

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

Построение зон затопления малых рек (на примере участка р. Медведица в
окрестностях г. Петровска).

АФТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 246 группы

направления 05.04.06 Экология и природопользование

географического факультета

Морозовой Елены Алексеевны

Научный руководитель
старший преподаватель

должность, уч. степень, уч. звание

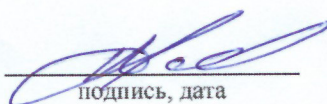

подпись, дата

П.А. Шлапак

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой
к.с.-х.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание


подпись, дата

В.А. Гусев

инициалы, фамилия

Саратов 2020

Введение. Подтопление и затопление урбанизированных территорий – это природные процессы с негативными последствиями для хозяйственной деятельности. Вышеуказанные обстоятельства опасны для строений, сооружений и землепользования, они спровоцированы повышением уровня воды в русле реки из-за природных и антропогенных причин.

Формирование неблагоприятных природных состояний таких как затопление, важно предупреждать благодаря заранее принятым мерам. В следствии этого, создаются программы, специализирующиеся на обработке и анализе данных дистанционного зондирования Земли, а также позволяющие создавать модели явлений на базе данных объектов аналогов. Проводимое изучение может быть перенесено на аналогичные объекты.

Главная цель данной исследовательской работы – сформировать алгоритм создания модели затопления территории с использованием геоинформационных программ на примере г. Петровска. Полученные данные будут проанализированы и оформлены в текстовом и картографическом виде.

Основные задачи исследования:

1. Подобрать и обработать данные необходимые для исследования.
2. Применить на практике уже разработанные методы картографического моделирования.
3. Рассмотреть нормативно – правовую документацию, связанную с зонами затопления.
4. Применить методы риск-анализа к исследованию вероятности нанесения ущерба объектам на территории, подвергающейся затоплению.

Источниками материала для исследования были:

- 1) теоретические, литературные данные (тексты документов, статей, отчётов, гидрологических ежегодников, научно-исследовательских изданий, описания объектов природного и антропогенного происхождения);
- 2) статистические данные были взяты из отчётов, гидрологических ежегодных наблюдений и статей;
- 3) топографические и тематические карты разных масштабов;

4) из фондов научно-исследовательской лаборатории геоинформатики и тематического картографирования Саратовского государственного университета были взяты векторные и растровые геоинформационные материалы, текстовые и статистические архивные данные, в том числе результаты полевых экспедиций;

5) результаты дистанционного зондирования Земли, то есть космические снимки различного разрешения.

Объект исследования — это река Медведица в пределах Саратовской области, а предмет исследования — это построение зон затопления малых рек на примере участка реки Медведица в окрестностях г. Петровска. Так как объект исследования относится к малым рекам, то в пределах области находится не большое количество постоянно действующих гидрометеорологических постов. Следовательно, существует недостаток данных.

Главное положение, вынесенное на защиту: использование гис-технологий и специальной терминологии для создания алгоритма моделирования зон затопления малых рек.

Исследовательская работа как теоретическое и методологическое ядро применяет принципы гидрологии, картографии и геоинформатики. Поэтому были использованы следующие методы: гидрологической аналогии, морфометрический, статистический метод, картографический метод и метод геоинформационного моделирования.

Структура и объем работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников (68 наименований) и 5 приложений. Работа проиллюстрирована 1 рисунком и имеет 4 таблицы, её объем составляет 65 страниц машинописного текста.

Основное содержание работы

1 Теоретические основы построения зон затопления

В этом разделе были описаны следующие методы исследования: картографический, морфометрический, статистический методы, геоинформационное моделирование.

Для раскрытия темы были определены следующие понятия: зона затопления, подтопление, зона подтопления, классификации уровней воды, паводок, половодье, подпор. Кроме того, были описаны такие гидрологические показатели: объём стока, расход воды, коэффициент извилистости.

Чтобы полностью понимать механизм и особенности моделирования затопления на малых реках нужно также определить и понятия ГИС – моделирования: цифровое моделирование рельефа, цифровые модели рельефа и цифровые модели местности. Также были приведены важные для построения моделей сведения из геоинформатики.

Для формирования алгоритма построения модели затопления малых рек было уделено внимание современным программным комплексам и особенностям их функционирования.

Главным итогом раздела является понимание необходимости использования аппарата нескольких смежных научных сфер для достижения поставленной цели.

2 Природные условия бассейна р. Медведицы

Вторая глава посвящена изложению фактов об объекте исследования. В данном разделе было выполнено следующее.

1) Для характеристики объекта исследования – р. Медведицы были привлечены различные источники: отчеты экспедиций, научные статьи, материалы конференций, статистические данные, данные дистанционного зондирования, картографические материалы.

2) Были проанализированы стационарные гидрологические данные с единственного сохранившегося на р. Медведице гидрологического поста в п. Лысые Горы, а также уже закрывшихся гидропостов.

3) Были описаны гидрометрические и морфологические особенности р. Медведицы, явления русловых процессов, рельеф долины, водный режим.

Бассейн р. Медведица в пределах Саратовской области

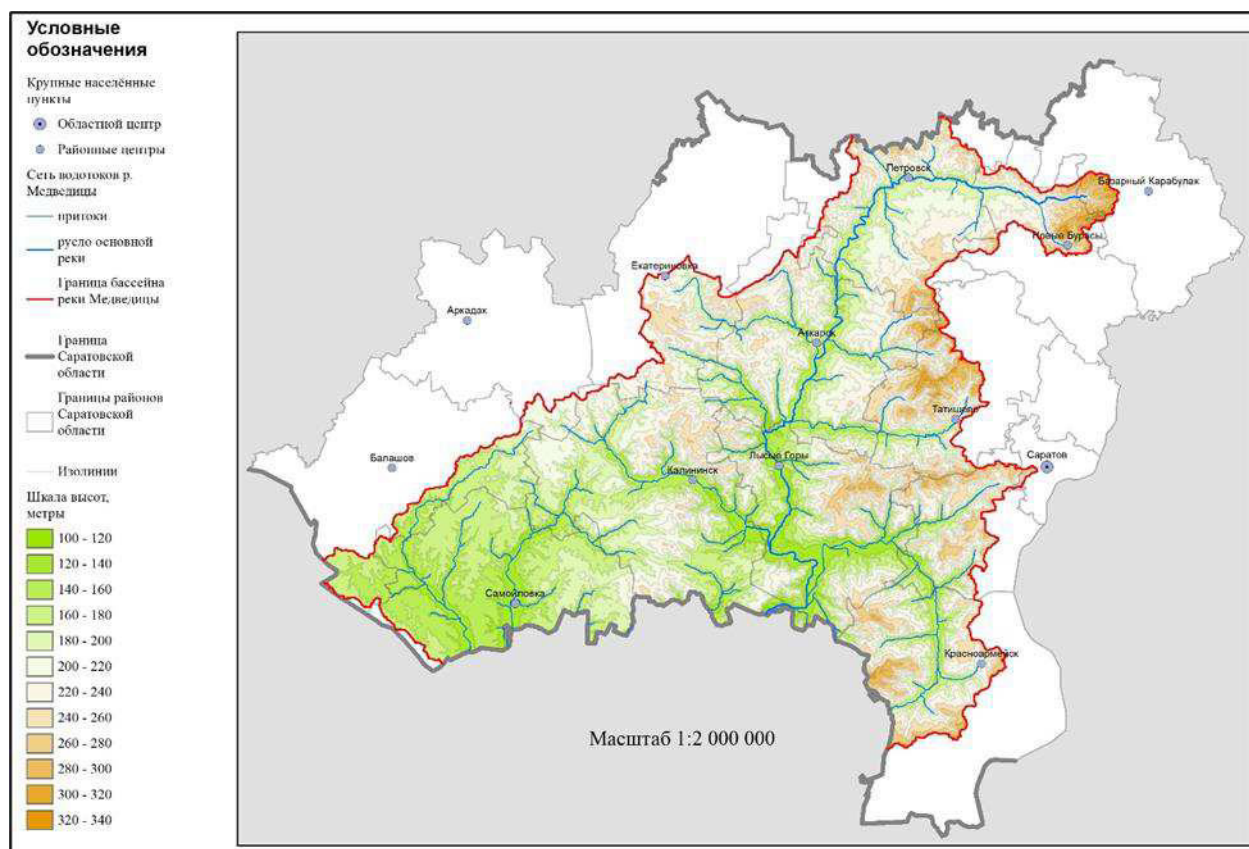


Рисунок 1 – Бассейн р. Медведица в пределах Саратовской области [составлено автором]

4) Принято условное разделение объекта исследования в пределах Саратовской области на несколько участков:

1. от истока до г. Петровска - «верхнее течение» (молодая долина, активным меандрированием, углублением русла, быстрое зарастание стариц);

2. от г. Петровска до п. Лысые Горы - «среднее течение» (долина сформирована, меандры менее динамичны, русло незначительно углубляется и смещается, старицы зарастают, появляются острова, активный транспорт наносов);

3. ниже п. Лысые Горы - «нижнее течение» (зрелая долина уже сформирована, пойма широкая, излучины спрямляются, крупные острова, протоки, изменение контуров русла за 40 лет может достигать 130 м).

3 Алгоритм расчета и построения зон затопления р. Медведицы

Подводя итог, стоит указать на недостатки представленной геоинформационной инструкции: 1) потребность в наличии актуальной, детальной достоверной и полной информации о многолетних гидрологических рядах данных и рельефе; 2) для алгоритма значимо наличие действующего гидрологического поста в зоне затопления или недалеко от неё [1]; 3) не учитывается такой параметр русла как замусоренность, а ведь именно этот параметр часто оказывает значительное влияние на процесс затопления; 4) стоит учесть что при учёте зарегулированности русла реки в процесс моделирования вносится множество дополнительных параметров, что усложняет сбор данных и их обработку; 5) при наличии гидротехнических сооружений как следствие усиливается абразия берегов, что требует введения дополнительных параметров в расчёты [2].

В этом разделе дано описание процедур подготовительной и проектной части инженерно-экологического изыскания для данного типа исследований. Кроме того, размещена классификация видов территорий, страдающих от последствий подъёма уровня воды в реках. Земли, пострадавшие от наводнений условно можно подразделять на два типа: зоны затопления и зоны подтопления. Необходимо упомянуть и то, что на объём ущерба хозяйственных субъектов оказывает влияние тип землепользования территории, попавшей в зону локализации неблагоприятных природных процессов.

В третьей части этого раздела описан подробно алгоритм, с помощью которого можно создать модель зоны затопления на малой реке. Процедура была апробирована на участке реки Медведица в окрестностях города Петровска. Итоговым результатом работы в программе является карта «Бассейн реки Медведицы в пределах Саратовской области», которая представлена в рисунке 1 «Бассейн р. Медведица в пределах Саратовской области»; таблица 1 «Количество объектов в зонах подтопления и затопления»; таблица 2 «Модели затопления урбанизированной территории г. Петровска при различной

обеспеченности (1%, 5%, 25%, 50%), с отображением дачных и жилых участков частного сектора».

Для построения слоёв были задействованы методы оверлейного анализа и пространственной выборки. С помощью дополнительных слоёв можно узнать, к примеру, количество объектов, попавших в зону затопления.

В итоге, выше описан алгоритм создания модели затопления территории с применением актуальных методик и геоинформационного программного обеспечения. Описанная инструкция и её пункты в отдельности могут быть задействованы в решении задач различного назначения.

Таблица 1 – Количество объектов в зонах подтопления и затопления [3, 4]

Обеспеченность	Количество дачных участков	Количество участков частного сектора	Количество многоквартирных малоэтажных домов	Количество дачных участков, %	Количество участков частного сектора, %	Всего
1%	348	971	5	26,3	73,3	1324
5%	340	745	3	31,3	68,5	1088
25%	296	519	0	36,3	63,7	815
50%	161	203	0	44,2	55,8	364

Таблица 2 – Модели затопления урбанизированной территории г. Петровска при различной обеспеченности (1%, 5%, 25%, 50%), с отображением дачных и жилых участков частного сектора [4]

%	Условные обозначения:  - затопление поймы более метра;  - затопление поймы менее метра.	
1		

5		
25		
50		

4 Обработка и анализ полученных результатов

Если говорить о геоэкологических рисках, то схема риск-анализа состоит из 5 этапов [5]: 1) идентификация факторов геоэкологического риска; 2) определить источники и реципиенты риска; 3) выбрать методы оценки риска; 4) сделать прогнозы развития ситуации и создать несколько сценариев; 5) разработать рекомендации по уменьшению риска.

В данном исследовании описывается методика, благодаря которой можно определить местоположение территорий подверженных подтоплению и затоплению. С помощью картографического метода риск-анализа было выявлено то, что подъём воды в значительной степени предопределяется

рельефом (то есть поперечными и продольными характеристиками долины) и густотой растительности в пойме, которая способствует образованию подпора. Большое влияние на образование затопления оказывает уклон водотока и гидрометрические параметры русла. Чаще всего вода в русле реки Медведица в пределах административных границ города Петровска во время половодья не поднимается выше 2 метров [3] (то есть по классификации [6] данная ситуация соответственно называется «умеренно опасной»).

По данным МЧС на 14 апреля 2018 года 640 домов находились в зоне подтопления, около 60 домов затоплены [7]. А на 12 апреля 2012 года в зону затопления по данным администрации города Петровска [8] попали 62 дома. По данным СМИ [7, 8], которые используют информацию МЧС, зона подтопления в 10 раз превышает зону затопления. Значит наводнения в 2012 и 2018 годах приблизительно равны 5 % обеспеченности. В наибольшей степени ущерб наносится строениям, которые расположены в непосредственной близости к реке. За период с 1990 года по 2020 год в 1994 году на точке ежегодных гидрологических наблюдений был зафиксирован максимально высокий уровень, который имел значение выше межени на 4,5 метра [7]. Также высокие уровни, которые равны или превышают меженный на 4 метра, были зафиксированы в 1971 году и в 1944 году [7].

Если половодье характеризуется обеспеченностью от 1 до 5 %, то доля зданий частного сектора пострадавших от подъёма уровня воды в русле реки возрастает. Если обеспеченность характеризуется значением большим чем 50 %, то ущерб получают в основном дачные участки, расположенные на гипсометрическом уровне низкой поймы. Согласно статистическим расчётам, подъём уровня на 4,5 метра над высотой межени соответствует обеспеченности в 1%. Также страдают от наводнения и подтопления строения, здания и сооружения, расположенные в непосредственной близости к руслу реки или другим крупным водным объектам.

Заключение

Затопленные территории несут убытки в особенности сооружения и здания. Следовательно, это для сокращения убытков высокие подьёмы уровня воды в реке нужно прогнозировать.

В тексте данной исследовательской работы затронута тема построения цифровой модели затопления рельефа для малых рек. Также были рассмотрены природные условия бассейна, гидрологическая изученность реки Медведицы в пределах Саратовской области. В результате была сформирована база данных. В итоге были созданы: цифровые модели бассейна реки и её участка с дополненные векторной сетью, с классифицированными по порядку водотоками; статистические данные; построено затопление в пределах урбанизированной территории на основе различных типов данных. Также была освящена нормативно - правовая процедура для реализации методики расчёта зон затопления. Ещё были использованы методы риск-анализа для выявления масштаба негативных последствий и создание более точного описания для территорий, подверженных затоплению.

По данным СМИ [7, 8], которые используют информацию МЧС, зона подтопления в 10 раз превышает зону затопления. Значит наводнения в 2012 и 2018 годах приблизительно равны 5 % обеспеченности. В наибольшей степени ущерб наносится строениям, которые расположены в непосредственной близости к реке. За период с 1990 года по 2020 год в 1994 году на точке ежегодных гидрологических наблюдений был зафиксирован максимально высокий уровень, который имел значение выше межени на 4,5 метра [9]. Также высокие уровни, которые равны или превышают меженный на 4 метра, были зафиксированы в 1971 году и в 1944 году [9].

Если половодье характеризуется обеспеченностью от 1 до 5 %, то доля зданий частного сектора пострадавших от подьёма уровня воды в русле реки возрастает. Если обеспеченность характеризуется значением большим чем 50 %, то ущерб получают в основном дачные участки, расположенные на гипсометрическом уровне низкой поймы. Согласно статистическим расчётам,

подъём уровня на 4,5 метра над высотой межи соответствует обеспеченности в 1%. Также страдают от наводнения и подтопления строения, здания и сооружения, расположенные в непосредственной близости к руслу реки или другим крупным водным объектам, например, к пойменным озёрам или старицам.

Смоделированные карты позволили обнаружить наиболее пострадавшие от подъёма уровня воды территории города и сделать предположение о возможно объёме ущерба.

При совмещении смоделированного затопления и со снимком srtm, наводнение совпало с низменными участками долины. Склон долины в окрестностях г. Петровска заканчивается на высоте горизонтали в 180 метров над уровнем моря. Анализ совмещённой карты затопления, геоморфологических уровней долины и снимка srtm позволило обнаружить участки берегов русла, где находятся крутые участки берега.

Во время половодий обеспеченностью более 25% уровень поднимается в среднем не более чем на два метра над меженным, следовательно, данную ситуацию можно по классификации [6] описать как «умеренно опасную».

В дальнейшем планируется построить более точную модель затопления, которая будет наиболее приближена к реальным природным условиям и при составлении будет учтено большее количество факторов, влияющих на площадь зоны затопления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Морозова, В. А. Анализ гидрологических данных и оценка зоны затопления на участке реки Большой Иргиз в районе г. Пугачёв Саратовской области / В. А. Морозова // Современные проблемы территориального развития. Изд-во «Партнёр». 2018, апрель-июнь. Рубрика № 2.

2. Макаров, В. З. Саратовское Предволжье. Ландшафтная структура. История освоения. Проблемы природопользования / В. З. Макаров, А. Н.

Чумаченко [и др.], под ред. В. З. Макарова. — Саратов: Изд-во ИП Кошкин В. А., 2014. — 180 с.

3. Горбовская, Т. В. Определение границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос реки Медведицы на территории Саратовской области: отчёт о НИР / Т. В. Горбовская; исполнитель В. А. Данилов [и др.]. — Саратов. СГУ им. Н. Г. Чернышевского, 2012. — 62 с.

4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 7. Донской район / Под ред. М. С. Протасьева. Ленинград: Гидрометеиздат, 1973. — 460 с.

5. Молочко, А. В. Геоинформационное картографирование геоэкологических рисков эксплуатации нефтяных месторождений (на примере Саратовской области) / А. В. Молочко // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2010. Т. 10. вып. 1. — С. 35-40.

6. Чумаченко, А. Н. Построение гидрологически-корректной цифровой модели рельефа (на примере Саратовской области) / А. Н. Чумаченко, Д. П. Хворостухин, В. А. Морозова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле, вып. 2. — Саратов. Изд-во Саратовского университета. 2018. т. 18. — С. 104-109.

7. Уровень воды в Петровске падает [Электронный ресурс]: Lenta.ru — Интернет-газета "Четвертая Власть". — URL: <https://www.4vsar.ru/news/104025.html> (дата обращения 25.02.2020). — Загл. с экрана. — Яз. Рус.

8. В Петровске Саратовской области река Медведица затопила 62 дома [Электронный ресурс]: "Российская газета". — URL: <https://rg.ru/2012/04/12/reg-pfo/petrovsk-anons.html> (дата обращения 05.03.2020). — Загл. с экрана. — Яз. Рус.

9. Меры по предотвращению наводнений. Справка [Электронный ресурс]: ria.ru. — URL: <https://ria.ru/20090403/166938177.html> (дата обращения 25.05.2020). — Загл. с экрана. — Яз. рус.

Е. Морозова