyt opredeleniya obyema denudatsii v gorakh morfologicheskim sposobom [Experience in determining the amount of denudation in the mountains by a morphological method]. Geomorfologiya. 1:44-50. (in Russian)

Voskresenskiy I.S., Ananyeva E.G., Kulikov O.A. et al. 2005. Regionalnyy paleo-geo-morfologicheskii analiz allokhtonnoy rossypnoy zolotonosnosti Russkoy ravniny [Regional paleogeomorphological analysis of the allochthonous placer gold mineralisation of the Russian Plain]. In: Tezisy XIII soveshchaniya

po geologii rossypey i kor vyvetrivaniya. PGU, Perm, pp. 37-40. (in Russian)

Voskresenskiy I.S., Karevskaya I.A., Kovalev S.N. 2001. Pozdnekaynozoykiy erozionno-denudatsionnyy vyrez i prognoznaya otsenka rossypey Dal'nego Vostoka [Late Cenozoic erosion-denudation cut and predictive assessment of alluvial deposits of the Far East]. *In: Problemy geologii i metallogeni Severo-Vostoka Azii*, T. 3, pp. 60-62. (in Russian)

Voskresenskiy I.S. 2007. Relyef, noveyshiye otlozheniya rossypeproyavleniy zolota i almazov yugo-vostochnogo Prionezhya i Severnykh Uvalov [Landscapes, recent sediments of placer gold and diamonds occurrences of the southeastern Prionezhie and Severnye Uvaly]. *In: Geologiya i geografiya Vologodskoy oblasti*. VGPU, Rus Publ., Vologda, pp. 81-91. (in Russian)

Voskresenskiy S.S. 1985. Geomorfologiya rossypey [Placer geomorphology]. MGU, Moskva, p. 210. (in Russian)

Voskresenskiy S.S. 1968. Geomorfologiya SSSR [Geomorphology of the USSR]. Vysshaya shkola, Moskva, p. 368. (in Russian)

Gey V.P., Buslovich A.L., Delyusin V.N., Bakhvalova M.P. 1978. GGK masshtaba 1:200 000, pervoye pokoleniye (GGK-200/1). Seriya Mezenskaya. List O-38-III (Roslyatino). Obyasnitelnaya zapiska [GGK, scale 1: 200,000, first generation (GGK-200/1). Mezen series. Sheet O-38-III (Roslyatino). Explanatory note]. Mingeo SSSR, Moskva, p. 91. (in Russian)

Geologiya SSSR. Tom II. Arkhangel'skaya, Vologodskaya oblasti i Komi ASSR. Chast 1 — Geologicheskoye opisaniye [Geology of the USSR. Volume II - Arkhangel'sk, Vologda regions and Komi ASSR. Part 1 - Geological characteristics]. Nedra, Moskva, p. 1080. (in Russian)

Geomorfologicheskoye rayonirovaniye SSSR i prilgayushchikh morey [Geomorphological zoning of the USSR and adjacent seas]. Vysshaya shkola, Moskva, p. 343. (in Russian)

Geomorfologiya Amuro-Zey'skoy ravniny i nizkogorya Malogo Khingana. Chast' 2. [The geomorphology of the Amur-Zeya Plain and the lowlands of the Little Khingan. Part 2]. MGU, Moskva, p. 98. (in Russian)

Glazov Ye.A. 2000. Perspektivy almazonosnosti Vologodskoy oblasti [Prospects for diamondiferousness of the Vologda region]. *In: Geologiya i mineralnye resursy Vologodskoy oblasti*. VGPU, Vologda, pp. 96-102. (in Russian)

Glukhov Yu.V., Filippov V.N., Isayenko S.I., Makeyev B.A. 2007. Redkoye zoloto paleorossypi Bezdubovo s priznakami nedavnego vysvobozhdeniya [Bezdubovo's rare gold paleoplacer with

signs of recent release]. ZRMO, 136(4):51–62. (in Russian)

Dedkov A.P., Butakov G.G. 1996. Sredneyurskiye otlozheniya na vostokeye Russkoy ravniny i ikh vozmozhnaya rossypnaya zolotonosnost [Middle Jurassic deposits in the east of the Russian Plain and their potential of placer gold mineralization]. *Izvestiya vyssh. uch. zav. Geologiya i razvedka*. 5:24-37. (in Russian)

Dubeykovskiy S.G. 1981. GGK masshtaba 1:200 000, pervoye pokoleniye (GGK-200/1). Seriya Permskaya. List P-39-XXXV (Kirsanovo). Obyasnitel'naya zapiska [GGK, scale 1: 200,000, first generation (GGK-200/1). Series Perm. Sheet P-39-XXXV (Kirsanovo). Explanatory note]. Mingeo SSSR, Moskva, p. 73. (in Russian)

Klenov V.I., Patyk-Kara N.G. 1982. Modelirovaniye na EVM erozionnogo sreza rudnorossypnykh ploshchadey [Computer-aided modeling of erosion cut of ore-placer fields]. *In: Tezisy dokladov VI Vsesoyuznogo soveshchaniya po geologii rossypey*. Chast 1. Blagoveshchensk, pp. 244-245. (in Russian)

Klink B.Ye., Chumakov O.Ye. et al. 1999. GGK RF. Masshtab 1: 1 000 000 (vtoroye pokoleniye). Seriya Uralskaya. List O-(38), 39-Kirov. Obyasnitel'naya zapiska [GGK RF. Scale 1: 1,000,000 (second generation). Ural series. Sheet O-(38), 39 (Kirov). Explanatory letter]. VSEGEI, Sankt-Peterburg, p. 331. (in Russian)

Makkaveev N.I., Kalinin A.M., Samoylova A.A. 1980. Opredeleniye velichiny denudatsionnogo sreza pri izuchenii rossypey [Determination of the denudation value when studying placers]. *In: Formirovaniye rossypey v rechnykh dolinakh*. MGU, Moskva, pp. 113-120. (in Russian)

Makkaveev N.I., Khmelova N.V., Kalinin A.M., Grigoryev N.P. 1973. Osnovy metodiki poiska korennykh istochnikov po dannym analiza sostava rossypey [Fundamentals of the methodology for the search for indigenous sources using the analysis of placer composition]. *In: Tezisy dokladov IV soveshchaniya po geologii*. Kiev, pp. 140-141. (in Russian)

Makunina A.A. 1985. Fizicheskaya geografiya SSSR [Physical Geography of the USSR]. MGU, Moskva, p. 296. (in Russian)

Milkov F.N., Gvozdetskiy N.A. 1976. Fizicheskaya geografiya SSSR. Obshchiy obzor. Yevropeyskaya chast SSSR [Physical geography of the USSR. General review. European part of the USSR]. Vysshaya shkola, Moskva, p. 376. (in Russian)

Mineev A.L., Kutinov Yu.G., Chistova Z.B., Polyakova, Ye.V. 2015. Podgotovka tsifrovoy modeli relyefa dlya issledovaniya ekzogennykh protsessov severnykh territoriy Rossiyskoy Federatsii [Prepara-

tion of a DEM for the study of exogenous processes in the northern territories of the Russian Federation]. *Prostranstvo i Vremya*. 3:278-286. (in Russian)

Mityakov S.N., Aliev N.L., Teselkin V.S. et al. 2013. GGK RF. Masshtab 1: 200 000 (vtoroye pokoleniye). Seriya Mezenskaya. List P-39-XXXII (Obyachevo). Obyasnitel'naya zapiska [GGK RF. Scale 1: 200,000 (second generation). Mezen series. Sheet P-39-XXXII (Obyachevo). Explanatory note]. MF VSEGEI, Moskva, p. 89. (in Russian)

Naumov V.A., Goldyrev V.V., Bryukhov V.N. 2009. Osobennosti zolotonosnosti osadochnogo chekhla Vostochno-Yevropeyskoy platformy [Features of the gold mineralization in the sedimentary cover of the East European Platform]. *In: Voprosy sovremennoy nauki i praktiki*. Univ. after. V. I. Vernadskiy. 11(25):8-15. (in Russian)

Naumov V.A., Ilaltdinov I.Ya., Osovetskiy B.M., Goldyrev V.V., Makeyev A.B. 2003. Zoloto Verkhnekamskoy vpadiny [Gold of Verkhnekamskaya depression]. PGU, Perm, p. 218. (in Russian)

Patyk-Kara N.G. 2008. Minerageniya rossypey: tipy rossypnykh provintsiy [Placer mineragenia: types of placer provinces]. IGEM RAN, Moskva, p. 528. (in Russian)

Postolenko G.A. 2015. Stanovleniye sovremennykh dolin i yego znacheneye dlya geologii rossypey [The formation of contemporary valleys and its importance to geology of placers]. *Geomorfologiya*. 3:11-23. (in Russian)

Pochvenno-geologicheskiye usloviya Nechernozemya [Soil and geological conditions of the Nechernozemie]. MGU, Moskva, p. 608. (in Russian)

Sidnev A.V. 1985. Istoriya razvitiya gidrograficheskoy seti pliotsena v Preduralye [The history of the Pliocene hydrographic network in the Cis-Urals]. Nauka, Moskva, p. 224. (in Russian)

Sinyugina Ye.Ya. 1965. K voprosu o svyazi allyuvialnykh rossypey s korennymi istochnikami (na primere Yuzhno-Yeniseyskogo zolotonosnogo

rayona) [To the problem of the relationship of alluvial placers with the lode sources (on the example of the South Yenisey gold-bearing region)]. *In: Geologiya rossypey*. Nauka, Moskva, pp. 199-206. (in Russian)

Spiridonov A.I. 1978. Geomorfologiya Yevropeyskoy chasti SSSR [Geomorphology of the European part of the USSR]. Vysshaya shkola, Moskva, p. 335. (in Russian)

Stolyarov I.O. 2019. Erozionno-denudatsionnyy vyrez rossypnykh provintsiy Dalnego Vostoka [The erosion-denudation cut of the Far East placer provinces]. *In: Tezisy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii "Molodyye issledovateli – regionam"*. Vologda, pp. 593-595. (in Russian)

Ukrainitsev V.Yu., Voskresenskiy I.S. 2020. Stroeniye i pozdnekaynozoyeskaya istoriya formirovaniya dolin Severnykh Uvalov [Structure and Late Cenozoic development of valleys at the Severnye Uvaly Downs]. *Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya*. (in press). (in Russian)

Utochnyonnaya subregionalnaya stratigraficheskaya skhema triasovykh otlozheniy zapada, tsentra i severa Vostochno-Yevropeyskoy platformy [The refined sub-regional stratigraphic scheme of the Triassic deposits of the west, center and north of the East European Platform]. PIN RAN, Moskva, p. 36. (in Russian)

Fiziko-geograficheskoye rayonirovaniye SSSR [Physical-geographical zoning of the USSR]. MGU, Moskva, p. 576. (in Russian)

ALOS Global Digital Surface Model "ALOS World 3D-30m (AW3D30)". URL: <https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/index.htm>

Overview of Global DEM - Assessment of the current global DEMs and requirements for an updated global DEM – May 2017. Copernicus In Situ. URL: https://insitu.copernicus.eu/library/reports/OverviewofGlobalDEM_i0r7.pdf

USGS (United States Geological Survey) URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>