

УДК 551.311.2+552.143 (282.252.2)

Б.Н. Лузгин, Г.Я. Барышников

**Денудационно-аккумулятивные факторы  
деятельности реки Хуанхэ**

Хуанхэ привлекает к себе внимание исследователей не только тем, что входит в первую двадцатку рек мира по площади речного бассейна (752 433 км<sup>2</sup>), являясь одной из наиболее крупных рек Юго-Восточной Азии (протяженность ее 5 464 км), но плавным образом тем, что это крупнейший транспортер огромного количества взвешенного механического материала.

Д.В. Наливкин [1] считал, что по количеству приносимого за год материала (505 млн т) Хуанхэ занимает 1-е место среди рек мира. Как утверждает Н.М. Страхов [2], по объему твердого стока она занимает 5–6-е место в мире после Ганга, Амазонки, Тигра и Ефрата, Меконга и, отчасти, Миссисипи. Но если оценивать эту взвешенную массу в абсолютных величинах на единицу суммарного водного стока рек, как это было выполнено нами по данным Н.М. Страхова [2], то Хуанхэ по этому показателю (5 кг/м<sup>3</sup>) уступает лишь Колорадо (табл.). А если использовать аналитические данные по взвесям в нижней части реки (25,5–36,8 кг/м<sup>3</sup>), приводимые Рен Мей-И [3], то, несомненно, Хуанхэ самая «твердосточная» река в мире. Это подтверждается и наличием у нее самой крупной дельты, площадь аэральная часть которой, по уточненным данным Г.Э. Рейника и И.Б. Сингха [4], составляет 127 тыс. км<sup>2</sup>. Только выдвинутая современная дельта Хуанхэ, нарощенная в залив Бохай с 1855 г., имеет площадь около 3 тыс. км<sup>2</sup> [5]. Скорость продвижения дельты в море составляет в среднем 350 м в год, однако «непревзойденная» максимальная фиксированная скорость достигала 1–1,5 км [6], а по устным сведениям китайских исследователей (Институт географии Академии наук провинции Хэнань), чуть ли не до 3 000 м (!).

Отсюда следует, что любой анализ аккумулятивной деятельности рек вообще должен обязательно учитывать принципиальные особенности осадконакопления в сравнении с Хуанхэ. Тем более, что это самая «твердосплавная» река в наиболее интенсивно денудируемом регионе мира [2].

Условно, по характерным геоморфологическим особенностям, в бассейне Хуанхэ достаточно четко выделяются три участка: верхнее, среднее и нижнее течения реки.

Для обстановки верхнего течения (протяженностью свыше 2 000 км) характерны резкие локте- и коленообразные изгибы широтной направ-

ленности при общей северо-восточной ориентировке самого бассейна (рис. 1). К подобной ситуации принадлежит более 30% площади этой части бассейна. Для поперечных профилей долины реки характерными являются каньонообразные формы (рис. 2). Аккумуляционного речного материала здесь практически нет или он минимален.

Ситуация в среднем течении реки (длиной более 2 400–2 500 км) определяется преобладающей ролью встречно ориентированных в субмеридиональном направлении отрезков долины главной водной артерии бассейна (северной на западе и южной на востоке). Этой позиции отвечает около 65% всей площади бассейна, исключая изолированную область внутреннего стока (около 6%) на севере. Поперечные профили долины реки преимущественно ящикообразные, террасированные. Аккумулятивные наносы достаточно обильные.

Для обоих из указанных участков бассейна характерен решетчатый рисунок основных водотоков, несомненно, определяемый сетчатой разломной тектоникой фундамента.

Весьма своеобразна ситуация в бассейне нижнего течения Хуанхэ, протяженностью свыше 700 км, представляющая собой узкое равнинное горло (4,2% по площади) в общем огромного водосборного бассейна этой великой реки. Поперечный профиль долины в основном лоткообразный. Аккумулятивный материал наиболее значителен.

Разумеется, это лишь схема, поскольку для такой крупной и мощной реки как Хуанхэ характерна неоднократная смена по течению различных геоморфологических ситуаций, с чередованием

Удельные содержания механических взвесей в наиболее «твердосточных» реках мира

Название реки	Водный сток, км <sup>3</sup>	Твердый сток, млн т	Отношение твердого стока к водному, кг/м <sup>3</sup>
Колорадо	20,3	160	7,88
Хуанхэ	126	630	5,00
Тигр и Ефрат	210	725–1000	4,11
Меконг	387	1000	2,58
Терек	11	26	2,40
Инд	175	400	2,29
Ганг	960	1800	1,88
Оранжевая	91	153	1,68
Нил	70	88	1,26
Миссисипи	590	500–750	1,06

горных и равнинных ландшафтов, с участками антецендентных пересечений горных массивов, когда разветвленные речные участки сменяются участками единых русловых потоков. Последний антецендентный участок долины отвечает выходу реки на обширную Великую Китайскую равнину.

Низовья Хуанхэ парадоксальны позицией долины реки, которая по сути является водораздельной зоной между бассейнами ближайших северо-западной и юго-восточной экспозиций. Истоки этих рек находятся на придолинной равнине поблизости от Хуанхэ. Если до выхода на равнину эта река представляла собой естественную водоконцентрирующую бассейновую артерию, то на Восточно-Китайской равнине ее функции преобразовались практически на противоположные. И река за счет мощного придолинного инфильтрационного потока сопровождения расходует воду на истоки целого ряда расходящихся от нее водотоков. Последним крупным правосторонним притоком Хуанхэ на западе равнины является Илохэ, а левосторонним – Чинхэ.

Вероятно, определенную роль в этом отношении играют естественные (и искусственные) береговые валы, в связи с чем река несет свои воды на 6–12 м выше уровня окружающей ее равнины. В зоне перехода от водосборной к водораспределительной части реки береговые валы могут, вероятно, служить и геоморфологическим барьером, обуславливающим развороты некоторых рек от направленных к Хуанхэ к отраженным, как это наблюдается, в частности, в верхнем течении Инхэ, где система истоков, берущих начало у гор Сонгшан, меняет свое направление с северо-восточно-

го на юго-восточное, образуя широкий дугообразный изгиб вблизи прирусловой части долины Хуанхэ.

Если до «зеркальной» позиции Хуанхэ является преемницей бассейнов ее притоков с древоподобным, перистым и радиально-центростремительным типами речной сети, то в открытой равнинной части эта река разделяет два разнонаправленных потока параллельной речной сети: северо-восточный, несущий свои воды в залив Бохай, и юго-восточный – по направлению к приустьевой части Янцзы. Причем, если до этой переходной позиции отмечается схождение притоков к Хуанхэ, преимущественно под более или менее острыми углами, то ниже по течению наблюдается отраженно симметричная картина расхождения притоков смежных бассейнов преимущественно под острыми же углами по отношению к руслу-долине основной реки (рис. 3). Характер водоразделения потоков в этом случае имеет типичную для дельт веерную направленность, только началом рассредоточения речных вод служит область выхода реки из гор на равнину, а роль общей дельтовой площади выполняет по сути дела вся Великая Китайская равнина.

Это напоминает процесс образования аллювиальных конусов выноса при сносе горными потоками наносов у основания горы, там, где крутой склон реки резко переходит в более пологий, только масштабы этих ситуаций различны. Но принципы появления подобных обстановок, вероятно, однотипны.

В чем же заключены причины подобной бассейновой ситуации Хуанхэ?

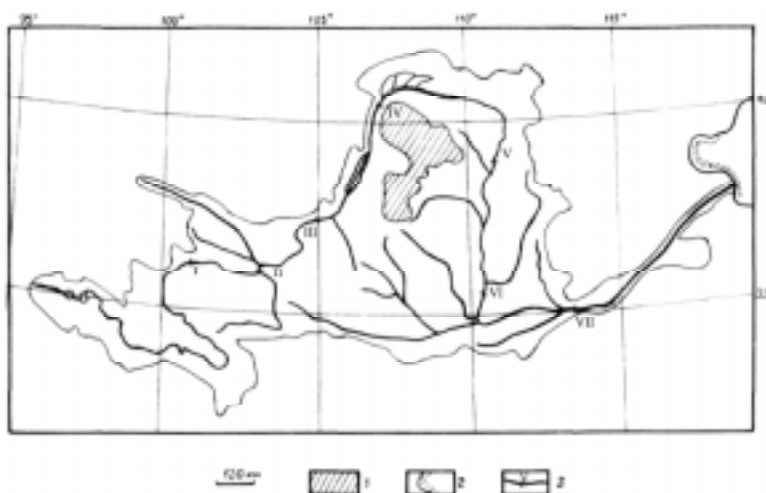


Рис. 1. Бассейн Хуанхэ ([7], с частичным дополнением [6]): 1 – внутриводораздельная область; 2 – шельфовый шлейф механических взвесей Хуанхэ; 3 – положение геоморфологических профилей через долину Хуанхэ (римскими цифрами обозначены поперечные профили реки)

Обычно считается, что естественные прирусловые валы образуются отложением осадков в периоды, когда паводковые воды потоков выходят из берегов основного русла реки. При этом снижается скорость течения, что и вызывает отложение массы взвешенного материала около русла. Максимальная высота естественных прирусловых валов соответствует уровню, достигнутому водой во время наиболее высоких паводков [4]. На наш взгляд, в механизме формирования прирусловых валов Хуанхэ как в одном из решающих факторов следует учитывать их повышенную инфильтрационную проницаемость, что способствует «процеживанию» речных вод с оставлением тонкого взмученного материала на внутренней стороне прирусловых аккумуляционных по-

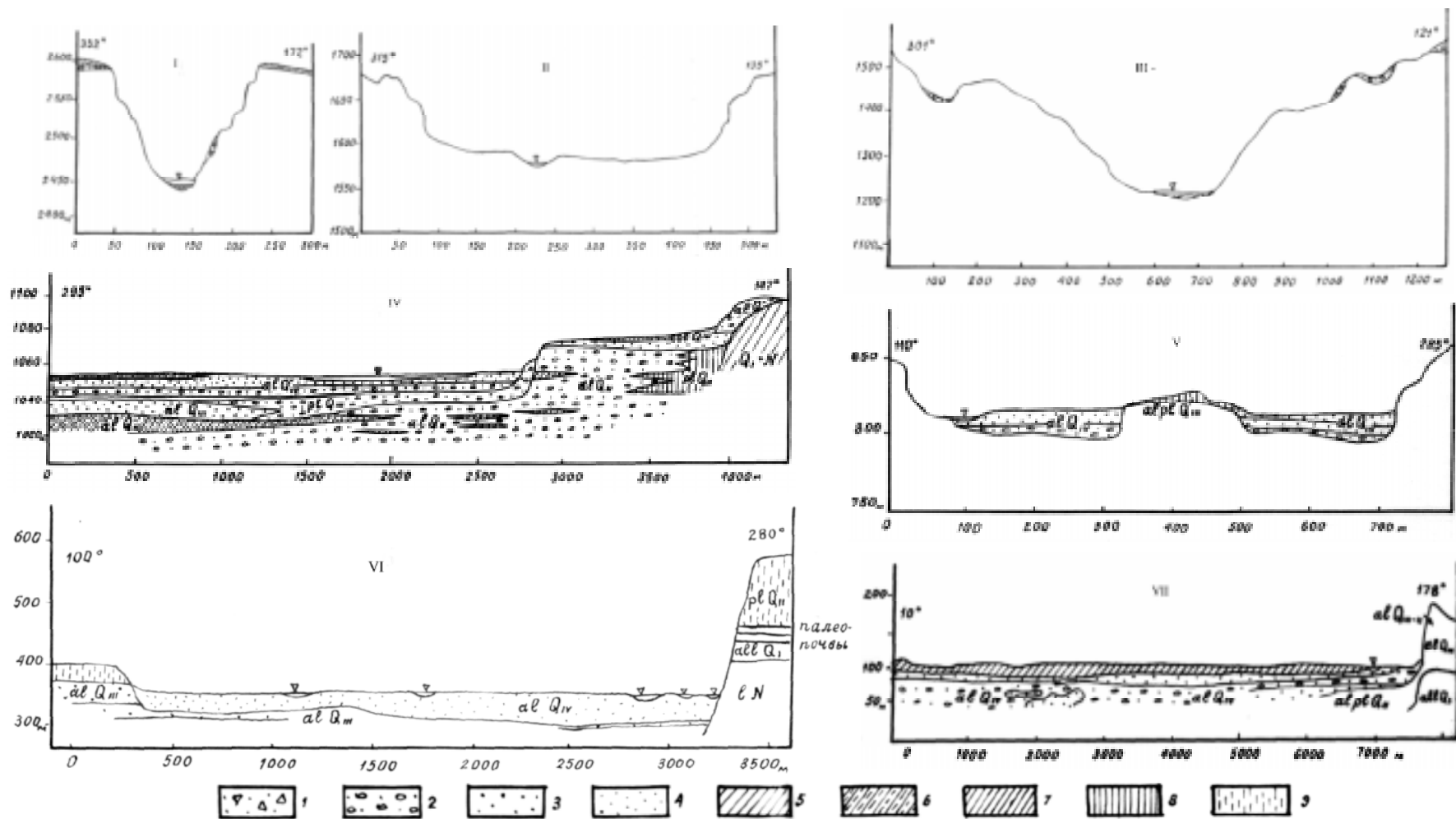


Рис. 2. Поперечные профили долины Хуанхэ (I-VII). Терригенные отложения рыхлого чехла: голоценовые ( $Q_{IV}$ ), верхнеплейстоценовые ( $Q_{III}$ ), средне-верхнеплейстоценовые ( $Q_{III-II}$ ), нижнеплейстоценовые ( $Q_I$ ), неоген-нижнеплейстоценовые ( $Q_I+N$ ), неогеновые (N). Генетические типы отложений: al - аллювиальные; all - аллювиально-лимнические; alpl - аллювиально-плювиальные; l - лимнические; pl - плювиальные; eol - золотые. Литологические типы отложений: 1 - глыбовые; 2 - валунные; 3 - галечные; 4 - песчаные; 5 - супесчаные; 6 - суглинистые; 7 - глинистые; 8 - иловые; 9 - лессовые

строек. Это тем более вероятно, что отмеченную выше роль Хуанхэ в качестве своеобразного водораздела расходящихся от нее параллельных истоков верховий рек северо-восточного и юго-восточного направлений практически невозможно объяснить без признания значительной роли в этом процессе грунтовой фильтрации вод Хуанхэ через прирусловые участки долины.

Нечто подобное происходит и в веерной части дельты Хуанхэ в заливе Бохай. Однако в дополнение к отмеченным факторам большое значение здесь приобретает также транспортирующее и аккумулярующее действие приливов-отливов. Выносимый в залив Бохай взвешенный материал Хуанхэ вместе с массами взвешенного материала, образующегося за счет взмучивания песчано-илстого грунта, слагающего здесь древнюю реликтовую дельту Хуанхэ, под действием ветровых волн и приливных течений перемещается вдоль побережья преимущественно в северном направлении в виде мутной прибрежной полосы шириной до 20 км при глубинах моря в этой зоне 10–12 м [6].

О.К. Леонтьев свидетельствует, что, по данным китайских географов, на западном побережье залива Бохай приливные скорости в 1,2–1,5 раз выше отливных, а, следовательно, взвешенный материал, принесенный приливом, уже не может быть полностью вынесен отливным течением. Отсюда положительный баланс прихода обломочного материала, что также приводит к постепенному увеличению высоты осушки и к расширению ее в сторону моря.

Нам представляется крайне важным на примере конкретной ситуации по механизму аккумуляционных процессов в равнинной части

Хуанхэ рассмотреть некоторые теоретические положения эрозионно-аккумулятивного цикла.

Ю.М. Чемяков, исходя из противоположной направленности процессов денудации и аккумуляции, по аналогии с основными факторами морфологического анализа, вводит понятия базиса и уровенной базисной поверхности аккумуляции [8]. В отличие от базисного уровня денудации, являющегося основанием поверхности денудационных процессов, понятие уровня базиса аккумуляции по существу является зеркальным, но несоразмерным отражением по отношению к общему базису денудации. Это противопоставление приобретает абсолютное выражение: «Подчеркнем, что понятие базиса денудации не может быть применено к областям аккумуляции, так как формирование аккумулятивного рельефа регулируется специфическими базисами аккумуляции, действующими в тех местах, где создаются условия для осадконакопления и формирования аккумулятивного рельефа. Это оправдывает и делает необходимым введение понятия «базис наземной аккумуляции»» [8].

Такое утверждение представляется не бесспорным по трем основным причинам.

Во-первых, процессы денудации и аккумуляции сопряжены между собой во времени и в пространстве и в основном взаимозависимы один от другого. И эта взаимосвязь характеризуется высокой динамичностью, определяемой тенденцией того и другого процессов к достижению равновесия. Следовательно, подвижной является и сама граница между областями денудации и аккумуляции, в связи с чем, например, базис денудации постоянно и систематически изменяет и свою уровенную позицию, поэтому вряд ли следует подчеркивать не-

совместимость соответствующих областей развития этих экзогенных процессов: не стоит абсолютизировать статику любого динамичного процесса.

Во-вторых, масштабы самого процесса эрозии как частного фактора денудации вообще (в широком смысле этого слова) могут в определенных условиях не соответствовать масштабам аккумуляции. Поэтому, например, поверхность дельтовых фаций речной аккумуляции может даже соответствовать поверхности базиса денудации для склоновых гравитационных процессов.

Наконец, и это очень важно, любой геоморфологический процесс отражается в истории развития того или иного геоморфологичес-

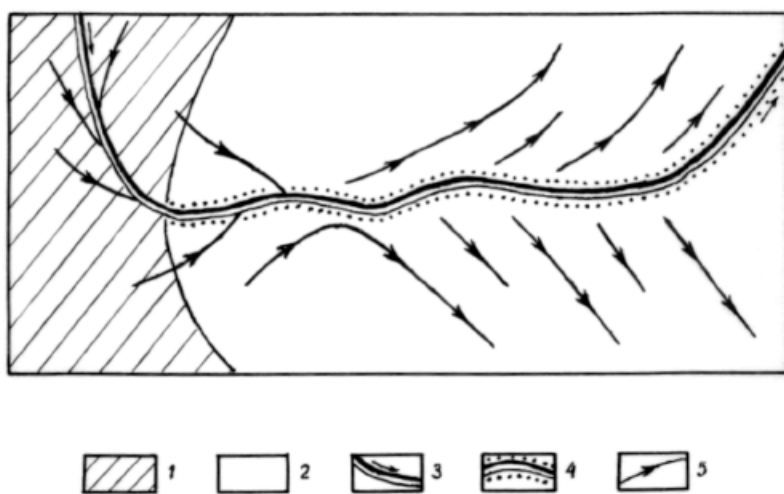


Рис. 3. Принципиальная схема водосборной и водораспределяющей роли Хуанхэ. Геоморфологические области: 1 – горная, 2 – равнинная; 3 – основная водная артерия; 4 – береговые валы; 5 – направление водных потоков

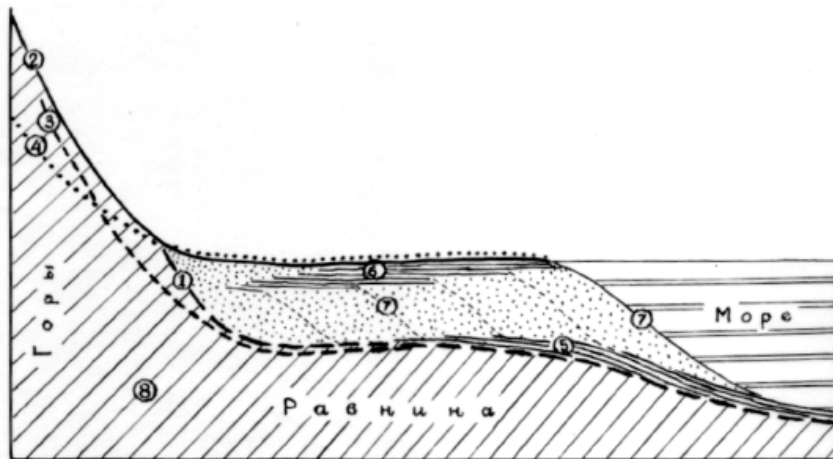


Рис. 4. Принципиальный разрез через аккреционную линзу равнинной части Хуанхэ. Базисы эрозии: 1 - исходный уровень; 2 - современный уровень. Базисы денудации: 3 - исходный уровень; 4 - современный уровень; 5 - донные слои дельтовых отложений; 6 - верхние слои дельтовых отложений; 7 - изохроны передовых слоев дельтовых отложений; 8 - фундамент

кого элемента поверхности Земли. К сожалению, на этом обычно не акцентируется внимание. Но совершенно очевидно, что в любом разрезе аккумулятивных отложений можно и следует выделять прежние уровневые поверхности денудационного плана. По аналогии с излюбленным приемом показа на палеогеографических схемах прарек следует выделять и другие элементы древних поверхностей, включая, естественно, и праденудационные уровни.

Для нашего случая интерпретация взаимоотношений между древними поверхностями выглядит следующим образом (рис. 4).

В основании мощного комплекса преимущественно аллювиальных рыхлых отложений Великой Китайской равнины, за исключением ее фронтальной (прибрежной) части, находится выровненная праденудационная поверхность, усложненная сnivelированными эрозионными линейными формами древнего рельефа фундамента. Современная поверхность равнины является и уровнем базиса денудации для действующих в настоящее время склоновых процессов. По существу, в равнинных условиях она максимально приближена к современному базису эрозии Хуанхэ, являющемуся абсолютным. Во фронтальной прибрежной части равнины, образованной за счет позднейших осадков этой реки, выдвинутых в море, постелью наносов речного происхождения, очевидно, являются морские осадки, перекрывающие прибрежно-морскую ступень праденудации.

Следовательно, рыхлые аккумулятивные накопления Великой Китайской равнины в настоящее время заключены между исходной древней праденудационной поверхностью, сформированной до начала этого денудационного цикла, и современной денудационной поверхностью, определяемой уровнем эрозии Хуанхэ, а в придельтовой части вся аккумулятивная толща ограничена снизу исходной, а сверху современной поверхностью осадения.

По существу, аккумулятивные накопления, связанные с деятельностью Хуанхэ, образуют в плане две крупные протяженные лопасти, соответствующие северо-восточному и юго-восточному фрагментам

Великой Китайской равнины. Разумеется, строение этих основных лопастей чрезвычайно сложное - многолопастное веерное, что соответствует образованию мигрирующих в пространстве ветвящихся и смешивающихся по простиранию дельт. Достаточно лишь вспомнить исторический эпизод смещения устья Хуанхэ практически на 600 км [9]. В разрезе обсуждаемые аккумулятивные накопления могут быть в общем представлены как огромная выпуклая аккреционная линза, изохронные поверхности в пределах которой фиксируют последовательность накопления дельтового типа, с омоложением передовых слоев склонов формирующейся дельты в область открытого моря. Разумеется, это относится к обеим основным лопастям эрозионных отложений Хуанхэ на всем протяжении периода формирования этой аллювиальной равнины.

В последнее время в связи с антропогенной корректировкой направления течения Хуанхэ, обусловленной укреплением естественных и созданием искусственных прирусловых валов, объем механических взвесей, поступающих в залив Бохай, явно увеличился. С этим связано все ускоряющееся продвижение дельты реки в морской шельфовой зоне.

Для анализируемого нами примера нет необходимости в использовании понятия уровня базисной поверхности аккумуляции. Рассмотренные аккумулятивные осадки в качестве верхней своей границы используют современную денудационную поверхность.

## Литература

1. Наливкин Д.В. Учение о фациях. Т. 1. М.; Л., 1956.
2. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. 1. М., 1962.
3. Ren Mei-e. Yellow river and human life // Regional sustainable development, method and application. Kunfing, 1997.
4. Рейнек Г.Э., Сингх И.Б. Обстановки терригенного осадконакопления. М., 1981.
5. Лузгин Б.Н., Барышников Г.Я. Историко-геоморфологическое свидетельство рельефообразующей роли р. Хуанхэ (Китай) // Известия АГУ. 1998. №1.
6. Леонтьев О.К. Основы геоморфологии морских берегов. М., 1961.
7. Huanche river valley atlas. Beijing, 1989.
8. Чемяков Ю.В. Базисы денудации и аккумуляции // Известия АН СССР. Сер. геогр. 1969. №1.
9. Болт Б.А., Хорн У.Л., Макдоналд Г.А., Скотт Р.Р. Геологические стихи. М., 1978.