

УДК 551.438.5

© 1996 г. А.П. ДЕДКОВ, В.И. МОЗЖЕРИН

ЭРОЗИЯ НА РАВНИНАХ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ¹

В настоящей статье предпринята попытка анализа структуры и интенсивности процессов эрозии на равнинах Восточной Европы. Для этой цели использованы данные о стоке взвешенных наносов и густоте овражной сети.

Сток взвешенных наносов

Сток взвешенных наносов не является точной мерой всех продуктов эрозии в речном бассейне, ибо большая часть последних аккумулируется в самом бассейне в виде делювия, пролювия и аллювия и не выносится за его пределы [1–3]. Однако сток наносов прямо зависит от интенсивности эрозии и используется поэтому для ее оценки.

На рассматриваемую территорию нами составлена карта стока взвешенных наносов в масштабе 1:20 000 000. Для этого использованы данные о модулях стока взвешенных наносов по 222 бассейнам площадью от 1 до 10 тыс. км². Данные по более крупным бассейнам дают слишком обобщенную картину, выдвигая на первый план зональные факторы – климат, сток воды и растительность. Сведения по бассейнам площадью менее 1 тыс. км², наоборот, отражают в первую очередь влияние азональных факторов – состава горных пород и рельефа. И лишь бассейны средней величины лучшим образом показывают совместное влияние зональных и азональных факторов. Выбор определенного интервала площадей бассейнов необходим также для уменьшения влияния этого показателя на величину модулей стока наносов.

По интенсивности эрозии и стока наносов рассматриваемая территория отчетливо делится на три неравные по площади зоны: северо-западную, среднюю и юго-восточную (рис. 1). Граница между северо-западной и средней зонами проходит по линии, идущей от северного края Люблинской и Подольской возвышенностей к Днепру близ Киева и далее на северо-восток через северную часть Среднерусской возвышенности к низовьям Оки и Северным Увалам. Юго-восточная зона охватывает Прикаспийскую, Прикубанскую и Причерноморскую (запад) низменности, возвышенности Ергени, Сальско-Маньчскую гряду, крайний юг Приволжской возвышенности, Подуральское плато. Различия в стоке взвешенных наносов в трех выделенных зонах значительны (табл. 1). Так, в средней зоне сток взвешенных наносов в 8 раз интенсивнее, чем в северо-западной, и в 5 раз интенсивнее, чем в юго-восточной.

На северо-западе господствующее распространение имеют модули стока взвешенных наносов до 10 т/км² · год и лишь отдельными пятнами, преимущественно на возвышенностях (Валдайская и др.), отмечаются модули в интервале 10–50 т/км² · год. Нигде в бассейнах выбранного интервала площадей модули не достигают 50 т/км² · год.

В средней полосе преобладающий фон создают модули 10–50 т/км² · год, отдельными ареалами встречаются бассейны с более значительными модулями. Особенно

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

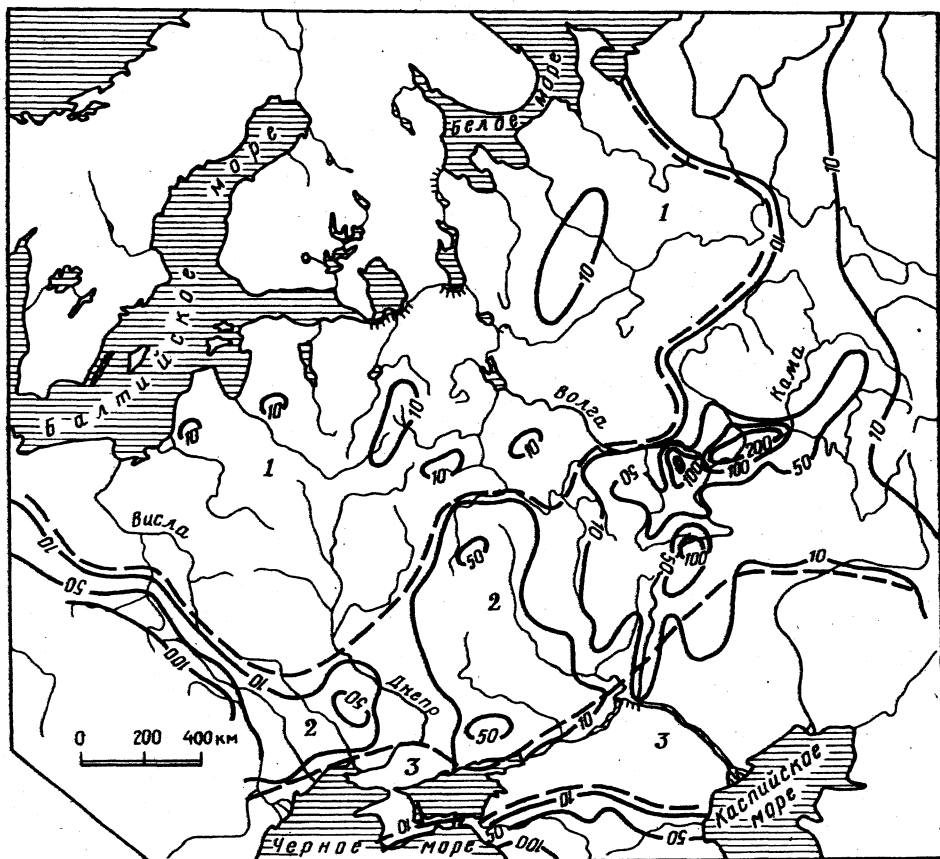


Рис. 1. Модули стока взвешенных наносов (t/km^2 в год) на равнинах Восточной Европы в бассейнах площадью 1000–10000 km^2 .

Штриховая линия – граница зон. Зоны: 1 – северо-западная; 2 – средняя; 3 – юго-восточная

сильна эрозия и велики модули (до 200–500 $t/km^2 \cdot год$) близ границы лесной и лесостепной зон в Среднем Поволжье. Это самые сильно эродлируемые районы всей рассматриваемой территории.

На юго-востоке сток взвешенных наносов вновь сокращается, почти достигая значений, характерных для слабоэродлируемого северо-запада.

Таблица 1

Сток взвешенных (r , $t/km^2 \cdot год$) наносов в различных эрозионных зонах Восточной Европы

Зона	Категории освоенности						В среднем		A
	I		II		III		N	r	
	N	r	N	r	N	r			
Северо-западная	57	4,3	79	5,5	27	8,2	163	5,6	1,8
Средняя	0	0	38	18,4	85	55	123	44	2,7
Юго-восточная	6	2,5	19	8,7	11	10,6	36	8,1	2,2

Примечание. Данные о стоке взвешенных наносов взяты из составленного нами по разным источникам и опубликованного каталога по всей Земле [3]. Категории хозяйственной освоенности: I – слабая (распаханность до 30%, остаточная лесистость более 70%); II – средняя (распаханность и лесистость 30–80%); III – сильная (распаханность более 70%, лесистость менее 30%). A – средний балл хозяйственной освоенности, определенный как среднее арифметическое из категории освоенности всех бассейнов, N – количество бассейнов.

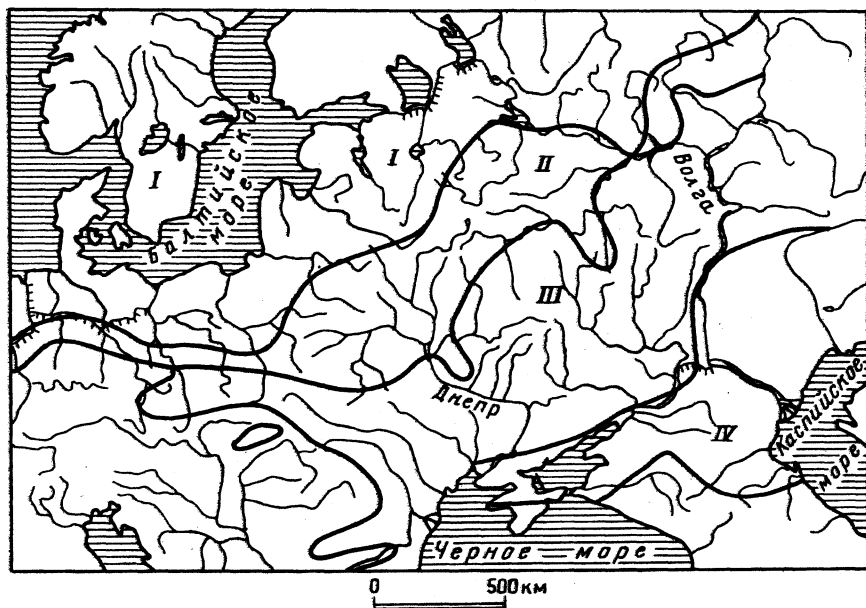


Рис. 2. Зоны овражной эрозии на равнинах Восточной Европы

I – северо-западная безовражная зона, или зона спорадического оврагообразования (до 10 м/км^2); II – переходная зона слабого оврагообразования (до 200 м/км^2); III – средняя зона интенсивного оврагообразования (более 200 м/км^2); IV – юго-восточная зона слабого оврагообразования (до 200 м/км^2)

Густота овражной сети

Анализ данных о густоте овражной сети, полученных путем измерений по аэрофотоснимкам и картам и по литературным источникам [4–7], позволяет выделить четыре зоны, различные по интенсивности овражной эрозии и имеющие преобладающее северо-восточное простирание (рис. 2). I. Северо-западная безовражная зона, или зона спорадического оврагообразования. Включает не только области сохранившихся лесов, но и многие хорошо распаханые возвышенности (Балтийская гряда, Валдайская возвышенность и др.). Средняя густота овражной сети нигде не превосходит 10 м/км^2 .

II. Переходная зона слабого оврагообразования со средней густотой овражной сети до 200 м/км^2 . Отдельными островами встречаются лёссовые массивы с более сильным овражным расчленением.

III. Средняя зона интенсивного оврагообразования с густотой овражной сети более 200 м/км^2 охватывает возвышенности лесостепной и степной зон (Высокое Заволжье, возвышенности Приволжская, Среднерусская, Донецкая, Приднепровская, Молдова, Подольская, Люблинская). Максимальные значения густоты овражной сети по элементарным бассейнам достигают 4500 м/км^2 . По нашим данным, самая густая овражная сеть характерна для лесостепи. При этом особенно сильная овражная эрозия поражает те районы, которые отличаются большим стоком наносов (Чувашское овражное плато и др.). По материалам Е.А. Мироновой [4], самая сильная овражная эрозия наблюдается в северной подзоне степной зоны, от которой ее интенсивность убывает в северном и южном направлениях.

IV. Юго-восточная зона слабого оврагообразования со средней густотой овражной сети до 200 м/км^2 . Охватывает сухие степи и полупустыни южных низменностей Восточной Европы и возвышенности Ергени и Подуралья (между реками Урал и Эмба).

Густота овражной сети (м/км^2) на пахотных землях Волго-Камской области на севере (С – средняя и южная тайга) и юге (Ю – лесостепь, смешанные леса) при одинаковых значениях лесистости и глубины расчленения в породах верхней перми и плейстоцена

Лесистость, %	Глубина расчленения, м					
	50–100		100–150		150–200	
	С	Ю	С	Ю	С	Ю
< 30	2,5	380	1,4	390	–	540
30–70	1,3	190	1,8	350	8,7	750
> 70	0,7	100	0,4	–	0,2	–

Широкое распространение получил вывод о том, что развитие овражной эрозии на востоке Европы связано прежде всего с деятельностью человека – уничтожением естественной лесной и степной растительности и распашкой земель. Однако распространение оврагов полностью не совпадает с распространением пахотных земель. Обширные возделываемые пространства в I и II зонах, в том числе многие возвышенности, имеют незначительное овражное расчленение или совсем лишены его. Что же кладет пределы распространению овражной эрозии на пахотных землях?

Попытку решения этого вопроса удобнее всего начать с востока равнины, где в результате дешифрирования крупномасштабных аэрофотоснимков получены наиболее объективные данные о распространении оврагов. Здесь, как и всюду на Восточно-Европейской равнине, установлена хорошая общая связь густоты овражной сети с распаханностью и лесистостью. При этом лесистость рассматривается как величина, примерно обратная распаханности. В направлении с юга на север по мере возрастания лесистости и уменьшения распаханности густота овражной сети закономерно убывает. Однако и при одинаковой лесистости и одинаковой глубине расчленения рельефа густота овражной сети на пахотных землях средней и южной тайги в десятки раз меньше, чем в лесостепи и смешанных лесах (табл. 2). При этом самое резкое изменение густоты овражной сети происходит близ границ зон смешанных и южнотаежных лесов.

Анализ показывает, что резкое изменение густоты овражной сети не связано с гидрометеорологическими условиями [8]. Объем и интенсивность стока талых вод, с которыми связываются две трети роста оврагов, в северном направлении не убывают, а возрастают. Однако в северном направлении закономерно возрастает густота долинно-балочного расчленения, обнаруживающая обратную связь с густотой овражной сети. Следствием этого является отчетливая прямая связь густоты овражной сети с длиной склонов (линий стока по Р. Хортону), ибо последняя обратно пропорциональна густоте долинно-балочного расчленения ($L = 1/2,25D$ по Нежиховскому или $L = 1/2D$ по Хортону, где L – длина линий стока, D – густота долинно-балочной сети). Резкий скачок густоты овражной сети у границ южной тайги и смешанных лесов приходится на интервал длины склонов 250–350 м, имеющий, очевидно, пороговое значение. На более коротких склонах объем и концентрация стока воды недостаточны для овражной эрозии.

Есть все основания полагать, что эти выводы могут быть распространены на все равнины Восточной Европы. Различные исследователи полагают, что наиболее интенсивное оврагообразование происходит на склонах длиной более 250–400 м. На Северо-Ладожской и Валдайской возвышенностях средние длины склонов всего 130 м, и здесь нет оврагов, на Клинско-Дмитровской – 380 м, и на ней мало оврагов, на Приднепровской 600–650 м, и она сильно поражена оврагами [8, 9]. По данным различных исследователей, интенсивность эрозии связана с длиной склона степенной зависимостью, при этом показатель степени колеблется от 0,5 до 2.

Общие закономерности

Сопоставление вышеизложенных данных о стоке взвешенных наносов и густоте овражной сети показывает значительное совпадение зон, выделенных по этим показателям. Обширная северо-западная зона малого стока наносов совпадает с двумя овражными зонами: северо-западной безовражной и переходной слабого оврагообразования. Совпадают средние зоны интенсивного стока наносов и интенсивного оврагообразования, особенно их северные границы. В юго-восточной зоне, исключая Ставропольскую возвышенность, сток наносов и густота оврагов вновь становятся небольшими.

Такое совпадение позволяет выделить три зоны, различные по общей интенсивности эрозии: северо-западную и юго-восточную относительно слабой эрозии и среднюю зону интенсивной эрозии.

Какие же факторы определяют столь резкие различия в интенсивности эрозии и стока наносов?

1. Степень хозяйственной освоенности. В средней полосе плотность сельского населения и степень антропогенного изменения природного ландшафта значительно выше, чем на северо-западе и юго-востоке. Интенсивность эрозии в общем пропорциональна средним баллам хозяйственной освоенности. Однако только влиянием этого фактора различия в интенсивности эрозии в различных зонах объяснить нельзя. И в бассейнах с одинаковой хозяйственной освоенностью сохраняются большие различия в интенсивности эрозии (табл. 1).

2. Климат и сток воды. По количеству осадков, объему жидкого стока, густоте речной сети северо-запад значительно превосходит среднюю зону и особенно юго-восток. Однако в юго-восточном направлении возрастает неравномерность стока воды, что играет некоторую роль в усилении эрозии в средней зоне. На юго-востоке значительно уменьшается объем стока воды, что ведет к сокращению эрозии, несмотря на возросшую неравномерность стока.

3. Рельеф. На северо-востоке и юго-востоке преобладают низменности. В средней зоне – возвышенности, что отражается в увеличении крутизны склонов и способствует усилению эрозии. В средней зоне чем восточнее расположены возвышенности, тем значительнее континентальность их климата и неравномерность стока, что усиливает эрозию. В западной части средней полосы, относящейся к бассейнам Черного и Азовского морей, сток наносов втрое меньше, чем на возвышенностях Волго-Камского края (средние модули соответственно равны 19 и 68 т/км² · год). В северо-западном направлении увеличивается густота речной сети, что ведет к уменьшению длины склонов и как следствие к уменьшению концентрации стока и интенсивности эрозии. В юго-восточной зоне длины склонов наибольшие, но при малом стоке воды это не оказывает заметного влияния на эрозию.

4. Поверхностные грунты и почвы. В средней полосе, отчасти и на юго-востоке широкое распространение имеют легкоэродируемые лёссы и лёссовидные суглинки, водораздельные покровные и склоновые делювиально-солифлюкционные суглинки. На северо-западе главная роль принадлежит плотным валунным суглинкам, пескам заболоченных полей, кристаллическим породам Балтийского щита. Граница между сильно эродируемой средней зоной и слабо эродируемым северо-западом в общих чертах совпадает с северной границей распространения лёссовидных пород. Это относится и к Центральной Европе, где эрозия связана прежде всего с лёссовым поясом южной Польши, средней Германии и южной Бельгии (зона Бёрде). Лёссы подвергаются сильной эрозии не только благодаря их малой сопротивляемости размыву, но и потому, что вследствие высокого плодородия развитых на них почв эти районы всюду густо заселены и распаханы.

Упомянутая выше экстремальная эрозия в Среднем Поволжье связана с совместным влиянием различных факторов. Большая плотность населения, сильная распаханность, широкое распространение лёссовидных суглинков, обилие крутых и длинных склонов, – все это создает благоприятные условия для эрозии, по интенсивности

превосходящей эрозию многих горных областей – Урала, герцинских массивов Центральной Европы и даже Карпат.

Три выделенные зоны различаются не только по интенсивности эрозии, но и по ее структуре. В относительно слабо освоенных бассейнах запада и особенно севера русловая эрозия обычно преобладает над бассейновой [3]. Последняя представлена в основном плоскостной эрозией; овражная эрозия, как показано выше, не получила заметного развития даже на распаханых возвышенностях.

В средней зоне господствующая роль в развитии эрозии и формировании стока наносов принадлежит бассейновой эрозии, которая ярко представлена своими обеими разновидностями – плоскостной и овражной. Использование разработанного нами метода приближенной оценки соотношения русловой и бассейновой эрозии показывает, что при лесистости 15–25% и распаханности ~60% почти 80% взвешенных наносов имеют бассейновое происхождение [3]. На юго-востоке преобладание того или другого вида эрозии ярко не выражено. При господстве русловой эрозии зависимость модулей стока взвешенных наносов от площадей бассейнов обычно прямая, при господстве бассейновой – обратная.

Границы между эрозионными зонами протягиваются в северо-восточном направлении более или менее параллельно границам ландшафтных зон, не совпадая ни с одной из них. Их положение определено совместным влиянием рассмотренных выше климато-гидрологических, геоморфологических, литологических и социально-экономических факторов.

Северная граница зоны интенсивной эрозии в общем соответствует полосе годовых осадков 550–650 мм с небольшими отклонениями. Возможно, это совпадение не является случайным. Осадки обуславливают густоту долинно-балочной сети, которая наряду с ее глубиной определяет длину и крутизну склонов, контролирующих общую интенсивность эрозии. Рассматриваемая граница, как уже отмечалось, в главных чертах отвечает положению северной границы лёссовидных пород.

Южная граница интенсивной эрозии совпадает с полосой годовых осадков 300–350 мм. Сокращение эрозии в этой полосе связано уже не с изменением длины склонов, а с уменьшением стока воды. По нашему мнению [10], эрозия в полупустыне не является максимальной, как утверждают многие исследователи [11 и др.].

На просторах равнин Восточной и Центральной Европы эрозия продолжает наносить огромный ущерб хозяйству. Более точная оценка интенсивности эрозии и контролирующих ее факторов является необходимым условием борьбы с ней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 346 с.
2. Walling D.E. Patterns of sediment yield // Background to Palaeohydrology. Chichester: John Wiley, 1983. P. 69–100.
3. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1984. 264 с.
4. Миронова Е.И. Овражность территории СССР // Геоморфология. 1971. № 3. С. 25–35.
5. Косов Б.Ф., Константинова Г.С. Комплексная карта овражности равнинной территории СССР // Геоморфология. 1973. № 3. С. 3–9.
6. Овражная эрозия / Под ред. Р.С. Чалова. М.: Изд-во МГУ, 1989. 168 с.
7. Овражная эрозия востока Русской равнины / Под ред. А.П. Дедкова. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1990. 142 с.
8. Дедков А.П., Рысин И.И., Чернышова Т.Н. Овражная эрозия на пахотных землях Европы // Геоморфология. 1993. № 2. С. 3–13.
9. Белоцерковский М.Ю., Жаркова Ю.Г., Кирюхина З.П. и др. Эрозионно-опасные земли Европейской части СССР // Земельные и водные ресурсы: противозерозионная защита и регулирование русел. М.: Изд-во МГУ, 1990. С. 3–31.
10. Дедков А.П. Эрозия в полупустыне // Проблемы освоения пустынь (Ашхабад). 1990. № 6. С. 39–45.
11. Langbein W.B., Schumm S.A. Yield of sediment in relation to mean annual precipitation // Trans. AGU. 1958. № 39. P. 1076–1084.

S u m m a r y

Three zones have been distinguished on the plains of Eastern Europe based on suspended load and gully erosion: the north-western zone of weak erosion (rate of suspended load discharge averages to 5,6 t/km². year, gully density up to 200 m/km², channel erosion and sheet wash prevail); middle zone of intense erosion (44 t/km². year, gully density in excess of 200 m/km², sheet wash and gully erosion prevail); south-eastern zone of weak erosion (8,1 t/km². year, less than 200 m/km²). Natural and anthropogenic factors are considered which account for the identified distinctions.

УДК 551.4.924(925)

© 1996 г. Г.И. РЕЙСНЕР, Л.И. ИОГАНСОН

СОВРЕМЕННЫЕ ЭНДОГЕННЫЕ РЕЖИМЫ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

В последние годы жизни В.В. Белоусов продолжал последовательно разрабатывать учение об эндогенных режимах. Именно в эти годы его интерес явно сместился в сторону анализа их современных разновидностей. При этом основными объектами изучения стали области, в пределах которых различные эндогенные режимы взаимосвязаны во временных и/или пространственных координатах (Средиземноморский пояс, а также переходные зоны различного типа). Фундаментальное положение, на котором основывалось учение об эндогенных режимах, заключается в признании тесной зависимости типа эндогенного режима от его обеспеченности тепловой энергией. Было обосновано разделение режимов на активные (возбужденные) и спокойные (платформенные). Первые в свою очередь делились на несколько видов, среди которых важнейшим представителем конструктивной линии был орогенный, а деструктивной – тафрогенный и рифтовый режимы.

Вначале предполагалось, что сфера развития тафрогенного режима ограничена определенными структурами. К числу таких структур относились платформы, а также прогибы и срединные массивы в горных областях. Однако впоследствии выяснилось, что этот режим представлен и в других частях горных областей [1, 2].

Базируясь на этих основополагающих представлениях учения В.В. Белоусова об эндогенных режимах, группа его сотрудников в практически неизменном в течение последних лет составе (Г.И. Рейснер, Л.И. Иогансон, Г.И. Севастьянова, Ю.Е. Баранов и М.Г. Рейснер) начали заниматься современными режимами с 1985 г., постепенно вовлекая в сферу изучения все новые и новые площади – Кавказский и Карпатский регионы, Западно-Европейскую платформу и Средиземноморской горный пояс, затем Среднюю Азию [3–6]. В этой статье мы представляем результаты работ по изучению современных эндогенных режимов практически всей Северной Евразии в рамках, показанных на рис. 1.

Базой для выделения современных эндогенных режимов неизменно была типизация земной коры по комплексу признаков, характеризующих ее современное строение и состояние. Количество их варьировало в зависимости от степени изученности рассматриваемой области, но никогда не превышало шести. И в данном случае типизация земной коры Северной Евразии была проведена по комплексу из шести признаков – тепловой поток, мощность земной коры, высота рельефа, изостатические аномалии, мощность осадочного чехла и плотность в подкоровом слое верхней мантии.

Сведения о тепловом потоке подготовила А.К. Попова с помощью Б.М. Богачкина по материалам работ [7–10]. Исходным материалом по мощности коры и осадочного