

УДК. 551.435.1

© **Матвеев Н.П.**

ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ РЕКИ ОКИ

Аннотация. Продольные профили Оки: фактический и выработанный большей частью совпадают, что можно объяснить длительностью развития долины реки. Отклонения наблюдаются только в верховьях и низовьях реки. Литология и тектоника существенно на профиль не повлияли. Профиль равновесия достигнут рекой только в устьевой части.

Ключевые слова: р. Ока. Продольные профили: фактический, выработанный, равновесия. Орел, Кашира, Касимов, Горбатов.

© **N. Matveev**

LONGITUDINAL PROFILES OF OKA RIVER

Abstract. Actual and produced longitudinal profiles of Oka river are most of the match. This can be attributed to long-term development of river valley. Deviations are observed only in the upper and lower parts of the river. Lithology and tectonics of the profile is not significantly influenced. Equilibrium profile is achieved by the river only in the mouth part.

Key words: Oka river. Longitudinal profiles: actual, produced, equilibrium. Orel, Kashira, Kasimov, Gorbатов.

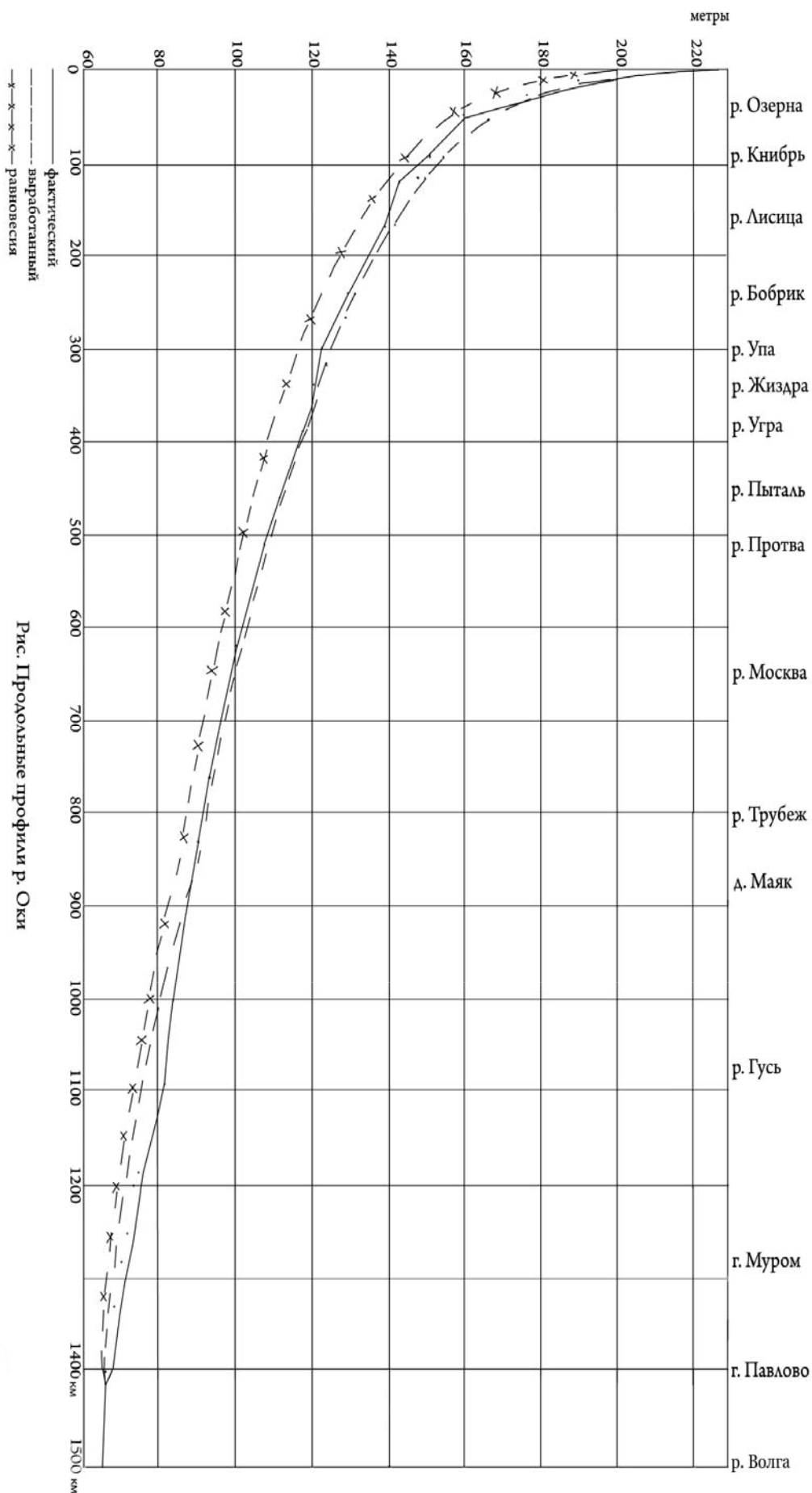
Продольные профили рек центра Русской равнины изучены недостаточно. Между тем они несут немалую информацию: об уклонах, скоростях потоков воды, расходах рек, твердом стоке, мутности, боковой и глубинной эрозии и других процессах. Длина р. Оки – 1500 км, площадь водосбора – 245 000 км², длина водосбора – 850 км, ширина – 367 км. Развитие водосбора 0,86 [7] количество рек речной системе – 19 234, общая длина рек системы Оки – 43 598, коэффициент густоты – 0,37.

Норма стока Оки изменяется в пределах: 3,8 л/с·км² – 5,7 л/с·км² (табл.1).

Таблица 1

Сток реки Оки (по данным «ресурсов поверхностных вод СССР» 1973, т.10, кн.1)

Пункт наблюдений	Площадь водосбора, км ²	Многолетний расход, м ³ /с	Норма стока, л/с·км ²
Вендрово	513	1,98	3,8
г. Орел	4 890	18,9	3,8
г. Белев	17 500	80,5	4,6
г. Лихвин	27 900	137	4,6
г. Калуга	54 900	296	5,4
г. Кашира	68 700	392	5,7
с. Половское	99 000	515	5,2
г. Касимов	130 000	676	5,2
г. Муром	188 000	915	4,9
г. Горбатов	244 000	1 200	4,9



Р. Ока пересекает различные в природном отношении районы. Но наибольшее влияние на продольный профиль реки оказывают геологическое строение и сток. В верховьях реки до устья р. Речицы, река разрезает двучленный ледниковый комплекс, из коренных отложений – песчано-глинистые отложения юры, мела.

От устья Речицы до впадения р. Черепети р. Ока вскрывает известняки и мергели с прослоями глин нижнего карбона. Глубина вреза реки до 25-30 м., а ниже г. Орла врез реки достигает почти 60 м.

От р. Черепети до г. Каширы Ока протекает в известняках с небольшими прослоями глин верхневизейского и намюрского ярусов. От Каширы до устья р. Прони река вскрывает отложения среднего карбона, представленного в верхней части главным образом известняками, а в нижней – песчано-глинистыми отложениями (верейский и каширский горизонты). Ниже впадения р. Прони до г. Ерахтура долина реки проходит в рыхлых четвертичных отложениях. В районе Ерихтуро-Касимовских поднятий Ока вскрывает отложения верхнего карбона, представленные главным образом доломитами. От г. Касимова до г. Выксы река течет в рыхлых меловых и юрских отложениях и ниже Выксы река вновь вскрывает отложения верхнего карбона и пермской системы, которые представлены известняками и доломитами.

Таким образом, р. Ока пересекает до восьми различных литологических участков, однако не все они оказали влияние на продольный профиль реки. На продольном профиле можно выделить шесть отрезков, отличающихся по уклонам и отклонению фактического профиля от расчетного (рис.1, табл.2).

Аналізу были подвергнуты три профиля: фактический, выработанный и профиль равновесия. Под фактическим профилем мы понимаем современный профиль реки со всеми неровностями, уступами, волнами. Выработанный профиль реки – зрелый профиль, когда сглажены все неровности, хотя небольшие волны могут остаться. Профиль равновесия – плавная кривая, при которой осуществляется перенос твердых частиц, поступивших с водосбора. Размыва ни бокового, ни глубинного не происходит. Такого профиля река никогда не достигает, так как климатические и тектонические изменения ситуации на водосборе реки непременно будут выводить реку из состояния равновесия. Профиль равновесия – теоретическая кривая, к которой стремится река. В зависимости от колебаний климата при неизменных тектонических условиях существуют два крайних профиля, ограничивающих зону, которую можно назвать зоной равновесия [6].

В пределах зоны равновесия может быть множество профилей равновесия, но из них только один будет соответствовать современным природным условиям, к которому и будет стремиться река. В других природных условиях река стремится к другому профилю, который будет соответствовать новым условиям.

Выработанный профиль и профиль равновесия Оки рассчитывались по формуле [6].

$$y = H_0 - A_0 \left(\frac{x}{L} \right)^n m_0^2 \ln x, \quad (1)$$

где y – вычисленная абсолютная высота точки профиля на расстоянии x от истоков реки в метрах,

H_0 - абсолютная высота верховий реки, м., A_0 – параметр для устья реки, L – длина реки в метрах, m_0 - норма стока реки в л/с·км² в устье реки или же в той точке, от которой

начинали строить профиль, n – показатель степени, для каждой реки имеет собственное значение.

Вычисление параметров A_0 и n изложены в работе [6]. Параметр A_0 остается неизменным как для выработанного, так и для профиля равновесия. Показатель степени – n отличается. Для вычисления этих двух параметров необходимо иметь две точки как на выработанном, так и на профиле равновесия. Первая точка – берется в устье реки. Вторая точка для выработанного профиля снимается с фактического профиля в предположении, что именно эта точка станет вторым базисом эрозии и подбирается после анализа фактического профиля. Для профиля равновесия вторая точка определяется по формуле:

$$A_x = A_0 \cdot 0,96 \quad (2)$$

Параметр A_0 вычисляется по формуле:

$$A_0 = \frac{H_0 - y_0}{m^2 \ln L}, \quad (3)$$

где y_0 – абсолютная высота устья реки или любой точки, от которой строится профиль.

Параметр n получим из равенства:

$$n = \frac{\ln A_0 - \ln A_x}{\ln L_0 - \ln x}, \quad (4)$$

где все обозначения прежние.

Вычисление параметров A_x и n ведется до третьего знака после запятой.

Параметр A_x для выработанного профиля вычисляется по формуле (3), но величина y_0 заменяется высотой точки реального профиля, через которую проходит и выработанный профиль.

Для профиля равновесия вычисление параметра n вычисляется также по формуле (4), но A_x определяется по формуле (2). Принятые параметры для Оки $A_0=0,457$, A_x для выработанного профиля – 0,397, профиля равновесия – 0,439, n для профиля равновесия – 0,18 и для выработанного профиля – 0,231. Результаты вычислений помещены в табл.2.

Таблица 2

Распределение высот рельефа по линиям продольных профилей р. Оки

№	точка	Расстояние от верховья реки, м	Параметр А		Высота точек		Разность высот точек факт. и вычисл.	Профиль равновесия		
			факт.	вычисл.	факт., м	вычисл., м		Параметр А	Высоты	Разность высот
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Верховье	0	0,00	0,00	220	220	0	0	220	0
2	4800	4800	0,098	0,121	200	195	+5	0,162	189	+11
3	р. Очка	6000	0,139	0,128	191	193	-2	0,169	185	+6
4	д.Село	24800	0,165	0,177	180	177	+3	0,218	167	+3
5	р. Озерна	32000	0,193	0,184	172	173	-1	0,229	163	+9
6	д.Арбузово	46200	0,238	0,205	160	167	-7	0,244	157	+3
7	р. Кнубрь	89000	0,252	0,238	151	155	-4	0,274	145	+6
8	д. Неполодь	121000	0,274	0,255	143	148	-5	0,290	138	+7
9	р. Лисица	152000	0,269	0,269	142	143	-1	0,303	133	+9
10	д. Харчиково	160000	0,271	0,273	140	141,6	-1,6	0,305	132	+8
11	р. Каменка	165000	0,281	0,274	139	140,9	-1,9	0,307	131	+8
12	р. Бобрик	238000	0,306	0,299	129	131	-2	0,328	123	+6
13	с. Фатьяново.	257000	0,311	0,304	127	129	-2	0,333	120	+7
14	р.Упа	297000	0,321	0,314	123	125	-2	0,341	117	+6
15	р. Черепеть	311000	0,322	0,318	122	124	-2	0,344	115	+7
16	р. Жиздра	336000	0,324	0,323	121	121	0	0,349	114	+7
17	с. Корекозово	352000	0,326	0,327	120	120	0	0,352	112	+8
18	р. Сушка	362000	0,329	0,329	119	119	0	0,354	111	+8
19	р. Высса	368000	0,330	0,330	118	118	0	0,354	111	+7
20	р. Угра	378000	0,334	0,332	117	118	-1	0,357	110	+7
21	р. Ужереть	406000	0,342	0,338	114	115	-1	0,361	108	+6
22	р. Коиола	433000	0,343	0,343	113	113	0	0,365	106	+7
23	р. Пыталь	449000	0,346	0,346	112	112	0	0,368	105	+7
24		451000	0,349	0,346	111	112	-1	0,368	105	+6
25	р. Вошана	465000	0,351	0,349	110	111	-1	0,370	104	+6
26	р. Таруса	494000	0,354	0,354	109	109	0	0,374	102	+7
27	р. Протва	511000	0,356	0,356	108	108	0	0,76	101	+7
28		536000	0,354	0,360	107	106	+1	0,380	100	+7
29		565000	0,362	0,365	105	104	+1	0,383	98	+7
30	Б. Смедово	605000	0,370	0,370	102	102	0	0,388	96	+6
31	р. Осетр	630000	0,374	0,374	100	100	0	0,391	95	+5
32	р. Москва	6450000	0,374	0,376	100	99,0	+1	0,393	94	+6
33	р. Солотча	755000	0,390	0,390	93	93	0	0,407	89	+4
34	р. Трубеж	801000	0,393	0,395	92	91	+1	0,409	87	+5
35	р. Листвянка	826000	0,398	0,398	90	90	0	0,410	86	+4
36		830400	0,399	0,399	89	89	0	0,411	86	+3
37	д. Маяк	871500	0,403	0,403	88	88	0	0,414	81	+7
38	р. Гусь	1074600	0,411	0,423	83	79	+4	0,437	77	+6
39	г. Елатьма	1187000	0,426	0,433	77	75	+2	0,438	73	+4
40	р. Кокша	1207000	0,431	0,435	75	74	+1	0,440	72	+3
41		1241000	0,431	0,437	75	73	+2	0,441	71	+4
42	Ближне-Песочное	1250000	0,434	0,438	74	73	+1	0,442	71	+3
43	г. Муром	1280000	0,441	0,441	72	72	0	0,444	70	+2
44	р. Ушна	1309000	0,441	0,442	71	70	-1	0,446	69	+2
45	р. Кутра	1320000	0,441	0,444	71	70	+1	0,447	68,8	+1,2
46	с. Степаньково	1393000	0,448	0,449	68	68	0	0,450	67	+1
47	г. Павлово	1399000	0,448	0,449	68	67	+1	0,451	66	+2
48	р. Клязьма	1413600		0,451	67	67	0	0,452	66	+1
49		1441000	0,453	0,453	65	65	0	0,454	66	-1
50	Устье Оки	1500000	0,457	0,457	64	64	0	0,457	64	0

* Разность высот между фактическим профилем и профилем равновесия.

Фактический профиль Оки состоит из пяти частей: 1 – от устья реки до р. Кутра; 2 – р. Кутра – с. Маяк; 3 – с. Маяк – р. Жиздра; 4 – р. Жиздра – р. Озерна; 5 – р. Озерна – верховье реки. На первом участке протяженностью до 180 км фактический профиль совпадает с выработанным профилем и профилем равновесия (рис. 1).

Второй участок, река Кутра – д. Маяк, характеризуется приподнятостью до 4х метров над выработанным профилем. Река разрезает тектонические поднятия в виде Токмаковского свода. Правда, на данном участке выходят на поверхность твердые породы – известняки и доломиты. Однако надо заметить, что известняки выходят на поверхность не случайно. Они приподняты, поэтому вскрываются рекой. Протяженность участка до 450 км. Третий участок самый протяженный, протянувшийся от д. Маяк до р. Жиздры. Его длина – 540 км. На данном участке фактический и выработанный профили совпадают почти полностью, отклонения незначительны (табл. 2 и рис. 1) Четвертый участок находится между реками Жиздрой и Озерной. Фактический профиль расположен ниже выработанного, от 1 до 5 метров. Протяженность участка свыше 300 км. Пятый участок, река Озерна – Верховье Оки, протяженностью до 30 км. (табл. 2). Характеризуется отклонениями фактического профиля от расчетного, до 2-5 метров. Врезание и эрозию реки следует ожидать в верховьях Оки и на втором участке. На остальных участках будет наблюдаться аккумуляция, особенно на четвертом, или же транспортировка материала.

Выработанный профиль – один из этапов развития продольного профиля реки при стремлении реки к предельному профилю – профилю равновесия. На начальных стадиях развития выработанный профиль отражает и литологию, и тектонические структуры, и колебания территории. Но при длительном развитии неровности сглаживаются, профиль становится плавным. Поднятия срезаются, а ложбины засыпаются. О засыпании ложбин явно свидетельствуют переуглубления долин, иногда весьма значительные. На примере Оки можно показать, что в результате длительного развития профиля реки неровности, обусловленные литологией и тектоникой, сглажены.

В учебниках Щукина И.С. [8], Леонтьева О.К., Рычагова Г.И. [3] и Ласточкина [2], помещены профили равновесия – скорее всего, на ранних этапах его формирования. На них показано большое влияние литологии.

В большинстве случаев отклонение выработанного профиля от фактического незначительное.

Профиль равновесия Оки всюду лежит ниже фактического и выработанного. Отклонения составляют от +1 до +9 м. Наибольшие отклонения приходятся при впадении в Оку р. Лисицы – до 9 м.

В низовьях профиль равновесия совпадает с расчетным и фактическим профилями.

Река Ока пересекает сложную в тектоническом и литологическом отношениях территорию – Воронежскую антеклизу с: Черепетской и Калужской зонами поднятий, Пачелмским прогибом, Токмаковским сводом, со структурами более низких порядков [1]. Однако на продольный профиль Оки оказала влияние только структура, расположенная в низовьях реки – Токмаковский свод. В остальных случаях структуры не оказали существенного влияния. В верховьях река не смогла также разрушить литологические комплексы из-за малых расходов (табл. 1).

На большей части реки происходит аккумуляция, что и выражается в виде формирования островов и отмелей. Эрозию следует ожидать в верховьях реки примерно от истока до д. Село, где уклоны велики – 0,0016 и в низовьях между г. Муромом – устьем р. Гусь, на участке протяженностью до 200 км, но особенно на нижнем крыле поднятия, протяженностью до 70 км. Уклоны реки на данном участке равны 0,00006. В то же время выше и ниже этого участка уклоны составили – 0,00001, т. е. намного меньше.

В доагрокультурное время, когда большая часть бассейна р. Оки была занята естественной растительностью – лесами и степью, смыв с водосбора и отложение твердых частиц в русле и на пойме реки происходили гораздо меньше по сравнению с агрокультурным периодом. Слабее рекой велась боковая эрозия, так как река была лучше зарегулирована. Сток реки в половодье был намного меньше. Вырубка лесов, распашка склонов привели и к увеличению смыва с водосбора и усилению боковой эрозии, образованию островов, аккумуляции материала.

В заключение отметим, что профиль Оки близок к выработанному, а местами лежит ниже выработанного, например, на участке р. Озерна – Черепечь (304 км) или совпадает с ним – участок р. Жиздра – Маяк (535,5 км).

Отклонения от профиля равновесия также невелики. Фактический профиль незначительно отклоняется от расчетных профилей, потому что, во-первых, Ока – крупная река, во-вторых, долина реки развивается длительное время, начиная с дочетвертичного времени.

Решающее влияние на продольные профили Оки оказал сток. Н.И. Маккавеев [4] провел сравнительную характеристику продольных профилей Дона и Оки и также отмечал большую врезанность Оки за счет большей величины стока.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Геология СССР, т. IV. Изд. Недра. М 1971. 742с.
2. Ласточкин А.Н., Лопатин Д.В. Геоморфология. М. Academia, 2005, 518с.
3. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология., М. «Высшая школа», 1979г., 287с.
4. Маккавеев Н.И. Влияние стока на продольные профили реки. «Вопросы географии». Сб. статей для XVIII Международного географического конгресса. М. – Л. Изд-во АН СССР, 1956г., с. 199-205, кн. «Эрозионно-аккумулятивные процессы и рельеф русла реки», избр. труды, М., МГУ, 1978, с. 73 – 80.
5. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. Изд-во МГУ, М., 1955, 2003. 353 с.
6. Матвеев Н.П. Геоморфологический анализ продольных профилей рек Московской области. Ученые записки МОПИ им. Н.К. Крупской, том CLXXX7. Общая физическая география, вып. 12, М., 1968, 3-135с.
7. Матвеев Н.П. Речная система. Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки», «2, 2007, М., МГОУ, с. 29 – 48.
8. Щукин И.С. Общая геоморфология. Том 1, МГУ, М., 1960, 615с.