

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геоморфологии и  
геоэкологии

**Выявление условий, определяющих типы руслового процесса  
на отдельных участках реки Медведицы (в пределах  
Саратовской области)**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студентки 4 курса 421 группы

направления 05.03.02 – География

географического факультета

Морозовой Елены Алексеевны

Научный руководитель  
старший преподаватель  
должность, уч. степень, уч. звание

Т. В. Горбовская

дата, подпись

Заведующий кафедрой  
к.с-х.н., доцент  
должность, уч. степень, уч. звание

В.А. Гусев

дата, подпись

Саратов 2018 год

**Введение.** Актуальность работы определяется тем, что результаты работы могут быть полезны при решении задач эксплуатации различных сооружений, своевременного прогнозирования чрезвычайных ситуаций и обустройства водоохраных зон на реках Саратовской области. Высокая степень эрозионного расчленения поверхности бассейна реки Медведицы, из года в год изменяющееся русло и резкий подъём уровня воды в период весеннего половодья дают весомые основания для проведения теоретических исследований и оценки изменений подводного рельефа.

Целью данной выпускной квалификационной работы является изучение изменения морфологии русла реки Медведицы и выявление условий, определяющих эти изменения. При этом важно рассмотреть механизм процессов, протекающих в русле и на пойме реки.

*Задачи исследования:*

- описание руслоформирующих и пойменных процессов;
- составление краткой характеристики основных физико-географических условий бассейна реки Медведицы (в пределах Саратовской области);
- проведение анализа изменения основных морфометрических характеристик по данным полевого обследования нескольких морфостворов реки Медведица (в пределах Саратовской области);
- проведение обработки данных в программах Microsoft Office Excel 2007 и MapInfo Professional 2012;
- выявление основных условий реки Медведица, которые оказывают влияние на русловые процессы;
- изучение продольных деформаций береговой линии и размеров русла;
- составление представлений о естественных процессах изменения русла реки Медведица на всём её протяжении в пределах Саратовской области;
- составление рекомендаций для использования результатов проведенного исследования в решении некоторых практических задач.

*Методы исследования.* В ходе исследования использовались следующие методы: описательный, сравнительно-географический, статистический картографический, использование геоинформационных технологий, сравнительно-аналитический.

*Материалы исследования.* Выпускная квалификационная работа написана на основе изучения научной, учебной и справочной литературы, а также с использованием фондовых материалов кафедры геоморфологии и геоэкологии и лаборатории геоинформатики и тематического картографирования географического факультета СГУ по полевому обследованию реки Медведицы в пределах Саратовской области.

*Структура и объем работы.* Бакалаврская работа состоит из введения, четырёх разделов, заключения, списка использованных источников (23 наименования) и пяти приложений. В данной бакалаврской работе все рисунки и таблицы вынесены в приложение. Объем работы составляет 67 страниц машинописного текста. Разделы бакалаврской работы имеют следующие названия:

- 1) типы русловых процессов равнинных рек и факторы, их определяющие;
- 2) особенности взаимодействия потока и подстилающей поверхности в пределах различных морфологических элементов;
- 3) физико-географическая характеристика бассейна реки Медведицы;
- 4) результаты гидролого-морфологического анализа исследуемой территории.

### **Основное содержание работы.**

**1 Типы русловых процессов равнинных рек и факторы, их определяющие.** В первом разделе рассматриваются типы русловых процессов равнинных рек и факторы, их определяющие. На формирование различных типов русловых процессов оказывают влияние естественные и антропогенные факторы.

Развитие русловых процессов определяют такие активные природные руслоформирующие факторы как течение воды в русле реки, ледовые явления, растительность, ветер, вечная мерзлота и другие. Активным руслоформирующими факторам противостоят природные ограничивающие факторы: базис эрозии, выходы трудноразмываемых пород, коренные борта долины и другие.

Руслоправительные дамбы (продольные дамбы), кольматирующие (заилевающие) регуляционные сооружения, сооружения для укрепления берегов предотвращают размыв, водохранилища и другие сооружения уменьшая размыв берегов на одном участке, провоцируют размыв дна или активизируют разрушение берегов ниже или выше по течению. Вырубки леса в бассейне реки приводят к изменению объема и режима стока. Наличие в русле крупногабаритных объектов и большого количества водной растительности приводит к стеснению русла и к образованию локальных размывов.

Помимо этого руслоформирующими факторами могут быть: отношение максимальной высоты руслоформирующего расхода к высоте поймы, транспортирующая способность потока, ограничивающие условия и другие.

Типами русловых процессов по классификации Р.С.Чалова [1] в неразветвленных руслах, формируемых при малой затопляемости поймы, могут являться: осередковый тип, побочневый тип, ограниченное меандрирование, свободное меандрирование.

Разветвленные участки в руслах с большей затопляемостью поймы Р.С.Чалов [1] разделяет на следующие типы: поймы с осередками в разветвленном русле, побочневый тип пойм в разветвленном русле, прорванное (незавершенное) меандрирование, меандрирование рукавов разветвленного русла.

**2 Особенности взаимодействия потока и подстилающей поверхности в пределах различных морфологических элементов.** Взаимодействие потока и подстилающей поверхности в пределах русла определяется объёмом воды, находящемся в русле реки, а также механическими, физическими и химическим свойствами грунтов, слагающих долину реки. Для описания взаимодействия водного потока и частиц грунтов гидрологами составлено большое количество формул, которые описывают процесс в общем и отдельные моменты взаимодействия в частности.

Пойма влияет на процессы, происходящие в русле, через следующие условия:

- стойкость берегов поймы к действию водного потока и поступлению в него размытого материала;
- трансформация способности водного потока переносить вещество во время подтопления поймы;
- изменение условий взаимовлияния руслового и пойменного потока при перемене расположения русла и поймы;
- возникновение локализованного выхода воды при высоких уровнях на пойму (попадание ненагруженных взвесями вод поймы в русло реки, причём именно рельеф поймы способствует интенсивной аккумуляции на ней наносов);
- своеобразие элементов литологического строения поймы, которые обязаны своей уникальностью неровностям размываемы пойменных берегов [1]. Скорость разрушения уступов берегов напрямую связана с их геологическим строением и высотой (более высокий уступ дольше размывается). Если уступ более высокий, то с его единицы длины будет поступать в русло больший объём разрушенного материала. Это уменьшит способность потока к размыву. Для прогнозирования взаимодействия потока и уступов берегов К.М. Берковичем была предложена формула отступания берега  $C$  (в м/год) [2]:

$$C = K \frac{Q^2 I}{d H_6},$$

где  $Q$  – средний многолетний расход воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ );

$K$  – коэффициент  $(\text{м}^3/\text{с})^{-1}$ , зависящий от размера реки;

$I$  – уклон потока ( $\text{м}/\text{км}$ );

$d$  – крупность отложений, слагающих берег ( $\text{мм}$ );

$H_6$  – высота берега над меженным уровнем воды ( $\text{м}$ );

$K$  — коэффициент  $(\text{м}^3/\text{с})^{-1}$ , зависящий от размера реки: при среднегодовом расходе  $Q > 5000 \text{ м}^3/\text{с}$  и ширине реки  $b_p > 15000 \text{ м}$  (крупнейшие реки) он равен  $0,95 \cdot 10^{-5}$ , при  $Q < 300 \text{ м}^3/\text{с}$  и  $b_p < 50 \text{ м}$  (малые реки)  $5,5 \cdot 10^{-3}$ .

Максимальная скорость разрушения уступа берега отмечается там, где к нему приближается стрежень потока. Неоднородность состава геологического строения уступов берегов является причиной разной интенсивности их отступания. В том случае, если по модулю уклон больше  $1 \text{ м}/\text{км}$ , то это будет препятствовать размыву уступов. Если по модулю крупность частицы меньше  $1 \text{ мм}$ , то это тоже усилит размыв. Если высота берега невелика и форма живого водного сечения напоминает треугольник, острый конец которого обращён в сторону исследуемого берега, то такой берег нельзя считать уступом, потому что это зона аккумуляции.

При впадении близких по водности потоков величина обмеления при подпоре будет следствием относительной насыщенности воды наносами, диаметра наносов сливающихся рек, согласованности периодов действия руслоформирующих расходов со временем возникновения подпорных явлений. Подпор оказывает достаточно большое влияние на перекаты, особенно при подъёме уровня воды в половодье и действии его пика.

**3 Физико-географическая характеристика бассейна реки Медведицы.**  
Исследуемый участок расположен на территории Саратовской области, его протяжённость составляет 345 км. В верховьях река имеет широтное

направление течения, ниже города Петровска река Медведица изменяет направление течения на меридиональное. Общее направление течения - юго-восточное.

На формирование гидрологического режима реки большое влияние оказывают тектоническое строение, климат, геологическое строение, рельеф, растительность, почвы.

*Геология.* Породы, слагающие территорию исследуемого бассейна, относятся к группам мезозойского и кайнозойского возраста [3].

*Тектоника.* Кристаллический фундамент в юго-восточной части Русской плиты залегает на большой глубине, а осадочные горные породы имеют сложное строение. Они образуют складки разных размеров, формы и времени формирования. Наиболее крупными из них являются структурные формы первого порядка, такие как Воронежская антеклиза и Рязано-Саратовский прогиб.

*Рельеф.* В целом рельеф Саратовского Поволжья имеет неоген-четвертичный возраст [3]. Олигоценовая денудационная равнина развита в пределах Волго-Медведицкого водораздела. Денудационная равнина позднечетвертичного возраста занимает самые западные районы области [3]. В ее пределах расположены бассейны правых притоков реки Медведицы. История формирования бассейна реки Медведица датируется плейстоценовым возрастом и тесно связана с оледенениями [4].

*Климат.* Характерными особенностями климата исследуемой территории являются континентальность, засушливость и большая изменчивость от года к году.

**4 Результаты гидролого-морфологического анализа исследуемой территории.** Русло реки Медведицы очень изменчиво. При этом образуются крутые меандры с наименьшим радиусом кривизны 80-100 м. В верхнем течении реки на многих участках русло углубляется (например, на участках

крутых поворотов русла). В среднем и нижнем течении формируются песчаные отмели и острова.

Скорость течения реки Медведицы в межень на плесах изменяется от 0,3 до 0,4 м/сек [4]. В период весеннего половодья скорость на стрежне реки достигает максимального значения 4 м/сек (по данным водомерного поста пгт. Лысые горы) [4]. Дно преимущественно песчаное, местами глинистое, в плесах заиленное, на перекатах песчаное с обломками коренных пород разного размера и окатанности.

По гидрологическому режиму река Медведица относится к типу рек смешанного питания. В основном питание снеговое, в меньшей степени питание осуществляется за счёт грунтовых и дождевых вод.

Форма русла реки Медведицы в плане отличается большим разнообразием. Так, на искривленных участках, профиль дна реки асимметричный. При этом вертикаль с большей глубиной смещена ближе к вогнутому берегу. Форма поперечных сечений русел с динамическим равновесием может быть схематизирована в виде параболы.

$$N = 2/3H_{\max} - H_{cp} \quad [5]$$

$N$  – разность;

$2/3H_{\max}$  –  $2/3$  максимальной глубины (м);

$H_{cp}$  – средняя глубина (м).

Если величина  $N$  с положительным знаком, то на профиле выявляются положительные структуры дна и значительная мелководная часть (перекат); если  $N$  с отрицательным знаком, то на профиле наблюдаются большие глубины (плёс).

Река Медведица является равнинной рекой. Это определяется тем, что ширина её русла близка к смоченному периметру, а величина гидравлического радиуса близка к средней глубине.

Уклон русла реки Медведицы в пределах исследуемого участка плавно уменьшается от истока к устью, но встречаются участки резкого изменения

уклона. Это свидетельствует о наличии тектонического поднятия. Величины средних глубин реки Медведицы изменяются в больших пределах. Значение максимальной глубины по всем морфостворам реки Медведицы достаточно сильно изменяется. Согласно данным полевых измерений, проведенных по морфостворам, средняя скорость течения реки Медведицы может принимать различные значения.

Характерной формой русла в плане является сегментная. В среднем и нижнем течении встречаются сложные сегментные излучины большого радиуса, осложнённые более молодыми и менее развитыми излучинами. Встречается также синусоидальные. Омеговидные, сундучные, заваленные излучины встречаются редко. Прорванные излучины характерны для верхнего течения реки Медведицы. Это, вероятно, связано с тем, что во время половодья русло не способно вместить в себя водный поток большего объёма, обладающей большей способностью к размыву.

Большое значение степени развитости излучены связано с развитием и перемещением излучины в пространстве. Чем больше отношение шага излучины ( $l$ ) к длине излучены ( $L$ ), тем больше излучина размывает вогнутый берег и перемещается перпендикулярно общему направлению течения реки. Чем меньше отношение  $l$  к  $L$ , тем меньше размыв берегов и тем моложе излучина.

Наибольшее соотношение стрелы прогиба ( $h$ ) к длине излучины ( $L$ ) наблюдается на тех участках реки, где меандрирование развито в наибольшей степени. Наименьшее значение соотношения стрелы прогиба ( $h$ ) к длине излучины ( $L$ ) наблюдается на морфостворах, где излучины находится в начальной стадии развития.

Автором данной работы были определены значения показателя формы излучины как отношение радиуса излучины ( $r$ ) к стреле прогиба ( $h$ ). Установлено, что наибольшее значение показателя формы наблюдается на

морфостворе № 10, что связано древностью и стадией развития излучины. Молодые излучины имеют меньшее значение показателя формы.

Врезанные излучены в пределах бассейна реки Медведицы не встречаются. Все излучены приуроченные к морфостворам, за исключением одной, относятся к свободным.

Чтобы найти средний многолетний расход воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) нужно использовать следующую формулу [2]:

$$Q = (M_0 F) / 10^3,$$

где  $F$  – площадь водосбора ( $\text{км}^2$ ),

$M_0$  – модуль стока ( $\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$ ).

Для того, чтобы найти модуль стока, нами была использована карта «Средний годовой сток рек Приволжского экономического района». Карта была обработана в программе MapInfoProfessional 12.0. Сначала на карте были зарегистрированы координаты, была присвоена проекция, затем в той же проекции был созданы таблицы и оцифрована информация в слоях «Граница бассейна реки Медведица», «Гидрография», «Изолинии среднего многолетнего стока». Была добавлена информация о координатах морфостворов из таблицы Microsoft Office Excel и создан слой «Морфостворы». Затем была создана тематическая карта «Изолинии среднего многолетнего стока бассейна реки Медведица», тип тематической карты «TIN – поверхность», данный тип карт позволяет автоматически интерполировать данные и узнать значение данных в любой точке построенной карты. Данные с построенной карты были переведены в ( $\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$ ).

Чем больше высота берегового уступа  $H_b$ , тем меньше будет размыв. Чем крупнее диаметр частицы, тем большую энергию водному потоку нужно затратить, чтобы её переместить. Поэтому с увеличением диаметра частиц транспортирующая способность уменьшается. Но в естественных условиях на размыв береговых уступов оказывает влияние целый комплекс сил.

Поэтому, по нашему мнению, в вышеуказанной формуле не учитывается взаимодействие частиц грунта между собой.

Для исследуемого участка реки Медведицы характерна меандрирующая пойма. В верховьях есть участки, где пойма узкая и двусторонняя. Пойма относится к сегментной ровная, что характерно для большинства морфостворов. Встречается сегментно-гривистый тип поймы. Такой тип поймы как сегментно-островная характерен для среднего течения. Островной тип поймы отмечается в нижнем течении.

Русловые и пойменные образования в долине реки Медведицы разнообразны. Встречаются крутые старицы, пологие старицы, сильно изогнутые гривы, слабо изогнутые гривы, осерёдки и острова. Чем дальше от истока, тем более сложным становится рельеф поймы.

Таким образом, методика определения поймы, разработанная профессором Р.С.Чаловым [1] с использованием геоморфологического подхода, позволяет более точно определять границы водоохраных зон.

**Заключение.** В данной работе рассматривалась равнинная река Медведица. Все факторы формирования русла данной реки можно разделить на две группы естественные и антропогенные. К естественным факторам формирования русла относятся: климатические, геологические, тектонические, орографические. К антропогенным факторам относятся: зарегулированные русла, технические сооружения (плотина малой ГЭС, мосты, трубопроводы и другие), влияние сельскохозяйственных мероприятий и угодий, различного размера и происхождения мусор в русле.

Русловой процесс, прежде всего, отражает процессы, происходящие в настоящее время на исследуемой территории. На отдельных участках русловой процесс является отражением истории развития рельефа речного бассейна и его тектонического плана.

Гидролого-морфологический анализ исследуемой территории соединяет качественный анализ (пространственное размещение форм

рельефа, оценка очертаний геоморфологических элементов долины в плане) и обработку количественных показателей методами математической статистики.

От истока к устью возрастает величина таких параметров излучин, как радиус ( $r$ ), длина ( $l$ ), шаг ( $L$ ), стрела прогиба ( $h$ ). Общие тенденции отношений  $l/L$ ,  $h/L$  и  $r/h$  изменяются в соответствии с изменением условий увлажнения, тектонического плана и литологии пород.

Для равнинной реки Медведицы характерно чередование плёсов и перекатов. Более интенсивный подмыв уступов правого берега объясняется действием силы Кориолиса. Параболическая форма русла наиболее характерная для реки Медведицы, что свидетельствует о равновесии процессов разрушения и аккумуляции (преобладании транспорта наносов из верхнего течения в нижнее). Нами отмечен, что достаточно часто наблюдается процесс углубления русла; процесс размыва одного из берегов встречается значительно реже.

#### **Список использованных источников.**

1. Чалов, Р.С. Русловедение: теория, география, практика / Р.С. Чалов Т.2: Морфодинамика речных русел. М.: КРАС АНД, 2011. 960 с.
2. Беркович, К.М. Русловые процессы на реках в сфере влияния водохранилищ / К.М. Беркович. М.: Географический факультет МГУ, 2012. 163 с.
3. Физико-географический очерк [Электронный ресурс]: refdb.ru. URL: <https://refdb.ru/look/1186302-pall.html> (дата обращения 04.03.18). Загл. с экрана. Яз.рус.
4. Определение границ водоохраных зон и границ прибрежных защитных полос реки Медведицы на территории Саратовской области: отчёт о НИР / СГУ им. Н. Г. Чернышевского; рук. Горбовская Т. В., исполн. Данилов В.А. [и др.]. 2012. 62 с.