

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.  
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

**Применение открытых цифровых моделей рельефа для обеспечения  
эколого-геоморфологических исследований (на примере бассейна реки  
Медведица)**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 246 группы

направления 05.04.06 - Экология и природопользование

географического факультета

Волковой Алины Владимировны

Научный руководитель  
старший преподаватель



Д.П. Хворостухин

Зав. кафедрой  
доцент, к.с.-х.н., доцент



В.А. Гусев

Саратов 2022

**Введение.** Оценка экологического состояния природной среды в условиях повышенного антропогенного воздействия является одной из насущных проблем природопользования и геоэкологии, решения которой имеют большую фундаментальную и практическую важность.

*Актуальность исследования.* В настоящее время существует множество различных подходов и методов оценки экологического состояния территории, включая различные составляющие, такие как атмосфера, почва, биота и вода и ландшафт в целом. Однако рельеф в них пока не нашел надлежащего отражения. Решение этой проблемы возможно на основе анализа экологического и геоморфологического состояния территории с учетом бассейновой организации. Бассейновая организация в большинстве своем определяет процесс переноса, накопления материала, включая то, что происходит от экономической деятельности человека.

Для того чтобы выявить экологическое и геоморфологическое состояние территорий бассейна, необходимо оценить ее геоморфологические и экологические составляющие. Геоморфологическая составляющая представляет особенности рельефа, создающие благоприятное условие или препятствующие распространению загрязненности на соседних территориях.

Экологическую составляющую можно определить интенсивностью хозяйственной деятельности человека, которая продуцирует загрязнения, и оценивают антропогенную нагрузку как количественную меру воздействия человека в природных системах в виде выделения, привлечения или перемещения энергии и вещества.

В связи с этим, *целью магистерской работы* является Моделирование водосборного бассейна реки Медведица на основе данных глобальных цифровых моделей рельефа для эколого-геоморфологических исследований.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить *следующие задачи:*

- 1 Рассмотрение понятий и классификаций ЦМР;

- 2 Изучение основных понятий в области экологической геоморфологии;
- 3 Выбор модели из доступных глобальных ЦМР и ее обработка;
- 4 Выбор методики для эколого-геоморфологической оценки бассейна реки Медведица;
- 5 Проведение гидрологического моделирования бассейна реки Медведица;
- 6 Расчет морфометрических показателей;
- 7 Изучение антропогенной нагрузки на территорию бассейна реки Медведица;
- 8 Анализ на основе полученных данных эколого-геоморфологического состояния территории.

*Материалы исследования.* Основными источниками для написания работы послужили литературные источники, электронные ресурсы, учебно-методические материалы. Также в работе использовалось лицензионное программное обеспечение, предоставленное учебной лабораторией геоинформатики и тематического картографирования.

Были определены следующие рассматриваемые положения:

1 положение: Использование открытых глобальных цифровых моделей рельефа в эколого-геоморфологических исследованиях возможно при условии их предварительной обработки.

2 положение: Данных государственной статистики и гидрологически корректной цифровой модели рельефа достаточно для проведения комплексного эколого-геоморфологического исследования бассейнов средних и малых рек.

Работа изложена на 66 страницах печатного текста, состоит из введения, пяти разделов, заключения и списка использованных источников, включающего 37 наименований, а так же 9 приложений и включает в себя 14 рисунков и 1 таблицу.

Работа основана на методологических основах проведения эколого-геоморфологического анализа территории, предложенных В.В. Скрипко, а также научных трудах В. И. Кружалина, Б. А. Новаковского.

### **Основное содержание работы.**

#### **1 Понятие об экологической геоморфологии**

Экологическая геоморфология — наука, изучающая взаимные связи между рельефом и средой жизни организмов, в том числе и человека. В настоящий момент в геоморфологии накоплен значительный опыт экологического обобщения, а так же различные результаты его применения в практической деятельности. Несмотря на то, что существует некая неопределенность и непоследовательность в понятии «экологические формы рельефа», это важное и перспективное направление, способное помочь решению многих экологических проблем. Традиционно геоморфологические исследования используются в области сельского хозяйства при обосновании и разработке рекомендаций по защите от эрозии сельскохозяйственных угодий. Практические результаты этих исследований подтверждают, что без тщательного изучения особенностей проявления эрозионных процессов, морфометрических особенностей рельефа, закономерностей его строения, без определения направления течения формирования современного рельефа, невозможно найти решение данной проблеме [1].

#### **2 Цифровые модели рельефа, как инструмент эколого-геоморфологических исследований**

Под *цифровой моделью рельефа* (ЦМР) понимается *средство цифрового представления трехмерных пространственных объектов (поверхностей или рельефов) в виде трехмерных данных, образующих множество высотных отметок (отметок глубин) и иных значений аппликата (координаты Z) в узлах регулярной или нерегулярной сети или совокупность записей горизонталей (изогипс, изобат) или иных изолиний* [2].

Цифровые модели рельефа - одни из первых потомков математического и картографического моделирования - уже давно применяются на практике и

используются в различных прикладных исследованиях. Возможности использования цифровых моделей рельефа в экологических и геоморфологических исследованиях заключаются в следующем. Сначала на основе ЦМР создается гипсометрическая карта, а анализ моделей и составление кривых распределения абсолютных высот позволяют выявить характерные ступени и перепады высот (которые могут быть следствием различия генезиса форм рельефа, влияния различных факторов рельефообразования), а не следовать традиционной гипсометрической шкале, которая часто приводит к потере информации. Во-вторых, мы можем создать трехмерную модель интересующей нас поверхности, чтобы получить более наглядное объемное представление.

На основе действий с цифровыми моделями можно составить карту изобазит и толщин дренажного слоя водотоками различного порядка. Объединив ЦМР с слоем водотоков, сможем очень точно определить абсолютные высоты устьев водотоков любого порядка. На основе этих меток строится новый ЦМР и получаются изолинии базисной поверхности для каждого порядка. Каждая последующая поверхность, по-видимому, касается дна эрозионных форм предыдущего порядка [3].

### **3 Методика оценки эколого-геоморфологического состояния территории**

Оценка экологического и геоморфологического состояния проводится по методике В.В. Скрипко, основанной на исследованиях В. И. Кружалина, Б. А. Новаковского и соавторов. Чтобы определить экологическое и геоморфологическое состояние территории, необходимо оценить ее геоморфологические и экологические компоненты.

Методологической основой для изучения геоморфологического компонента стал морфометрический анализ бассейнов рек. В качестве операционной единицы для анализа бассейна выбираются бассейны третьего порядка, для которых рассчитываются структурные индексы, характеризующие структуру бассейна: индекс бифуркации (ИСБ), индекс

структуры площадей (ИСП), индекс структуры длины (ИСД), индекс структуры уклона (ИСУ). Экологический компонент рассматривается как количественная мера воздействия человека на природные системы в форме извлечения, введения или движения вещества и энергии при оценке антропогенного воздействия [4].

#### **4 Расчет элементарных характеристик водосборных бассейнов на основе ЦМР**

Данный раздел включает в себя основные понятия и характеристики водосборных бассейнов, технологию и этапы их создания, а так же определение на их основе гидрологических характеристик. Одной из наиболее важных гидрологических характеристик является объем стока. Исходя из этого, мы можем получить данные о количестве воды, протекающей через рассматриваемый водоток в течение любого периода времени. Для этого нам понадобятся данные о площади водосборов, карта землепользования и дополнительные сведения о количестве осадков, а также коэффициенте стока в зависимости от различного вида почв [5].

Расчет объема стока был произведен таким образом: все элементы землепользования были разрезаны микробассейнами. Затем внутри каждого микробассейна были посчитаны значения стока для участков землепользования путем умножения уровня годового количества осадков, площади участка, и коэффициента стока. Суммируя все данные, мы определили, что объем стока всего бассейна составляет 2,77487 км<sup>3</sup>. Чтобы выяснить, насколько достоверен результат наших расчетов, был создан водосборный бассейн гидропоста реки Медведица на территории пгт Лысые горы. Объем стока для моделируемой области составил - 0,32195 км<sup>3</sup>. Согласно открытым источникам данных, объем стока Медведицы составляет – 1,110804 км<sup>3</sup>, что в 3 раза больше полученного нами значения.

Такую разницу в данных можно объяснить преобладанием снежного питания во всем объеме стока реки. Помимо этого, до 10% стока составляют подземные воды. Фактически, менее 30% общего стока остается в виде

дождевого питания (поверхностного стока). Коэффициенты, приведенные в СНиПах, рассчитаны для осадков в жидкой форме. Во время весеннего таяния снега эти коэффициенты имеют гораздо большее значение, что приводит к расхождению между значениями стока по модели и справочными данными.

## **5 Оценка эколого-геоморфологического состояния бассейна реки Медведица**

Согласно выбранной для исследований методике В.В Скрипко на выбранной территории бассейна реки Медведица на основе тальвежной сети строятся водосборные бассейны 3 порядка. В пределах исследуемой территории выделяется 27 бассейнов третьего порядка, на которых в последующем были рассчитаны структурные индексы. По методике В.В. Скрипко, потенциальная способность речных бассейнов к накоплению/выносу вещества определяется соотношением уклонов в узле слияния водотоков 2 и 3 порядков. Было принято решение модернизировать данный метод и выявить вынос/накопление вещества на основе всех структурных индексов путем соотношения 1 и 2 порядков, а так же 2 и 3 порядков. Затем полученные значения из данных соотношений разделены на 5 классов: накопители, транзитные склонные к накоплению, транзитные, транзитные склонные к сбрасыванию, сбрасыватели. Каждому из классов присвоен балл от 1 до 5. Затем по всем 8 показателям рассчитан средний балл, характеризующий класс каждого из выделенных водосборных бассейнов.

Антропогенная нагрузка на территорию бассейна реки Медведица определяется интенсивностью хозяйственной деятельности человека, вызывающей загрязнение окружающей среды. Были собраны статистические данные по следующим показателям: общая плотность населения, плотность выбросов вредных веществ в атмосферу, плотность промышленного производства, распаханность территории, плотность поголовья скота на единицу площади сельхозугодий, плотность автодорог общего пользования.

Для каждого из перечисленных показателей установлена условная шкала из пяти ступеней. Интервалы значений показателей, соответствующие определенной интенсивности нагрузки, были определены методом естественных границ. Согласно этому методу границы интервалов устанавливаются там, где происходят относительно большие скачки значений, чтобы сгруппировать похожие значения. Затем баллы, полученные по отдельным показателям, были суммированы, а затем снова разделены на пять классов по методу естественных границ. Для каждого класса присваивается итоговая оценка. В результате была составлена комплексная карта антропогенной нагрузки на территорию по 6 показателям [4].

Далее сопоставляя полученные данные, возможно провести комплексную оценку эколого-геоморфологического состояния бассейна реки Медведица. Сопоставление проводилось путем наложения данных антропогенной нагрузки и потенциальной способности бассейнов к выносу/накоплению вещества внутри каждого водосбора. Для определения категории эколого-геоморфологического состояния использовалась матрица. Затем выделено 5 классов эколого-геоморфологического состояния территории: весьма неблагоприятное, неблагоприятное, относительно благоприятное, благоприятное, весьма благоприятное. К весьма неблагоприятным не относится ни один из бассейнов третьего порядка на рассматриваемой территории, 19% составляют неблагоприятные, 33% - относительно благоприятные, 26% - благоприятные и 22% весьма благоприятные. Таким образом, по полученным результатам, можно сделать вывод, что эколого-геоморфологическое состояние бассейнов реки Медведица оценивается в целом как благоприятное.

#### **Заключение.**

Использование бассейнового анализа позволило определить эколого-геоморфологическое состояние водосбора реки Медведица. Выделено 5 классов экологического и геоморфологического состояния: весьма неблагоприятное, неблагоприятное, относительно благоприятное,



благоприятное, весьма благоприятное. Так, 19% составляют неблагоприятные, 33% - относительно благоприятные, 26% - благоприятные и 22% весьма благоприятные. Оценка благополучия экологического и геоморфологического состояния водосбора Медведицы на основе потенциальной способности бассейнов к выносу/накоплению вещества и интенсивность антропогенных нагрузок позволили нам определить районы, потенциально уязвимые для образования отложений загрязнения. В целом состояние бассейна можно определить как благоприятное.

Результат оценки можно использовать для планирования размещения хозяйственных объектов, обоснования размещения объектов сетей геоэкологического мониторинга и оценки земельных угодий. Выявить особенности структуры речных бассейнов необходимо, когда осуществляется экстраполяция измеренных параметров на соседние бассейны-аналоги, и прогнозирование последствий природопользования на исследуемой территории объектов.

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

1 Основы геоморфологии [Электронный ресурс]: Vuzlit.com. URL: <https://vuzlit.com/973806/vvedenie> (дата обращения: 5.11.2021). – Загл. с экрана. – Яз. англ.

2 Геоинформатика: учеб. для студ. вузов / В.С. Тикунов [и др.] - Москва: Издательский центр «Академия», 2005. - 480 с.

3 Элементарные функции геоинформационных пакетов [Электронный ресурс]: Ozlib.com. URL: [https://ozlib.com/817803/tehnika/elementarnye\\_funktsii\\_geoinformatsionnyh\\_paketov](https://ozlib.com/817803/tehnika/elementarnye_funktsii_geoinformatsionnyh_paketov) (дата обращения: 5.02.2022). – Загл. с экрана. – Яз. англ.

4 Скрипко В. В. Оценка эколого-геоморфологического состояния Приобского плато на основе бассейнового анализа: монография / В. В. Скрипко; М-во образования и науки РФ, Алтайский гос. ун-т. - Барнаул : Изд-во Алтайского государственного университета, 2015. - 141 с. : ил., цв. ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 115-127.

5 Горбачёв В.П. Определение характеристик водосборного бассейна и расчетного расхода стока / В.П. Горбачёв, Л.В. Комилицына. Хабаровск: Хабар. гос. техн. ун-т, 2003 - 37 с.