

УДК 551.4.92

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТРУДЫ ВЫДАЮЩЕГОСЯ  
ЕВРОПЕЙСКОГО УЧЕНОГО АЛЬБРЕХТА ПЕНКА (1858–1945)© 2020 г. В. П. Чичагов<sup>1,\*</sup><sup>1</sup>Институт географии РАН, Москва, Россия

\*E-mail: chichagov@mail.ru

Поступила в редакцию 26.03.2020 г.

После доработки 30.04.2020 г.

Принята к публикации 16.06.2020 г.

Геоморфологическое наследие выдающегося австрийского и немецкого ученого Альбрехта Пенка очень велико и в основном посвящено общей геоморфологии, геоморфологии гор, климатологии, гидрологии, составлению гипсометрических карт, но оно до сих пор недостаточно известно отечественным геоморфологам. Свои основные работы А. Пенк создал в последние двадцать лет XIX и первую четверть XX века. Он проводил полевые исследования в Европе, преимущественно в Альпах и в бассейне Дуная, в горах Испании, Северного Марокко, Канады, Австралии, Китая, Японии и ряда других стран, создал первую классификацию климатов. Вместе с Э. Брюкнером разработал концепцию древнего оледенения. Именно эти ученые предложили подразделять ледниковый период на широко известные эпохи гюнц, миндель, рисс и вюрм. А. Пенк ввел в геоморфологию понятие о “верхнем уровне денудации”, считая, что главными факторами, влияющими на высоту гор, являются высота снеговой границы и высота границы леса. По его мнению, они определяют скорость денудации и, следовательно, в каждом климате определенную высоту верхнего уровня денудации. Позже он отказался от этих представлений и ввел понятие “вершинная поверхность”, отражающее факт постоянства уровня вершин без объяснения этого явления. К.К. Марков считал Альбрехта Пенка крупнейшим зарубежным геоморфологом, оставившим после себя богатое научное наследство, и называл его “Нестором зарубежной геоморфологии”. Долгие годы А. Пенк руководил институтом и музеем океанографии в Берлине, был членом Шведской Королевской академии наук. В научном сообществе России А. Пенк был хорошо известен, посещал Россию, публиковал ряд работ на русском языке и был избран почетным членом старейшего, созданного в 1805 г. Московского Общества испытателей природы. В 1859 г. после смерти А. Гумбольдта и К. Риттера в Германии был создан и активно действовал научный фонд “А. Гумбольдт – К. Риттер”, а после кончины А. Пенка в 1945 г. фонд стал именоваться “А. Гумбольдт – К. Риттер – А. Пенк”.

*Ключевые слова:* общая геоморфология, геоморфология гор, гидрология, климатология, ледниковый период, эпохи гюнц, миндель, рисс и вюрм

DOI: 10.31857/S0435428120040045

## ВВЕДЕНИЕ

Геоморфологическое наследие выдающегося австрийского и немецкого ученого Альбрехта Пенка (фото) очень велико и в основном посвящено глобальной геоморфологии, геоморфологии и оледенению гор, климатологии, гидрологии, составлению гипсометрических карт, но оно до сих пор недостаточно известно российским геоморфологам. Свои основные работы А. Пенк создал в последние двадцать лет XIX и первую четверть XX века.



Альбрехт Пенк — сын бизнесмена Эмиля Пенка (1829—1880) и его супруги Елизаветы Пенк (1833—1896). С 1885 по 1906 г. А. Пенк был профессором Венского университета, затем, с 1906 по 1927 г. — профессором Университета “Фридрих-Вильгельм” в Берлине. В 1886 г. А. Пенк женился на Иде Гангхофер (1863—1944), сестре Людвиг Гангхофера — известного баварского писателя. Их сын — Вальтер Пенк (1888—1923) — пошел по стопам отца, стал выдающимся геоморфологом, но прожил недолгую жизнь.

После смерти Фердинанда фон Рихтгофена Альбрехт Пенк в 1906—1927 гг. работал директором Географического института при университете “Фридрих-Вильгельм”. С 1928 г. преподавал в немецком университете Карла-Фердинанда в Праге. Действительный член Московского общества испытателей природы (с 1889 г.) и член Шведской Королевской академии наук (с 1906 г.). До 1918 г. он одновременно руководил институтом и музеем океанографии.

Альбрехт Пенк умер в Праге 7 марта 1945 г. В память о нем известный немецкий художник и скульптор Ральф Винклер взял псевдоним А.Р. Пенк (A.R. Penck).

#### НАУЧНАЯ ШКОЛА А. ПЕНКА

Круг научных интересов А. Пенка был весьма широким, и поэтому ему удалось поднять венскую школу физической географии на международный уровень. А. Пенк изучал проблемы оледенения и геоморфологии преимущественно в Альпах, проводил экспедиционные исследования в горах Испании, Северного Марокко, Канады, Австралии, Китая, Японии и в ряде других стран, изучал гидрографию Дуная, создал первую классификацию климатов. В 1909 г. вместе с Э. Брюкнером разработал концепцию древнего оледенения. Именно эти ученые предложили подразделять ледниковый период на эпохи: гюнц, миндель, рисс, вюрм. А. Пенк ввел в геоморфологию понятие о “верхнем уровне денудации” (1889), считая, что главными факторами, влияющими на высоту гор, являются: высота снеговой границы и высота границы леса. По его мнению, они определяют скорость денудации и, следовательно, в каждом климате определенную высоту верхнего уровня денудации. Впоследствии он отказался от этих представлений и в 1919 г. ввел понятие “вершинная поверхность”, отражающее факт постоянства уровня вершин без объяснения этого явления.

Главные научные труды А. Пенка: *Die Vergletscherung der Deutschen Alpen*, Lpz., 1882; *Morphologie der Erdoberfläche*, Bd 1–2, Stuttg., 1894; *Die Alpen im Eiszeitalter*, Bd 1–3, Lpz., 1909 (совместно с E. Brückner'ом); *Die Donau*, Wien, 1891.

Его ученики – сербский географ Йован Цвиич, японский географ Наомаса Ямазак, французский географ Эммануэль де Мартон, болгарский геоморфолог Жеко Радев и австрийский географ Фриц Махачек.

В честь А. Пенка Комитет по изучению четвертичного периода немецкоязычных стран за выдающиеся исследования и публикации в области изучения четвертичного геологического периода создал “Медаль Альбрехта Пенка” (*Albrecht-Penck-Medaille*).

### КРАТКИЙ ОБЗОР ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ТРУДОВ А. ПЕНКА ПО МАТЕРИАЛАМ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ

Разрозненные упоминания о трудах этого ученого встречаются в основном в работах нескольких отечественных ученых, из которых автору ближе и известней И.С. Шукин, Я.С. Эдельштейн, К.К. Марков, Н.И. Маккавеев и Н.А. Флоренсов. Я.С. Эдельштейн в своих “Основах геоморфологии” писал: “Геоморфология – молодая отрасль научного знания. До середины XIX столетия ученым чужда была идея закономерности развития форм земной поверхности, и, следовательно, не могло быть речи о возникновении науки, ставившей себе целью раскрытие законов, управляющих этими изменениями. Только после появления работ Оск. Пешеля о новых задачах сравнительной географии и в особенности после классических исследований американских географов и геологов (Пуэля, Гильберта, Дэвиса), *после блестящих обобщений и сводных работ Рихтгофена и Пенка (старшего)* (выделено нами – В.Ч.) можно говорить о зарождении новой науки – геоморфологии – в том смысле, как мы ее теперь понимаем” [1, с.]. Пенк старший – это Альбрехт Пенк, а его сын Вальтер Пенк – младший.

Во введении к своему замечательному труду “Очерки структурной геоморфологии” 1962 г. [2] выдающийся ученый – геолог и геоморфолог – Н.А. Флоренсов писал, что учился геоморфологии по трудам А. Пенка и И.С. Щукина. И.С. Щукин в каждом томе своей бессмертной трехтомной монографии – учебнике “Общая геоморфология” 1960, 1964 и 1974 г. [3] – упоминает работы А. Пенка. Например, в первой части первого тома, посвященной истории развития геоморфологических представлений на с. 126–171, он сообщает, что в 1894 г. появился классический двухтомный труд А. Пенка “Морфология земной поверхности”. И далее, что А. Пенк отдал дань времени, посвятив “в первом томе своей монографии ... довольно обширную главу о морфографии и морфометрии” [3, т. 1, с. 145]. Н.И. Маккавеев изучал труды А. Пенка и в своей фундаментальной монографии 1955 и 2003 г. в разделе “Опыты математической характеристики формы продольного профиля” [4, с. 211–216] отметил, что, кроме логарифмической кривой, для характеристики “профиля равновесия” нередко предлагались гипербола, парабола, а также выделенные А. Пенком циклоида и биномиальная кривые. Европейские ученики А. Пенка довольно редко ссылались на труды своего учителя, например, Фриц Махачек в своем двухтомном “Рельефе Земли” [5].

Наиболее детально рассмотрел основные направления геоморфологического наследия А. Пенка К.К. Марков [6]. В “Основных проблемах геоморфологии” 1948 г. он единственный высоко оценивал и неоднократно упоминал достижения А. Пенка по разным вопросам геоморфологии: “крупнейший зарубежный геоморфолог Альбрехт Пенк считал, что геоморфология – учение о “возникновении”, “прошлой истории” и происхождении форм земной поверхности” [6, с. 9]. И далее: “если мы откроем крупные сочинения по геоморфологии, то увидим, что авторы ограничиваются изучением определенной группы форм земной поверхности, а не всей совокупности. Это справедливо по отношению к тем авторам, которые понимают содержание геоморфологии наиболее широко. Так, например, А. Пенк, в своей “Морфологии земной поверхно-

сти”, сообщает ряд сведений (хотя и очень кратко) о форме Земли [6, с. 9, 10]. К.К. Марков продолжает: “Методическое развертывание топографических съемок исподволь подготовило материал для морфометрической их обработки, для развития морфометрии как отрасли знания, занимающей промежуточное положение между геоморфологией и науками геодезическими. И вот мы видим, что крупные геоморфологические сочинения обобщающего характера, появляющиеся на Западе преимущественно в десятилетие 1885–1895 гг., имеют в довольно существенной своей части морфометрический характер. Таково содержание всего второго тома “Морфологии земной поверхности” А. Пенка, вышедшей в свет в 1894 г. [6, с. 17].

К.К. Марков отмечал разницу в геоморфологическом анализе между американскими и европейскими учеными. “Замечательно, что умение читать по формам земной поверхности особенности геологических структур не получило в Европе того развития, как в США. В сочинениях А. Пенка, даже в его альпийской монографии 1909 г., обходится молчанием морфометрическое значение движений земной коры. Думается, что главной причиной этого “небрежения” является исключительная сложность альпийских структур, “патологический” характер европейской тектоники, как выразился Бубнов” [6, с. 18].

К.К. Марков писал, что наиболее высокого уровня развития достигла геоморфология за рубежом в последней четверти XIX века. Среди работ этого периода, несомненно, наибольшее значение имеет первый том “Морфологии земной поверхности” А. Пенка, посвященный генетической геоморфологии. Успехи геоморфологии этого времени были связаны с успехами геологии, прежде всего с появлением знаменитого труда Э. Зюсса “Лик Земли”, а также с публикацией первых статей В.М. Дэвиса. Учение В.М. Дэвиса имело плодотворное влияние на развитие геоморфологии. После него, по мнению К.К. Маркова, “еще только один раз сделано было усилие сказать новое слово в геоморфологии. Эта попытка принадлежит сыну А. Пенка – В. Пенку” [там же].

Говоря об особенностях развития европейской геоморфологии в конце XIX века, К.К. Марков отмечал: “Характерной фигурой являлся сам “Нестор зарубежной геоморфологии” А. Пенк. Кривая его творчества – это кривая подъема и падения теоретической геоморфологии за рубежом. Более пятидесяти лет тому назад (написано в 1948 г. – В. Ч.) А. Пенк опубликовал “Морфологию земной поверхности” и около сорока лет тому назад – трехтомное сочинение о ледниковом периоде в Альпах. Оба сочинения – вершины научного творчества А. Пенка. Они приходятся на то время, когда теоретическая геоморфология развивалась наиболее успешно за границей. Эта синхронность не нарушается и в дальнейшем. Творчество А. Пенка и его соратников не достигает уже уровня пройденных ранее высот [6, с. 19].

*Глобальная геоморфология.* Характерной чертой научного творчества А. Пенка был анализ общих вопросов формирования рельефа Земли, глобальной геоморфологии. Сравнивая материки и океаны, А. Пенк вначале ничего не говорит относительно их структурных, т.е. морфолого-генетических различий. Он упоминает лишь, что между ними наблюдаются большие противоположности в отношении частностей. Но ему уже известно, что “под поверхностью моря должны, без сомнения, предполагаться более тяжелые массы, чем под поверхностью континентов” [6, с. 62]. “Основные черты поверхности Земли находятся во внутренней зависимости от плотности находящейся под ней земной коры” [там же]. По мнению К.К. Маркова из этого правильного заключения А. Пенк делает неверный вывод о перманентности (постоянстве) материков и океанов, начиная с палеозоя.

*Морфотектоника плит.* А. Пенк был противником гипотезы крупных горизонтальных перемещений континентов. “Уже в 1920 г. имело место критическое обсуждение положений Вегенера, причем выступали против его взглядов такие крупные геоморфологи, как А. Пенк и его сын – В. Пенк. А. Пенк писал, что симатический слой не может быть пластичным. Иначе не было бы глубоких крутосклонных впадин Тихого океана, а

большие острова, как, например, Гавайи, погрузились бы в симу. Континенты надо уподоблять не льдинам, плавающим в воде, а айсбергам, вмержшим в молодой лед. Но если сима твердая, она должна сминаться в складки и образовывать хребты на дне океанов “вперед” материков, например, к западу от Америк, а этого нет” [6, с. 87, 88].

*Контракционная теория и теория колебательных движений.* В вопросе сравнения двух гипотез рельефообразования: контракционной теории и теории колебательных движений А. Пенк был сторонником последней. Согласно контракционной теории линейно вытянутые хребты приурочены к геосинклинальным областям и образуются в результате тангенциального давления, вызывающего складчатость. По теории колебательных движений различной формы поднятия и опускания земной поверхности приурочены как к геосинклинальным, так и платформенным областям и образуются в результате радиального поднятия и опускания внутренних масс – магмы. Сторонниками теории колебательных движений, по мнению К.К. Маркова, являются наиболее авторитетные и наиболее многочисленные ученые, к которым относится и А. Пенк.

*Денудационные поверхности континентов.* А. Пенк и В.М. Дэвис в 1889 г. создали представление о денудационном уровне – денудационной поверхности и пенеппене, или остаточных поверхностях. А. Пенк дал им название волнистых равнин, а В.М. Дэвис назвал их пенеппенами. В 1895 г. А. Пенк и Ф. Рихтгофен стали их называть остаточными поверхностями. В.М. Дэвис, изучая рельеф высоких выровненных пространств, признал, что они испытали поднятие, и предложил новый термин для их обозначения – поднятые пенеппены.

*Вершинная поверхность горных сооружений.* Заслуживают внимания представления А. Пенка о вершинной поверхности гор. Это понятие было введено ученым в 1919 г., оно отражает то же явление, что и его “верхний денудационный уровень”, но ничего не говорит о его генезисе. Вершинную поверхность гор он рассматривает как прямое отражение в ее рельефе вертикальных движений земной коры.

“В 1889 г. А. Пенк ввел понятие о верхнем денудационном уровне. Это обобщение сделано им на основании замечательного и широко распространенного явления – постоянства уровня высоких горных вершин, которое так часто бросается в глаза исследователям гор”. То есть, чем быстрее происходит поднятие, тем быстрее идет разрушение их вершин. Это дало основание А. Пенку утверждать, что через высшие точки гор можно провести “вокруг всей Земли абсолютный верхний денудационный уровень, выше которого не может вырасти ни одна вершина” [7, с. 367]. В 1894 г. А. Пенк оценивал роль различных факторов, определяющих высоту гор, и пришел к выводу, что главные из них – это высота снеговой границы и высота границы лесной растительности. Во втором томе его главной монографии 1894 г. на с. 333 помещена таблица, на которой сходство изменений высоты гор, снеговой границы и высоты верхней границы леса “проступает довольно явственно” [7, с. 218]. К.К. Марков выступил с критикой этих положений А. Пенка. Он писал, что “соотношения между высотой гор, высотой снеговой границы и распространением древесной растительности в самой обширной высокогорной области мира (Тибете – В.Ч.) обратны тем, которые указывались Пенком...; общая орографическая картина мира не имеет ничего общего с положением предполагаемого абсолютного верхнего базиса денудации” [там же, с. 220].

Более подробно рассмотрел представления А. Пенка о вершинной поверхности гор Я.С. Эдельштейн. Наблюдения многих геоморфологов и геологов показывают, что в рельефе даже сильно расчлененных горных стран встречающиеся там в изобилии пики и аналогичные формы часто располагаются приблизительно на одном уровне, “воображаемая поверхность, проведенная через высшие точки таких гор, в общем, располагается более или менее параллельно плоскости горизонта; ее поэтому называют *вершинным уровнем* или *верхним денудационным уровнем*...” [1, с. 220]. Представление о верхнем денудационном уровне А. Пенк противопоставлял нижнему денудационному уровню, в который он вкладывал тот смысл, какой теперь вкладывается в термин “ба-

зис эрозии” [там же]. Общеизвестно, что горные вершины Земли нигде не поднимаются выше 8, почти 9 тыс. м. При этом необходимо отметить, что в горных странах верхний уровень располагается на разных высотах и даже в пределах одной и той же горной цепи в разных ее частях для отдельных (довольно близких между собой) групп горных вершин можно провести уровни на разной высоте. Причины этого явления пробовали найти в изостатической компенсации земной коры, при которой горные массивы поднимаются, как бы всплывая над земной поверхностью до определенной высоты. Но оставалось непонятным, почему горы Земли не возвышаются выше 8–9 тыс. м. А. Пенк дал этому явлению более правильное объяснение, предложил считать, что возникновение вершинного уровня происходит полностью за счет особых условий эрозии и физического выветривания, господствующих в высокогорных областях. Чем выше в атмосферу поднимается какая-нибудь точка литосферы, тем большим колебаниям температур она подвергается, тем сильнее воздействуют на нее воздушные течения и тем легче сносятся вниз продукты ее разрушения. Таким образом, скорость распада под влиянием атмосферных агентов любой горной вершины представляет функцию ее абсолютной и относительной высоты. “Поэтому при прочих равных условиях более высокие горные вершины, снижаясь быстрее, чем более низкие, будут как бы стремиться приблизиться по высоте к последним. В результате и выработается в данной области некоторый общий для близкой группы вершин уровень” [1, с. 221]. В различных климатических условиях вершинные уровни должны занимать и занимают разное гипсометрическое положение. Доказана и понятна зависимость высоты положения верхнего денудационного уровня от высоты снеговой границы: чем ближе к полюсам, тем ниже они будут располагаться.

К.К. Марков не менее детально рассмотрел представления А. Пенка, В.М. Дэвиса и А. Гейма по рассматриваемому вопросу и пришел к неутешительному выводу: “...ясное, но неверное представление абсолютного верхнего денудационного уровня сменилось... неясным представлением о вершинной поверхности” [6, с. 226]. К.К. Марков признавал вершинную поверхность “как явление действительно и реально существующее” и считал, что “мы пока не в состоянии использовать наблюдения над вершинной поверхностью в целях изучения колебаний земной коры” [6, с. 227].

*Аккумулятивные и денудационные равнины, денудационный срез и коррелятивные отложения.* А. Пенк выразительно определил особенности двух категорий форм рельефа: “у аккумулятивных форм топографическая и геологическая поверхности совпадают, у скульптурных форм топографическая поверхность лежит ниже геологической (т.е. срезает последнюю). Срезанные и снесенные процессами денудации толщи коренных пород образуют толщи так называемых *коррелятивных отложений*” [6, с. 189]. В связи с этим Я.С. Эдельштейн пишет, что весьма интересен вопрос о том, что “преобладание в ландшафте тех или иных форм рельефа, кроме общих климатических условий, определяется также и превышением верхнего денудационного уровня над базисом эрозии (над пенковским *нижним денудационным уровнем*), так как интенсивность эрозионных и денудационных процессов определяется в значительной мере именно этой величиной (энергией рельефа)” [1, с. 222].

В 1930 г. А. Пенку удалось подсчитать, что денудационные процессы понижают земную поверхность, в среднем, на величину, равную 8 см за тысячу лет. В результате этого современный земной рельеф мог бы быть выровнен в течение 13 млн. лет, т.е. за отрезок времени, начиная с олигоцена до наших дней. То есть, иначе говоря, сумма современного рельефа, созданного колебательными движениями альпийского орогенеза, более или менее эквивалентна сумме рельефа, денудированного за тот же период времени. “Оба процесса — эндогенный и экзогенный (денудационный) — количественно не уравнивают друг друга, но представляют величины одного порядка” [6, с. 125].

*Представления А. Пенка по проблеме эрозии рек.* Весьма интересными, прогрессивными для эпохи конца XIX века были представления А. Пенка об эрозии рек. В 1889 г. А. Пенк писал: “В последние годы вновь укрепился взгляд, что долины рек являются созданием текучей воды. В то время, как большое число геологов находилось в плену теории разрывов и трещин, это воззрение выдвинули гидротехники и множество плодотворных наблюдений об эрозионном воздействии воды изложено в технических журналах” [7, с. 91].

“Уровень равновесия реки не отвечает конечной эрозионной кривой, она не есть эрозионная терминанта. Последняя достигнута лишь тогда, когда сила воды стала столь незначительна, что она уже не в состоянии проводить корродирующую или транспортирующую деятельность” [там же, с. 94]. Энергия водной массы реки затрачивается в основном на преодоление трения, которое “особенно велико, поглощая почти всю энергию рек с падением менее 4% (4 м на 1 км)” [6, с. 168]. Отсюда следует, что “если река глубиной в 1 м вытекает из Центральной Азии к ближайшей точке берега, то она должна была бы понизиться на 10 000 м на протяжении своего течения, длиной в 2500 км, чтобы иметь возможность производить заметную эрозию... В действительности же эродируют реки с гораздо меньшим падением профиля, хотя она (эрозия) происходит лишь в отдельных точках. Но и их профиль — не эрозионная терминанта. Последняя достигается лишь при таком уменьшении падения, когда река перестает транспортировать даже тончайший материал. Но ведь это значит говорить о падении всего в 15–10 м и даже менее. Следовательно реки, если только они работают достаточно долго, могут размыть внутреннюю часть материка почти до уровня моря” [7, с. 97]. К.К. Марков писал, что А. Пенк показал, как реки служат местными базисами для денудации, которая осуществляется мелкими потоками, с минимальным падением, и вся страна, достигшая эрозионного предела, “в общем и целом... будет казаться выровненной, с колебанием высот всего до 50 м над ур. м”. А. Пенк сформулировал эту мысль особенно четко в своей “Морфологии земной поверхности”: “Если достигнуто нормальное падение, то это ни в какой степени не означает остановки в деятельности реки, т.е. эрозия продолжается до образования кривой с совсем минимальным падением и эту кривую следует называть конечной целью речной деятельности” [7, т. 1, с. 327–328].

В фундаментальном труде А. Пенка 1894 г. содержатся важные соображения о влиянии колебаний базиса эрозии на развитие горно-долинного рельефа. А. Пенк считал, что вариации амплитуды и темпов колебания базисов эрозии могут существенно влиять как на общую эволюцию долинного рельефа, так и приводить к другим геоморфологическим результатам, “иногда совершенно изменяя ход так называемого нормального цикла эрозии, что предвидел и отмечал в своих работах уже Д э в и с. Более подробным дедуктивным анализом хода этих явлений мы обязаны А. Пенку” [1, с. 223]. А. Пенк рассматривал три случая: 1. Углубление долин вследствие понижения базиса эрозии и сопутствующее ему понижение междуречных высот денудацией идут одинаковым темпом. При этом относительные высоты на протяжении действия этого процесса будут сохраняться приблизительно в одних и тех же размерах и общий облик рельефа будет оставаться практически постоянным. 2. Когда поднятие горной страны или понижение базиса эрозии происходит с такой скоростью, что денудация не успевает понижать рельеф междуречий, долины будут приобретать вид ущелий или глубоко врезанных ложбин. Крутизна склонов и глубина расчленения возрастают. “Если при этом исходный рельеф был среднегорный, с течением времени он утратит свои мягкие очертания и приобретет острые, зубчатые формы” [1, с. 224], т.е. станет высокогорным. 3. Если поднятие совершается медленнее, чем происходит снос денудационными агентами междуречных пространств, долины будут расширяться путем развития боковой эрозии, рельеф будет в целом снижаться, верхний денудационный уровень будет приближаться к нижнему. Тогда формы будут становиться все более

плавными и мягкими, и изначальный высокогорный рельеф будет постепенно превращаться в плавный среднегорный. На основании собственных наблюдений Я.С. Эдельштейн показал, что средне- и высокогорный рельеф не представляют “чего-то устойчивого, а являются лишь этапами в развитии морфологии одной и той же горной страны... Термины “юный” и “зрелый” можно применять к высокогорному и среднегорному ландшафтам лишь в том случае, если мы условимся связывать с ними представления не о хронологической последовательности стадий эволюции, а исключительно о большей или меньшей энергии процессов эволюции рельефа” [там же].

*Происхождение изменений уровня Мирового океана.* Значительный интерес представляет мнение А. Пенка о происхождении изменений уровня океанов. “Гидрократические колебания уровня могут происходить по ряду причин. А. Пенк не так давно пытался исследовать эти причины. Гидрократические изменения уровня могут иметь место вследствие изменения уровня воды в океане, и вообще в водоеме, и вследствие изменения формы геоида и сфероида” [6, с. 130].

А. Пенк сделал ориентировочный расчет: объем Мирового океана составляет  $1370 \text{ км}^3$ , а вместе с водами суши — до  $1600 \text{ км}^3$ . Возраст океана в середине XX века можно было принять равным 1600 млн лет. Если представить, что вся океаническая вода магматического происхождения, тогда в течение каждого миллиона лет магма выделяла  $1 \text{ км}^3$  воды. При распределении указанного объема на поверхность Мирового океана получается поднятие его уровня со скоростью в 2.8 мм за тысячу лет.

*Причины динамики уровня Мирового океана.* А. Пенк подсчитал, что приращение массы литосферы за счет образования ледникового покрова в состоянии вызвать изменение уровня океана у края ледниковой шапки амплитудой всего в 4 м.

Весьма прогрессивными для времени исследований А. Пенка были его воззрения о связи поднятий с колебаниями уровня океана, в том числе, его расчеты “высоты границы *твердого и жидкого* уровня с высотами +250 м, ниже которого суша денудироваться не может” [6, с. 136]. Из расчетов А. Пенка следует, что трансгрессия моря, вызванная заполнением осадками океанов, не может объяснить образования высоких береговых линий выше 250 м. Кроме этого, скорость трансгрессивной волны по А. Пенку очень мала и соответствует подъему уровня океана на 8 см за 1000 лет. Полученные позже данные доказали случаи образования береговых линий со скоростями 30 м за 1000 лет. К.К. Марков пришел к выводу о том, что величины А. Пенка преувеличены “раза в два—три”, так как “механизм эвстатической трансгрессии” другой. Он состоит в колебательных движениях, именно они “воздействуют на уровень океана, уменьшая или увеличивая емкость океанических впадин” [6, с. 137].

*Расчеты А. Пенка частных движений земной коры и их отражений на уровне океанической оболочки:* 1) если закрыть все глубокие впадины океанического дна с глубиной более 6000 м на площади 4.4 млн  $\text{км}^2$ , уровень океана поднимется на 80 м; 2) поднятие атлантического вала должно было вызвать повышение уровня Мирового океана на 42 м; 3) провал дна Средиземного моря отразился на понижении уровня Мирового океана на 12 м, провал Красного моря — на 0.6 м; 4) образование впадин у островов Японского моря во время японского землетрясения 1923 г. способно было понизить уровень Мирового океана на 0.09 м. Полученные А. Пенком данные о скоростях колебаний уровня Мирового океана внесли свой вклад в вывод К.К. Маркова о том, что “действительные или гидрократические колебания уровня водной оболочки происходили и происходят. Механизм гидрократических движений различный. Наиболее мощными являются геократические изменения уровня, вызванные колебательными движениями твердого океанического дна. Они способны дать океаническую волну во многие сотни метров по вертикали... поверхность земного шара колеблется, море следует за ней” [6, с. 141].

*Перманентность материков и океанов.* Весьма интересны взгляды А. Пенка о перманентности материков и океанов. К.К. Марков отмечал, что С. Бубнов правильно считал, что в вопросе о перманентности материков и океанов имеет место путаница двух понятий: постоянства распределения в очертаниях *жидкой* оболочки Земли и постоянства положения высоких (материковых) и низких (океанических) участков *твердой* оболочки Земли... смешиваются проблемы физико-географическая и геоморфологическая. Если же ограничивать ее рамками геоморфологии, то речь должна идти о постоянстве или о непостоянстве высоких и низких частей земной коры, материковых и океанических. “Таким образом, намечаются различные направления споров. Выразителями различных точек зрения можно считать А. Пенка, Э. Зюсса, В. Виллиса, Х. Шухерта, Дж. Дэна” [6, с. 141].

А. Пенк был приверженцем теории перманентности и считал, что море всегда было глубоким: ведь даже если срезать всю сушу и засыпать все впадины океанов, глубина его будет не меньше 2640 м. Даже, если считать, что вначале своей геологической жизни Земля была больше на 10%, все-таки средняя глубина океанов не была и тогда меньше 1800 м. Другое доказательство перманентности в том, что наземная жизнь, начиная с палеозоя (или ранее), развивается *непрерывно*. Значит, суша была всегда, хотя ее местоположение могло изменяться. Это положение А. Пенка, по мнению К.К. Маркова, можно назвать относительным пониманием перманентности материков и океанов. Э. Зюсс возражал против принципа постоянного сохранения океаном больших глубин. Б. Виллис, исходя главным образом из соображений А. Пенка, считал, что емкость океанов настолько превосходит объем континентов, что между ними не может быть взаимной компенсации. Б. Виллис говорил, что великие океанические бассейны являются постоянной особенностью поверхности Земли, и они существовали там же, где находятся теперь, с незначительными изменениями очертаний, с тех пор, как воды впервые возникли. Представления Б. Виллиса, по словам К.К. Маркова, есть крайнее, *абсолютное* понимание перманентности.

*Работы А. Пенка на русском языке.* А. Пенк опубликовал ряд работ в России: в 1893 г. о составлении и издании карт земной поверхности [8], в 1897 г. о формах гор [9] и в 1905 г. о происхождении больших альпийских озер [10].

В первой работе А. Пенк тщательно обосновал выбор масштаба карт для всех континентов Земли (1 000 000), проекцию, содержание и число (880) листов, а также рассмотрел все вопросы издания карт, включая объяснительный текст и алфавитный указатель; подсчитал стоимость издания всех листов и текста к ним. Это вопрос был поднят, рассмотрен им на заседаниях V географического Конгресса в Берне в 1891 г., получил поддержку мирового сообщества географов, и отдельные европейские страны – Германия и Франция – приступили к реализации его предложений [8].

Совершенно другой по научной значимости является работа А. Пенка о формах гор [9]. В сущности, это рассказ об основных вопросах морфологии и происхождения горных сооружений, рассказ, сделанный в популярной форме без ссылок и списка использованной литературы.

Наконец, статья о больших альпийских озерах [10] снова корректно повествует о смешанном происхождении глубоких ледниковых озер высокогорий Альп, их характерных ригелях и о роли быстрых и мощных водных потоках, возникающих при быстром стаивании узловых водораздельных ледников.

Проведя анализ научного наследия А. Пенка, К.К. Марков пришел к выводу: “Альбрехт Пенк – крупнейший геоморфолог, оставивший после себя богатое научное наследие, не создал также (как и Э. Мартонн и О. Мауль – В. Ч.) общей теории геоморфологии” [6, с. 302]. В то же время К.К. Марков развил отдельные направления монографии А. Пенка, начиная с первого раздела о форме Земли.

Из приведенных выше данных можно судить о том, что геоморфологические труды Альбрехта Пенка отличаются поразительным разнообразием, характеризуются тща-

тельным комплексным геоморфологическим анализом и множеством новых, прогрессивных во время проведения им исследований мнений, идей и концепций. Это был известный всему мировому сообществу геоморфологов ученый и организатор науки. Его особенно высоко ценили в Германии. В 1859 г. после смерти А. Гумбольдта и К. Риттера в Германии был создан и активно действовал научный фонд “А. Гумбольдт – К. Риттер”, а после кончины А. Пенка в 1945 г. фонд стал именоваться “А. Гумбольдт – К. Риттер – А. Пенк”.

По моему мнению, не меньшим значением научного творчества А. Пенка было воспитание им сына и формирование его как яркого, самобытного и талантливого геоморфолога.

К сожалению, пока не издан русский перевод трудов выдающегося европейского геоморфолога – Альбрехта Пенка, и содержащиеся в предлагаемой статье данные являются попыткой привлечения внимания геоморфологической общественности к изучению научного наследия талантливого европейского ученого, но по неизвестным и непонятным мне причинам забытого в нашей стране. Полученные им геоморфологические данные заслуживают доброго отношения и могут быть рекомендованы геоморфологам нашего Отечества для ознакомления и изучения.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках темы Государственного задания ИГ РАН № 0148-2019-0005.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Эдельштейн Я.С.* Основы геоморфологии. 2-е изд. М.–Л.: Гос. изд-во геол. лит-ры Мин. геологии СССР, 1947. 399 с.
2. *Флоренсов Н.А.* Очерки структурной геоморфологии. М.: Наука, 1962. 237 с.
3. *Шукин И.С.* Общая геоморфология. Т. 1. М.: Изд-во МГУ, 1960. 615 с.; Т. 2. 1964. 562 с.; Т. 3. 1974. 380 с.
4. *Маккавеев Н.И.* Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 353 с.
5. *Махачек Ф.* Рельеф Земли. Опыт регионального морфологического описания Земли. М.: Изд-во ИЛ, 1959. Т. 1. 622 с.; Т. 2. 703 с.
6. *Марков К.К.* Основные проблемы геоморфологии. М.: ОГИЗ, Гос. изд-во геогр. лит-ры, 1948. 343 с.
7. *Penk A.* Morphologie der Erdoberfläche, Bd 1-2, Stuttg., 1894. Bd. 1.464 s. Bd.2.696 s.
8. *Пенк А.* О составлении и издании карт всей земной поверхности в масштабе 1:1000000 // Изв. ИРГО. 1893. Т. 29. Вып. 3. С. 109–141.
9. *Пенк А.* О формах гор // Землеведение. 1897. Т. 3–4. С. 188–198.
10. *Пенк А.* Большие альпийские озера // Естественное и география. Научно-популярный педагогический журнал. 1905. № 10. С. 75–83.

#### Prominent foreign geomorphologist Albrecht Penck (1858–1945)

V. P. Chichagov<sup>a, #</sup>

<sup>a</sup>*Institute of Geography RAS, Moscow, Russia*

<sup>#</sup>*E-mail: chichagov@mail.ru*

The vast geomorphological heritage of the outstanding German scientist Albrecht Penck mainly related to general geomorphology, the geomorphology of mountains, climatology, hydrology and hypsometric maps, has so far been insufficiently known by Soviet/Russian geomorphologists. His fundamental studies are related to the last twenty years of the 19<sup>th</sup> and the first quarter of the 20<sup>th</sup> century. He was engaged in fieldwork in Europe—mainly in the Alps and the Danube basin, the mountains of Spain, North Morocco, and also in Canada, Australia, China, Japan and some other countries, and created the first classification of climates. Together with Eduard Bruckner, he was co-author of a concept of ancient glaciation; they were the first to identify the four ice ages of the European Pleistocene (Gunz,

Mindel, Riss, Würm). Albrecht Penck enriched geomorphology with the concept of “summit level of denudation”. He was convinced that the heights of the snow- and forest-line were responsible for mountain heights, the rate of denudation and therefore, determine the height of the summit level of denudation (*gipfelflur*) for each climate. Later, he moved away from these ideas and introduced the term “summit surface” pointing to the constant elevation of the summit levels without explaining the phenomenon per se. Academician Konstantin Markov spoke of Albrecht Penck as one of the prominent geomorphologists with rich scientific heritage and as “Nestor the Chronicler of foreign geomorphology”. For a long time Penck was a Director of the Institute and Museum of Oceanography in Berlin and a member of the Royal Swedish Academy of Sciences. He was well-known in the academic circles of Russia, some of his works were published in Russian; he regularly visited Russia and was elected honorary member of the Moscow Society of Naturalists, Russia’s oldest society of nature explorers set up in 1805. In 1859, von Humboldt-Ritter Stiftung (the Humboldt-Ritter Foundation) was set up in Germany and actively functioned after their deaths. After Penck’s death died in 1945 the foundation was transformed to Humboldt-Ritter-Penck Foundation, and has been active up to now days.

*Keywords:* general geomorphology, the geomorphology of mountains, hydrology, climatology, the Ice Age, Gunz, Mindel, Riss, Würm

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Funding the study was performed within the framework of the state-ordered research theme of the Institute of Geography RAS No. 0148-2019-0005.

#### REFERENCES

1. Edelstein Y.S. *Osnovy geomorfologii* (Basics of Geomorphology). 2<sup>nd</sup> edition. Moscow–Leningrad: State Publishing House of Geological Literature, Ministry of Geology of the USSR (Publ.), 1947. 399 p.
2. Florensov N.A. *Ocherki strukturnoy geomorfologii* (Essays on Structural Geomorphology). M.: Nauka (Publ.), 1962. 237 c.
3. Shchukin I.S. *Obshchaya geomorfologiya* (General Geomorphology). M.: Izd-vo MGU (Publ.), Vol. 1. 1960. 615 p.; Vol. 2. 1964. 562 p.; Vol. 3. 1974. 380 p.
4. Makkaveev N.I. *Ruslo reki i eroziya v ee bassejne* (A River Channel and Watershed Erosion). M.: Izd-vo AN SSSR (Publ.), 1955. 353 p.
5. Makhachek F. *Rel'yef Zemli. Opyt regional'nogo morfologicheskogo opisaniya Zemli* (Earth’s Landforms. Attempts of Making a Regional Morphology Description of the Earth’s Surface). Moscow: Izd-vo IL (Publ.), 1959. Vol. 1. 622 p.; Vol. 2. 703 p.
6. Markov K.K. *Osnovnye problemy geomorfologii* (The Main Problems of the Geomorphology). M.: OGIz, State Publishing House of Geographic Literature (Publ.), 1948. 343 p.
7. Penck A. *Morphologie der Erdoberfläche*, Bd 1–2, Stuttg., 1894. Bd. 1.464 s.; Bd. 2. 696 s.
8. Penck A. O sostavlenii i izdanii kart vsej zemnoy poverkhnosti v masshtabe 1:1000000. On Making and Publishing Maps of Terrestrial Surface in Scale 1: 1000000. *Izv. IRGO*. 1983. Vol. 9. Issue 3. P. 109–141. (in Russ.)
9. Penck A. About mountain shapes. *Zemlevedenie*. 1897. Vol. 3–4. P. 188–198. (in Russ.)
10. Penck A. The large Alpine Lakes. *Estestvoznaniye i geografia. Nauchno-populiarny pedagogicheskij zhurnal*. 1905. No. 10. P. 75–83. (in Russ.)