

УДК 556.5

DOI: 10.18413/2075-4671-2018-42-2-203-213

**ИЗУЧЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ПРЕДЕЛАХ ЮГА  
ЕВРОПЕЙСКОГО ЦЕНТРА РОССИИ****THE STUDY OF VERTICAL CHANNEL DEFORMATIONS WITHIN THE SOUTH  
OF THE EUROPEAN CENTER OF RUSSIA****М.А. Меркулова<sup>1</sup>, Я.В. Павлюк<sup>2</sup>  
M.A. Merkulova<sup>1</sup>, Ya.V. Pavlyuk<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Курский государственный университет, Россия, 307000, Курск, ул. Радищева, д. 33<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,  
Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85<sup>1</sup> Kursk State University, 33 Radishcheva st., Kursk, Russia, 307000<sup>2</sup> Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

E-mail: marina.koltunova@mail.ru

**Аннотация**

В статье представлена оценка вертикальных русловых деформаций (размыв дна русла или аккумуляция наносов) рек бассейнов Дона и Днепра в пределах Курской, Брянской, Белгородской, Липецкой, Тамбовской, Воронежской и Орловской областей, а также факторов, влияющих на эти процессы. Направление и скорость вертикальных русловых деформаций определялись при помощи анализа кривых изменения уровня воды при фиксированном расходе. Проведенный анализ позволил выделить участки рек с врезанием русла, а также участки с преобладанием аккумуляции наносов. Выявленные тенденции вертикальных русловых деформаций на отдельных створах были проверены путем построения поперечных профилей русла по данным промеров глубин, выполненных отделом гидрологии ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС» при измерении расходов воды за многолетний период.

**Abstract**

The article provides an assessment of vertical channel deformations (erosion of the bottom of the river bed or accumulation of sediments) of the rivers of the Don and Dnieper basins within the Kursk, Bryansk, Belgorod, Lipetsk, Tambov, Voronezh and Orel regions, and factors affecting these processes. For the analysis, 46 hydrological stations with a long duration of observations were selected. The direction and velocity of the vertical channel deformations were determined by analyzing the curves of the water level change at a fixed water flow rate. For each post, two fixed water flows were selected: the maximum water discharge before reaching the floodplain and the minimum water discharge equal to the average low water discharge. Further, water level curves were plotted for given water flow rates. The analysis made it possible to isolate sections of rivers with the downcutting of the bed, as well as areas with a predominance of sediment accumulation. The speed of these phenomena was also determined. The revealed tendencies of vertical channel deformations on individual sections were confirmed by constructing cross-section channel profiles from depth measurements made by the Department of Hydrology of the Federal State Budgetary Institution "Central Black Earth Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring" when measuring the water discharge over a long period.

**Ключевые слова:** русло, уровень воды, расход воды, водность, вертикальные русловые деформации, русловые процессы, аккумуляция наносов, эрозия, факторы формирования русел, гидротехнические сооружения.

**Keywords:** riverbed, water level, water flow, water content, vertical channel deformations, channel processes, accumulation of sediment, erosion, factors of channel formation, hydrotechnical structures.



## Введение

Русловые деформации – изменения размеров и положения в пространстве речного русла и отдельных русловых образований, обусловленные работой потока и связанные с переотложением наносов [Чеботарев, 1978].

При изучении русловых процессов основное внимание чаще всего направлено на изменение положения русла в плане. Вертикальные же деформации проанализировать сложнее из-за ограниченности информации и трудоемкости методов исследования.

Вертикальные русловые деформации представляют собой изменение высотного положения дна реки под действием водного потока, транспорта и аккумуляции наносов. Направленность и количественные характеристики процесса понижения или повышения отметок дна русла на участке исследования определяются, прежде всего, физико-географическими особенностями территории, а также антропогенной нагрузкой на реки и водосборы. Строительство плотин, вырубка лесов, распашка земель, заборы и сбросы воды – все эти виды хозяйственной деятельности в той или иной степени находят свое отражение в изменении отметок дна русла реки, скорости и направленности данного процесса.

Важным показателем динамики русловых деформаций является ход уровня и расхода воды. Кривая  $Q = f(H)$  может служить показателем водного режима и морфометрии русла. На реках, находящихся в динамическом равновесии, кривые расходов воды разных лет группируются в узкий пучок. Напротив, створам с деформациями русла присущи, как правило, однонаправленные отклонения кривых расходов воды. Опускание кривых свидетельствует о врезании русла реки, так как при одном и том же расходе уровень воды понижается. Соответственно, подъем кривых расходов воды отражает подъем дна реки. Подобные результаты были получены в разных работах при анализе уровней и расходов воды в сочетании с различными типами руслового процесса [Чалов, 2000; Кумани, 2003; Двинских и др., 2012; и др.]

Многочисленные исследования подтверждают эффективность оценки темпов вертикальных русловых деформаций на основе анализа графиков динамики уровней воды за многолетний период при фиксированном расходе воды. Этот метод опирается на данные многолетних наблюдений за стоком рек на гидрологических постах. В свою очередь, гидрологические посты чаще всего расположены на суженных участках русла с минимальной шириной поймы, что позволяет оценить результаты взаимодействия водного потока с руслом реки наиболее эффективно.

В работах многих ученых [Маккавеев, Чалов, 1986; Алексеевский, 1998; Гусаров, 2013; Кумани, Голосов, 2015; и др.] отмечается, что наиболее объективно и точно показатели вертикальных деформаций в русле отражаются в изменении баланса наносов на исследуемом участке реки за многолетний период наблюдений. При условии отсутствия на заданном участке реки притоков,

$$W_1 - W_2 = \pm \Delta W,$$

где  $W_1$  – объем наносов, поступивших на участок реки через верховой створ;  $W_2$  – объем вынесенных наносов с участка через низовой створ;  $\Delta W$  – результирующая баланса, равная изменению объема отложений (размыв/намыв) в пределах участка. Положительная величина  $\Delta W$  свидетельствует о преобладании в его пределах аккумуляции наносов (вынесено меньше, чем поступило, т. е.  $\Delta W > 0$ ), отрицательная – процессов размыва (вынесено больше, чем поступило, т. к.  $\Delta W < 0$ ) [Алексеевский, 1998; Чалов, 2008]. Однако данный метод анализа вертикальных русловых деформаций предполагает наличие не менее двух гидрологических постов, на которых имеется многолетний ряд наблюдений за твердым стоком. Исследуемые в настоящей работе реки не отвечают этому требованию.

## Объекты и методы исследования

Район исследования охватывает бассейн реки Днепр в пределах Курской, Брянской и Орловской областей и бассейн реки Дон (включая Северский Донец) в пределах Белгородской, Воронежской, Тамбовской, Липецкой, Орловской и Курской областей.

Рельеф территории неоднороден. Северо-Западную часть (значительную часть Брянской области) занимает Днепровская низменность, центральная и западная часть лежит в пределах Среднерусской возвышенности, восточная – на плоской Окско-Донской низменности, ограниченной с юга Калачской возвышенностью. Эти черты рельефа связаны с геологическим строением территории, в основе которой лежит докембрийский кристаллический фундамент с поднятиями и впадинами. Одно из таких поднятий – Воронежский выступ, который является ядром Среднерусской возвышенности [Физико-географическое..., 1961].

Рельеф изучаемой территории слаборасчлененный моренно-равнинный, изрезанный долинами рек и балок. Результаты изучения деградации гидрографической сети с конца XVIII века [Реки..., 2015] показали, что максимальные скорости деградации речной сети проявилась в бассейнах Тихой Сосны, Валуя, Потудани, в период 1790–1880 гг. – в бассейнах Чёрной Калитвы и Айдара, тогда как минимальное сокращение длины водотоков с 1790 г. произошло в бассейнах Сейма, Ворсклы, Псёла. Для гидрографической сети бассейна р. Днепр и правых притоков Дона характерна значительная врезанность речных долин, свидетельствующая об интенсивных эрозионных процессах [Кумани, 2003; Kumani, 2004]. В контактной зоне лесостепи и степи формируется пояс максимального проявления эрозионных процессов и отмечается наибольший «вклад» бассейновой составляющей в сток наносов малых рек [Кузьменко и др. 2012; Голосов, 2015].

Разнообразие физико-географических условий формирования русловых процессов ЦЧР требует глубокого и всестороннего изучения всего комплекса природных и антропогенных факторов.

### Экспериментальная часть

Отбор гидрометрических постов для анализа был обусловлен наличием достаточно продолжительных данных о расходах и уровнях воды. Так, было отобрано 23 гидропоста по бассейну р. Днепр и 23 гидропоста по бассейну р. Дон.

Чтобы выявить тенденции вертикальных русловых деформаций, определить их количественные показатели и оценить роль в этих процессах комплекса факторов был проведен анализ кривых изменения уровня при фиксированных расходах воды по каждому из постов [Апухтин, Кумани, 2015]. При этом для каждого исследуемого пункта было выбрано по два фиксированных расхода воды: максимальный до выхода на пойму и ежегодно повторяющийся минимальный расход, как правило, несколько выше или равный среднему меженному.

Затем по каждому посту определялись уровни, соответствующие выбранным фиксированным расходам. За время наблюдений одни и те же расходы, как правило, проходят при различных уровнях. По этим данным были получены кривые соответственных уровней во времени с начала наблюдений до современного периода ( $H=f(Q_{\phi}, T)$ ).

При анализе полученных кривых было выделено несколько типов взаимного расположения верхней и нижней кривой (рис. 1):

1) Параллельный ход обеих кривых. Такое взаиморасположение характерно для большинства рассматриваемых створов (40 из 46). Часть кривых параллельно отклоняется вниз (1а), что свидетельствует о равномерном врезании русла, другая часть отклоняется вверх (1б), что характерно для равномерного заиления.

2) Кривая уровней минимальных расходов направлена вниз, а кривая максимальных направлена вверх (2а) или стабильна (2б). Так, на трёх постах: Тихая Сосна – Алексеевка, Ворона – Борисоглебск, Подгорная – Калач (тип 2а) наблюдается равномерное врезание дна русла с одновременным интенсивным сужением берегов. На посту Хопер – Поворино – врезание дна русла и слабое сужение берегов.

3) Нижняя кривая равномерна, а верхняя кривая поднимается (Чигла – Первомайский, Унеча – Лопатни). Это свидетельствует о сужении берегов при стабильных отметках дна.

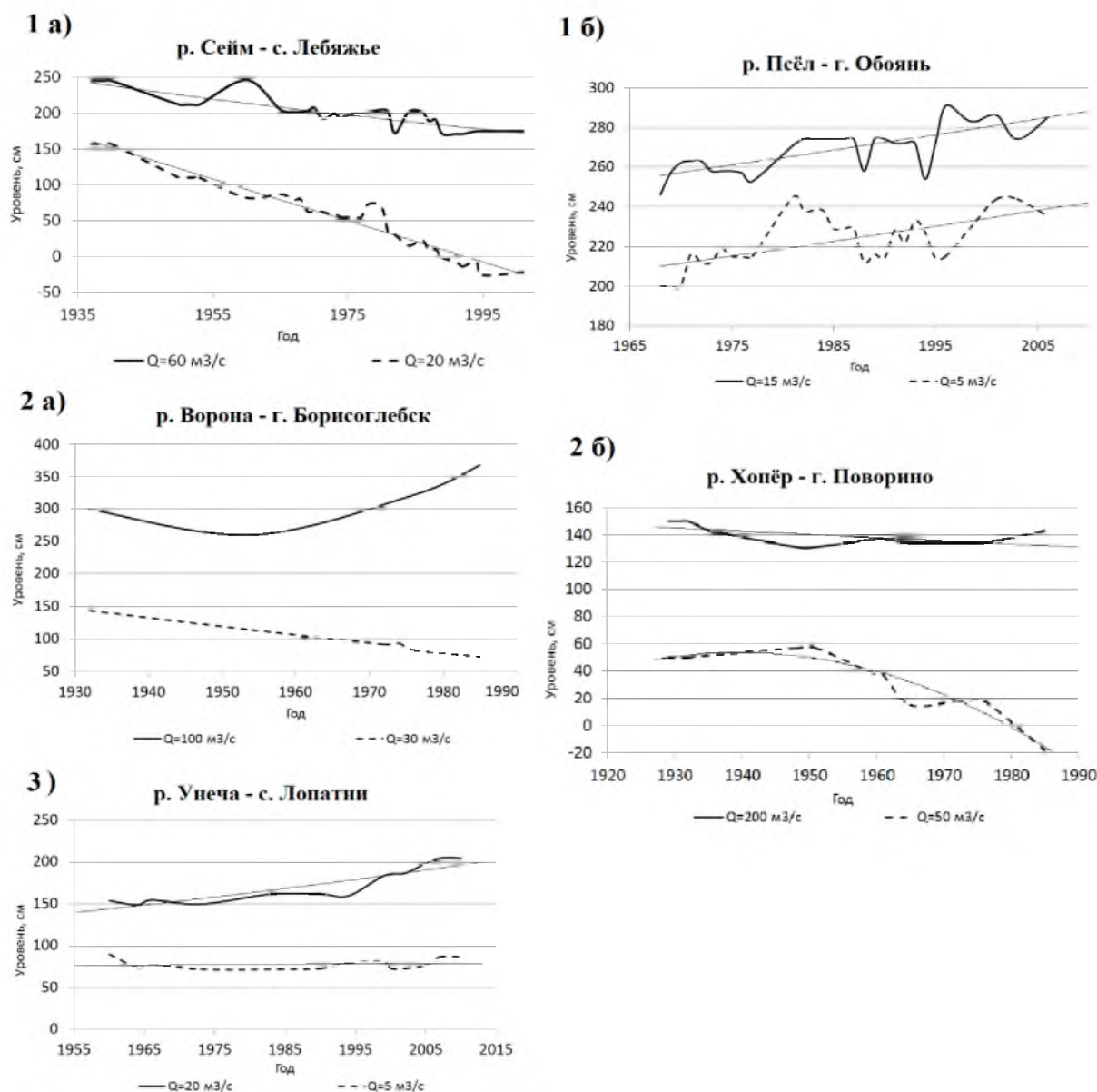


Рис. 1. Типы взаимного расположения кривых  $H=f(Q_{\phi}, T)$   
 Fig. 1. Types of mutual arrangement of the curves  $H = f(Q_{\phi}, T)$

Вероятно, наличие последних двух типов обусловлено зарастанием берегов с последующей аккумуляцией наносов, причем почти все соответствующие створы относятся к бассейну Дона.

При анализе вертикальных деформаций целесообразно установить динамические типы русел [Караушев, 1960]. Эта динамическая классификация русел основывается на учете направленности деформаций. По данной классификации выделяются следующие типы русел:

Тип 1 – эрозионные (размываемые) русла; в них протекают потоки, для которых характерен дефицит наносов, т.е. фактический расход наносов меньше транспортирующей способности потока; к этому типу могут быть отнесены верховья многих рек, особенно в горных районах, участки русел в нижних бьефах ГЭС и т. д.



Тип 2 – заиляемые (заносимые) русла, формирующиеся при перегрузке потока наносами, когда фактический расход наносов больше транспортирующей способности потока; характерными примерами таких русел являются участки горных рек при выходе на равнину, участки рек, находящиеся в подпоре, устьевые участки ряда рек и т. д.

Тип 3 – динамически устойчивые русла, сложенные подвижными аллювиальными отложениями, но вследствие равенства между фактическим расходом наносов и транспортирующей способностью потока не подвергающиеся односторонним деформациям или деформируемые очень слабо. Выделяется две группы: равновесные русла, не подвергающиеся врезам или намыву, и квазиустойчивые русла с крайне слабовыраженной тенденцией к врезанию или намыву. Это весьма распространенный тип, характерный для среднего течения многих рек.

На основе построения и изучения кривых уровней, соответствующих фиксированному расходу,  $H=f(Q_{\phi}, T)$  на разных реках (участках рек) были выявлены не только качественные, но и количественные характеристики тенденций вертикальных русловых деформаций в створах гидропостов. Также были определены динамические типы русел (табл. 1, табл. 2).

Таблица 1  
Table 1

Основные характеристики вертикальных русловых деформаций на изучаемой части бассейна Днепра  
The main characteristics of vertical channel deformations in the studied part of the Dnieper Basin

Река – Пост	Вертикальные деформации русла		Динамический тип русла	Уклон поверхности, ‰
	направление, +/-*	скорость, см/год		
Реут – Любичская	–	0.37	3	0.54
Рать – Беседино	+	1.10	2	1.30
Суджа – Замостье	+	0.22	3	1.18
Тускарь – Курск	+	0.71	2	0.25
Тускарь – Свобода	+	0.83	2	0.85
Сейм – Рыльск	+	1.51	2	0.09
Сейм – Лебяжье	–	1.95	1	0.67
Сейм – Зуевка	–	0.74	1	0.82
Сейм – Рышково	–	0.89	1	0.47
Свапа – Старый Город	–	1.50	1	0.65
Псел – Обоянь	+	1.00	2	0.73
Снова – Щурово	–	0.71	1	1.18
Болва – Псурь	+	0.23	3	0.60
Навля – Навля	–	1.36	1	1.07
Десна – Брянск	–	0.81	1	0.17
Десна – Голубея	+	0.28	3	0.21
Унеча – Лопатни	+	0.80	2	0.29
Ипуть – Ущерпье	+	0.40	3	0.14
Коста – Глазово	+	0.61	2	2.87
Судость – Погар	–	0.46	3	0.20
Сев – Новоямское	–	0.62	1	0.98
Нерусса – Радогощ	–	1.40	1	1.48
Болва – Брянск	+	0.28	3	0.29

\* + аккумуляция, – размыв;

Таблица 2  
Table 2

Основные характеристики вертикальных русловых деформаций на изучаемой части  
бассейна Дона

The main characteristics of vertical channel deformations in the studied part of the Don basin

Река – Пост	Вертикальные деформации русла		Динами- ческий тип русла	Уклон поверхности, ‰
	направление +/-*	скорость, см/год		
Дон – Задонск	–	0.26	3	0.24
Сосна – Ивань 2-я	+	0.56	2	2.68
Сосна – Беломестная	–	2.12	1	0.76
Сосна – Елец	+	0.69	2	0.18
Тим – Новые Савины	–	0.88	1	1.11
Л. Воронеж – Заборон-е	+	1.32	2	0.13
Девица – Девица	+	1.37	2	0.54
Т. Сосна – Алексеевка	+	0.6	2	0.38
Битюг – Мордово	–	1.28	1	0.67
Битюг – Бобров	+	0.72	2	0.15
Подгорная – Калач	+	0.54	2	0.67
Хопер – Поворино	–	0.67	1	0.15
Хопер – Новохоперск	–	0.64	1	0.11
Ворона – Чутановка	+	0.12	3	0.24
Ворона – Уварово	–	2.24	1	0.14
Ворона – Борисоглебск	+/-	1.28/1.34	3	0.15
Мокр. Панда – Курдюки	+	2.15	2	2.88
Нежеголь – Шебекино	+	0.83	2	0.33
Оскол – Старый Оскол	–	0.96	1	0.84
Оскол – Ниновка	–	0.93	1	0.53
Оскол – Раздолье	+	1.56	2	0.20
Осколец – Старый Оскол	+	1.81	2	2.43
Валуй – Валуйки	+	0.27	3	0.37

\* + аккумуляция, – размыв.

Так, на гидрологических постах р. Сейм – с. Лебяжье, р. Сейм – с. Зуевка, р. Свапа – с. Старый Город, р. Навля – пгт Навля, р. Сосна – сл. Беломестная, р. Оскол – г. Старый Оскол и других на протяжении всего периода наблюдений отмечается отклонение кривых соответственных уровней вниз, что свидетельствует о постоянном врезании русел вследствие размыва дна рек (см. рис. 1, 2). Анализ этих кривых дал возможность определить скорость данного процесса врезания: на р. Сейм – с. Лебяжье она составила 1.95 см/год, на р. Свапа – с. Старый Город – 1.50 см/год, на р. Сосна – сл. Беломестная – 2.12 см/год за 60-летний период (см. табл. 1, 2). Этот факт указывает на нарушение баланса между твердым стоком и транспортирующей способностью рек и преобладание процессов размыва над аккумуляцией на изучаемых створах.

Противоположная ситуация на других участках рек, как правило, совпадающих с их нижними течениями. Русло на этих участках на протяжении всего периода наблюдений заливается по обеим кривым. Например, на створах р. Сейм – г. Рыльск, р. Девица – с. Девица, р. Оскол – р.п. Раздолье, р. Нежеголь – г. Шебекино, р. Осколец – г. Старый Оскол и др. скорость заиливания колеблется в пределах 0.56–1.81 см/год.

Существует мнение, что за последние десятилетия длина большинства водотоков по Черноземью сократилась на несколько километров за счет обмеления и пересыхания верховий водотоков из-за интенсивных эрозионных процессов на водосборах [Дегтярь, 2002, Голосов, 2006]. Но в нашем исследовании проверить этот факт сложно в силу отсутствия вблизи истоков достаточного количества гидропостов. Исключения составили пункты р. Мокрая Панда – д. Курдюки и р. Сосна – д. Ивань 2-я, где наблюдательные посты находятся в пределах 20 км от истока. Скорость заиления по результатам исследования на этих створах составила 2.15 и 0.56 см/год соответственно, что подтверждает направление процессов вертикальных деформаций у истоков. Подобные выводы о преобладании процессов заиления верховий рек ЦЧР отмечены и в других работах [Спесивый и др., 2018].

Для проверки выявленных тенденций в рамках нашего исследования были проанализированы данные о глубинах рек и положении профилей русел в створах изучаемых постов на основе систематизации наиболее продолжительных измерений расходов воды, выполненных отделом гидрологии ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС». На рассматриваемых створах измерения расходов воды производятся по способу «скорость-площадь», при котором определяется средняя скорость в живом сечении потока и посредством промеров глубин устанавливается площадь водного сечения [Наставление..., 1978].

Таким образом, по разновременным промерам глубин нами были построены поперечные профили русел изучаемых рек за весь период наблюдений на фиксированных гидростворах (рис. 2).

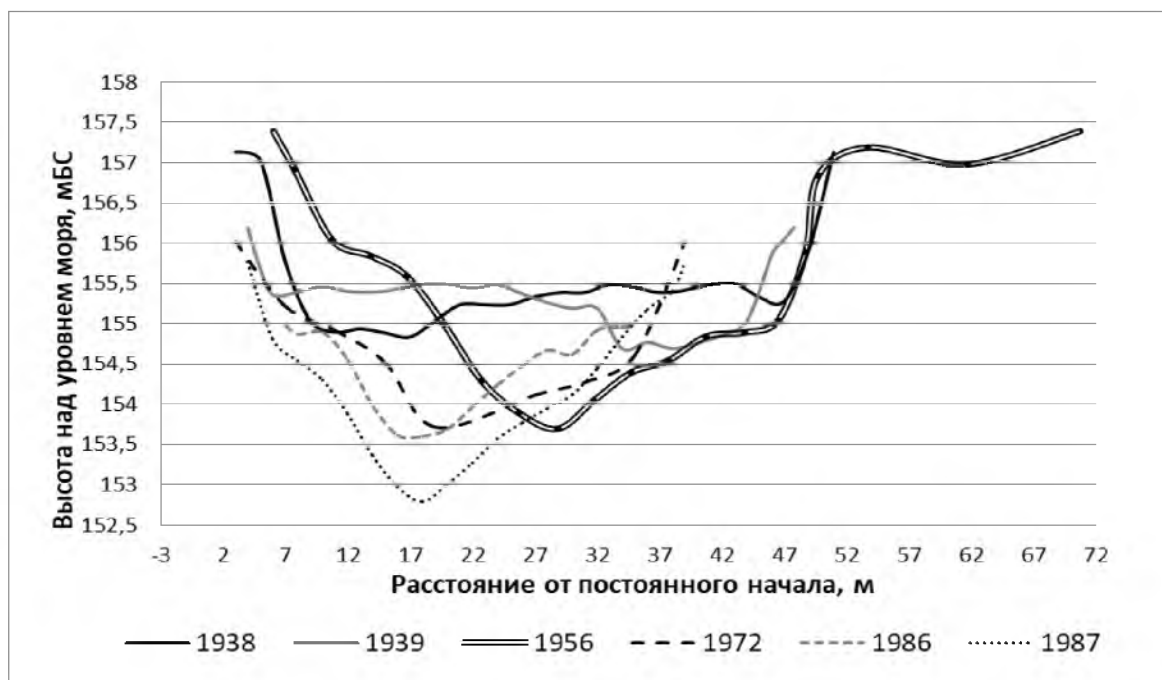


Рис. 2. Динамика поперечного профиля реки Сейм в створе гидропоста с. Лебяжье  
 Fig. 2. Dynamics of the transverse profile of the river Seim in the gauging station Lebyazhe

При изучении по каждому посту динамики изменения поперечного профиля русла было выявлено, что тенденции, установленные при анализе кривых  $H=f(Q_{\phi}, T)$ , подтверждаются фактическими промерами дна русла по выбранным гидростворам. Более того, наложение разновременных профилей позволило выявить не только вертикальные, но и горизонтальные деформации. Так, наблюдается размыв правого берега и смещение всего русла в плане на участке р. Сейм – с. Лебяжье (см. рис. 2).



Описанная классификация была применена в нашем исследовании (см. табл. 1, 2). В верхних течениях наблюдается преимущественно размыв русла, что соответствует первому динамическому типу. В средних течениях рек тенденция размыва уже выражена слабо или вовсе сменяется поднятием (3 тип). А в нижних течениях повсеместно отмечается заиление русла (2 динамический тип русла).

На направление и динамику исследуемого процесса влияет огромное количество факторов, таких как уклон участка реки, рельеф, лесистость, распаханность, динамика водности, гидротехнические сооружения, неотектонические движения и т. д. [Кумани М.В., Апухтин А.В., 2012]. При анализе связи направления и скорости деформаций с физико-географическими и антропогенными факторами в бассейне было установлено, что наиболее тесная связь исследуемого явления прослеживается с уклоном реки. В верхних течениях, обладающих наибольшими уклонами, наблюдается врезание русла, в нижних течениях – поднятие русла, в средних – относительный баланс. Это, прежде всего, связано с тем, что в верхней части реки, наряду с относительно высокой скоростью течения, вода еще не насыщена твердым стоком и обладает большим эрозионным потенциалом. По мере уменьшения уклона реки скорость течения снижается, что постепенно приводит к аккумуляции наносов.

Также немаловажным фактором вертикальных русловых деформаций является наличие гидротехнических сооружений [Кумани и др., 2008]. Пруды и водохранилища способствуют тому, что на створах, находящихся ниже по течению, наблюдается резкая тенденция к врезанию русла. Это объясняется тем, что водохранилища задерживают большую часть твердого стока, тем самым повышая эрозионную активность водного потока. Ярким примером такого влияния является створ р. Свапа – с. Старый город. Скорость врезания на этом участке достигает 1.5 см в год.

Таким образом, на направление и скорость вертикальных русловых деформаций в условиях ЦЧР влияет большое количество факторов. Разделение их по степени влияния на исследуемый процесс планируется в качестве задачи нашего дальнейшего исследования.

### **Заключение**

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

В целом на большинстве створов динамика вертикальных деформаций соотносится с транспортирующей способностью рек. Наблюдается некоторое выполаживание русел рек путем врезания верхних течений и поднятия нижних.

На территории ЦЧР невозможно выделить преобладающий динамический тип русел. Направление и скорость вертикальных деформаций определяются множеством факторов, индивидуальным для каждого конкретного створа. Влияние антропогенного фактора на изучаемые процессы характеризуется двойственностью. С одной стороны, на некоторых реках (участках рек) равномерное заиление русла связано, прежде всего, с сильной сельскохозяйственной освоенностью водосбора и выносом большого количества биогенного и эрозионного вещества, приводящего к зарастанию и заилению реки (р. Псел). На других реках (Свапа) просматривается тенденция активного размыва из-за строительства прудов и водохранилищ, перехватывающих твердый сток.

Общей чертой для большинства рек является наличие некоторого снижения скорости врезания или увеличение скорости заиления в период 1970–80 гг. Это вероятнее всего связано с заборами воды на заполнение большого количества прудов, построенных в этот период, и, как следствие, с уменьшением водности в период половодья. В дальнейших исследованиях планируется количественная оценка факторов руслоформирования, изучение динамики вертикальных русловых деформаций во времени под влиянием изменений климата, гидрологического режима рек и характера антропогенной нагрузки.



**Благодарности**

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18–35–00614 мол\_а.*

**Список литературы****References**

1. Алексеевский Н.И. 1998. Формирование и движение речных наносов. М., МГУ: 202.  
Alekseevskiy N.I. 1998. Formirovaniye i dvizheniye rechnykh nanosov [Formation and movement of river sediments]. Moscow, MGU: 202. (in Russian)
2. Апухтин А.В., Кумани М.В. 2012. Современные изменения условий формирования слоя стока весеннего половодья рек Курской области. Ученые записки: электронный научный журнал Курского гос. университета, 1 (21): 23–38.  
Arukhtin A.V., Kumani M.V. 2012. Modern changes in the conditions for the formation of the runoff layer in the spring high waters of the rivers of the Kursk region. Scientific notes: electronic scientific journal of Kursk state University. 1 (21): 23–38. (in Russian)
3. Апухтин А.В., Кумани М.В. 2015. Многолетняя динамика основных элементов весеннего стока малых и средних рек Центрального Черноземья. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки, 21 (218): 114–120.  
Arukhtin A.V., Kumani M.V. 2015. Longstanding dynamics of basic elements of the spring drain of small and medium rivers of the Central Chernozem Region. Belgorod State University Scientific bulletin. Natural Sciences, 21 (218): 114–120. (in Russian)
4. Голосов В.Н. 2006. История и современные тенденции изменения состояния малых рек Среднерусской возвышенности. В кн.: XXI пленарное межвузовское совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Чебоксары, ЧГУ: 12–16.  
Golosov V.N. 2006. History and modern trends in the state of small rivers of the Central Russian Upland. In: XXI plenarnoe mezhvuzovskoe soveshchanie po probleme erozionnykh, ruslovykh i ust'evykh protsessov [XXI plenary interuniversity meeting on the problem of erosion, channel and estuary processes]. Cheboksary, Cheboksary state University: 12–16. (in Russian)
5. Гусаров А.В. 2013. Оценка русловой и бассейновой составляющих эрозии стока взвешенных наносов в речных бассейнах. Геоморфология, 2: 31–38.  
Gusarov A.V. 2013. Estimation of the channel and basin components of erosion of suspended sediment flow in river basins. Geomorphology RAS, 2: 31–38. (in Russian)
6. Дегтярь А.В. 2002. Освоение территории и деградация рек Белгородской области (на примере бассейнов Ворсклы и Везелки). В кн.: Историческая геоэкология, география и природопользование: новые направления и методы исследования: материалы II междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, 15–18 апреля 2002 г.). СПб., Изд-во РГГМУ: 91–91.  
Degtyar A.V. 2002. Development of the territory and degradation of the rivers of the Belgorod region (on the example of the basins of Vorskla and Vezelki) // Istoricheskaya geoekologiya, geografiya i prirodopol'zovanie: novyye napravleniya i metody issledovaniya: materialy II mezhdunar. nauch. Konf [Historical geoecology, geography and nature management: new directions and methods of research: materials of the II International Scientific Conference] (St. Petersburg, April 15–18, 2002). Saint-Petersburg, Publishing house Russian State Hydrometeorological University: 91–91. (in Russian)
7. Двинских С.А., Девяткова Т.П., Китаев А.Б., Тереханова Т.А. 2012. Динамика кривых расходов воды как индикатор русловых процессов. Географический вестник, 4 (23): 30–40  
Dvinskikh S.A., Devyatkova T.P., Kitaev A.B., Terekhanova T.A. 2012. The dynamics of water flow curves as an indicator of channel processes. Geographical Bulletin, 4 (23): 30–40. (in Russian)
8. Караушев А.В. 1960. Проблемы динамики естественных водных потоков (монография). Л., Гидрометиздат: 345–346;  
Karaushev A.V. 1960. Problemy dinamiki estestvennykh vodnykh potokov [Problems of the dynamics of natural water currents] – Leningrad, Gidrometizdat: 345–346. (in Russian)
9. Кумани М.В. 2003. Способы регулирования почвенно-эрозионных процессов и гидрологического режима агроландшафтов Центрально-Черноземной зоны. Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. Курск, КГУ, 49.  
Kumani M.V. Methods of regulating soil-erosion processes and hydrological regime of agrolandscapes of the Central Black Earth Zone. Abstract. dis. ... doc. geogr. sciences. Kursk, KSU, 49. (in Russian)



10. Kumani M.V. 2004. Assessing the effect of agricultural production on the organic and biogenic matter runoff into the Psel River. *Water Resources*, 31 (1): 79–84.

11. Кумани М.В., Апухтин А.В. 2012. Весеннее половодье в бассейне р. Сейм. Условия формирования, современные изменения, расчет рисков затопления. Germany, LAP Lambert Akademik Publishing AG & Co. KG: 80.

Kumani M.V., Apukhtin A.V. 2012. Spring high water in the basin of the river Seim. Formation conditions, modern changes, calculation of flooding risks. Germany, LAP Lambert Akademik Publishing AG & Co. KG: 80. (in Russian)

12. Кумани М.В., Борзенков А.А., Попков Р.А., Соловьева Ю.А. 2008. Влияние горных работ Михайловского ГОКа на экологическое состояние поверхностных вод. В кн.: Месторождения природного и техногенного сырья. Материалы Международной конференции, посвященной 90-летию Воронежского государственного университета (г. Воронеж, 6–7 февраля 2008 г.). Воронеж, ВГУ: 313–315.

Kumani M.V., Borzenkov A.A., Popkov R.A., Solov'eva Yu.A. 2008. Influence of mining works of Mikhailovsky GOK on the ecological state of surface waters. *Mestorozhdeniya prirodnogo i tekhnogennoogo syrya. Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii [Deposits of natural and technogenic raw materials. Materials of the International Conference] (Voronezh, 6-7 February 2008). Voronezh, VSU: 313–315/ (in Russian)*

13. Кумани М.В., Голосов В.Н. 2015. О влиянии природно-антропогенных факторов на модули стока наносов равнинных рек. В кн.: Тридцатое межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (юбилейное). Набережные Челны, ФГБОУ ВПО НЧГИСПТР: 160–161.

Kumani M.V., Golosov V.N. 2015. On the influence of natural-anthropogenic factors on the runoff modules of sediments of flat rivers. In: *Tridtsatoye mezhvuzovskoye koordinatsionnoye soveshchanie po probleme erozionnykh, ruslovykh i ust'evykh protsessov (yubileynoye) [The Thirtieth Interuniversity Coordination Meeting on the Problem of Erosion, Channel and Estuary Processes (Jubilee)]. Naberezhnye Chelny, Naberezhnye Chelny Institute of social and pedagogical technologies and resources: 160–161. (in Russian)*

14. Кузьменко Я.В., Лисецкий Ф.Н., Нарожняя А.Г. 2012. Применение бассейновой концепции природопользования для почвоводоохранного обустройства агроландшафтов. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 1-9 (14): 2432–2435.

Kuzmenko Ya.V., Liseckij F.N., Narozhnyaya A.G. 2012. Application of the basin concept of nature management for soil conservation protection of agrolandscapes. *The Journal of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 1–9 (14): 2432–2435.

15. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. 1986. Русловые процессы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 264.

Makaveev N.I., Chalov R.S. 1986. *Ruslovyye protsessy [Channel process]. Moscow., Moscow University publishing house, 264. (in Russian)*

16. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6, ч. 1. Гидрологические наблюдения и работы на больших и средних реках / под ред. О.Н. Потаповой. Л., Гидрометеиздат, 1978.

*Nastavlenie gidrometeorologicheskim stantsiyam i postam. Vyp. 6, ch. 1. Gidrologicheskie nablyudeniya i raboty na bol'shikh i srednikh rekakh [Manual of hydrometeorological stations and posts. Issue 6, Part 1. Hydrological observations and work on large and medium rivers] / Ed. O.N. Potapovoy. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1978. (in Russian)*

17. Реки и водные объекты Белогорья / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Дегтярь, Ж.А. Буряк и др. Белгород, Константа, 2015.

*Reki i vodnye obekty Belogorya [The rivers and water bodies of Belogorie] / F.N. Lisetskiy, A.V. Degtyar', Zh.A. Buryak and other. Belgorod, Konstanta, 2015. (in Russian.)*

18. Спесивый О.В., Павлюк Я.В., Полумордвинов Н.С. 2018. Заиление рек Белгородской области. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки*, 1 (42): 80–88.

Spesiviy O.V., Pavlyuk Ya.V., Polumordvinov N.S. 2018. Evaluation of siltation of the Belgorod Oblast Rivers. *Belgorod State University Scientific bulletin. Natural Sciences*, 1 (42): 80–88. (in Russian)

19. Физико-географическое районирование Центрально-Черноземных областей / под. ред. проф. Ф.Н. Милькова. Воронеж, Издательство Воронежского университета, 1961.



Fiziko-geograficheskoe rayonirovanie Tsentral'no-Chernozemnykh oblastey [Physico-geographical zoning of the Central Black Earth region] / Ed. F.N. Milkov. Voronezh, Voronezh University publishing house, 1961. (in Russian)

20. Чалов Р.С. 2000. Русловые процессы на малых равнинных реках как особый тип русловых процессов. В кн.: Процессы и экологическая обстановка в бассейнах малых рек. Ижевск, Удмурт. Ун-т: 11–16.

Chalov R.S. 2000. Channel processes on small flat rivers as a special type of channel processes. In: Protsessy i ekologicheskaya obstanovka v basseynakh malykh rek [Processes and ecological situation in the basins of small rivers]. Izhevsk, Publishing house of Udmurt University: 11–16. (in Russian)

21. Чалов Р.С. 2008. Русловедение: теория, география, практика. Т. 1. Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. М., Издательство ЛКИ: 608.

Chalov R.S. 2008. Ruslovedenie: teoriya, geografiya, praktika. T. 1: Ruslovye protsessy: faktory, mekhanizmy, formy proyavleniya i usloviya formirovaniya rechnykh rusel [Riverbed science: theory, geography, practice. Vol.1: Channel processes: factors, mechanisms, form of manifestation and forming conditions]. M.: Publishing house LCI, 608. (in Russian)

22. Чеботарев А.И. 1978. Гидрологический словарь. Л.,: Гидрометеиздат, 226.

Chebotarev A.I. 1978. Hidrologicheskiy slovar [Hydrological dictionary]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 226. (in Russian)

#### Ссылка для цитирования статьи

Меркулова М.А., Павлюк Я.В. Изучение вертикальных русловых деформаций в пределах юга Европейского Центра России // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2018. Т. 42, № 2. С. 203–213. doi: : 10.18413/2075-4671-2018-42-2-203-213

Merkulova M.A., Pavlyuk Ya.V. The study of vertical channel deformations within the south of the European Center of Russia // Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences series. 2018. V. 42, № 2. P. 203–213. doi: : 10.18413/2075-4671-2018-42-2-203-213