

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

**Использование цифровых моделей рельефа для расчета объема
поверхностного стока (на примере водосбора Белоглинского оврага)**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

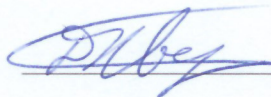
студентки 4 курса 431 группы

направления 05.03.03 Картография и геоинформатика

географического факультета

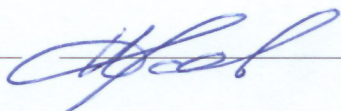
Потаповой Алёны Андреевны

Научный руководитель
старший преподаватель



Д.П. Хворостухин

Зав. кафедрой
к.с.-х.н., доцент



В.А. Гусев

Саратов 2021

Введение. Проблема отвода поверхностных вод на территории многих населённых пунктов является крайне актуальной. Правильный расчёт поверхностного стока поможет избежать неприятных ситуаций в виде затопления территорий, разрушение фундаментов сооружений и др.

Для решения этих проблем проводятся работы для организации ливневых систем и их нормального функционирования. Использование цифровых моделей рельефа (ЦМР) могут оказать помощь в решении проблем отвода поверхностных вод на городской территории.

В современном мире при выполнении различных картографических работ, моделировании местности довольно широко применяются цифровые модели рельефа. Для того чтобы получить ЦМР используют различную информацию такую, как, например, данные дистанционного зондирования.

Актуальность применения ЦМР в настоящее время обусловлена тем, что ЦМР обеспечивает большую наглядность и интерпретируемость данных, а также возможность математического анализа полученных моделей. Их использование даёт возможность иметь более полную информацию об изменениях объектов или среды в течение определенного промежутка времени. ЦМР позволяет решать различные прикладные задачи, которые затруднительно выполнить, используя лишь двухмерные данные.

Целью данной работы является расчёт объёма стока водосбора Белоглинского оврага для оценки работы ливневой канализации на данном участке территории. В соответствии с целью были поставлены *следующие задачи:*

- изучить цифровые модели рельефа и их использование в гидрологических исследованиях;
- рассмотреть нормативно-правовые акты в области расчёта поверхностных вод на городской территории.
- провести моделирование стока водосбора Белоглинского оврага и произвести расчёт объёма его стока;

- проанализировать сеть ливневой канализации на исследуемой территории и рассчитать нагрузку поверхностного стока на ливневые канализации.

Материалы работы. Основными источниками для написания данной работы послужили электронные ресурсы, литературные источники, кроме того, нормативные документы и различное программное обеспечение..

Бакалаврская работа состоит из введения, четырёх разделов, заключения, списка использованных источников и практическая часть проиллюстрирована в приложениях.

Основное содержание работы.

1 Цифровые модели рельефа (ЦМР) и их виды

В данном разделе рассматриваются цифровые модели рельефа: история, виды и методы их создания.

Цифровые модели рельефа – это особый вид трёхмерных математических моделей, представляющий собой отображение «рельефа» как реальных, так и абстрактных геополей (поверхностей) [1]. ЦМР используются для компьютерного представления земных поверхностей.

Еще на самых древних картах люди изображали рельеф. Сначала это были просто знаки, показывающие горы, холмы. Но разрабатывались новые, более сложные способы отображения рельефа. В 18 веке для отображения рельефа использовали штриховку и, кроме этого, рельеф отображали цветом и горизонталями.

Самые первые эксперименты по созданию ЦМР можно отнести к 60-м годам 20 века. Это время первых этапов развития геоинформатики. Впоследствии стали разрабатываться различные методы и алгоритмы для решения различных прикладных задач. Были разработаны новые, более мощные программные средства моделирования.

В настоящее время с помощью современного оборудования можно получить очень точные данные, благодаря которым возможно создавать высокоточные модели рельефа [1, 2].

Для построения цифровых моделей рельефа используются разные представления поверхностей:

- в виде регулярной сети высот (GRID);
- в виде векторной треугольной нерегулярной сети (TIN);
- полурегулярная модель, совмещающая в себе GRID и TIN (TGRID);
- случайная модель с произвольным расположением точек дискретизации поверхности [1].

Для того чтобы построить ЦМР, необходимо иметь исходные данные о рельефе. Источники данных классифицируются на *первичные*, которые получают в результате непосредственного измерения и *вторичные*, получаемые в результате обработки первичных.

К первичным источникам относятся:

- данные дистанционного зондирования (ДДЗ);
- результаты полевых измерений.

Ко вторичным:

- топографические карты и планы;
- готовые ЦМР;
- литературные данные;
- статистические данные и пр.

2 ЦМР для гидрологических исследований

В данном разделе рассматривается использование ЦМР для гидрологических исследований.

ЦМР используется для моделирования стока, с помощью которых потом решаются разные задачи, например, оценка качества воды, распространение загрязняющих веществ, оценивается объем стока наносов, производится оценка вероятности схода селей и оползней.

ЦМР является одним из основополагающих элементов любой распределённой гидрологической модели, так как позволяет определить

многие морфометрические и гидрографические характеристики реки и её бассейна: тальвеги и водоразделы, порядки водотоков, вектора направления стоков, площади водосборов и другое. Точность автоматизированного определения гидрографических характеристик будет зависеть от характера рельефа и, кроме этого, разрешения ЦМР.

Водосборный бассейн - часть земной поверхности и толщи почво-грунтов, откуда данная река получает своё питание [3].

Любая гидрологическая модель каким-то образом схематизирует бассейн. Выбор метода схематизации определяет структуру модели и зависит от подходов, используемых для описания процесса формирования стока.

В настоящее время все большее применение для решения различных прикладных задач находит сочетание ГИС-технологий и цифровых моделей рельефа. Для получения более точного представления о характере рельефа, формах, размерах, протяженности водных объектов и физико-географических особенностях их водосборов определяют **гидрографических характеристики** - совокупность морфологических и морфометрических параметров водных объектов. Морфометрические характеристики - это количественные показатели, которые описывают водные объекты и водосборы, а морфологические - качественно-количественные показатели строения поверхности водосбора.

Из морфометрических характеристик водотоков чаще всего используются следующие: длина, средний уклон, координаты продольного профиля, извилистость, а к основным характеристикам водосборов относятся его площадь, средняя высота, уклон, густота речной сети и другие. К морфологическим характеристикам водосборов относятся озёрность, заболоченность, лесистость, урбанизированность.

3 Моделирование стока Белоглинского оврага

Сильные ливни иногда становятся настоящей проблемой: происходит затопления территорий, что мешает передвижению людей, транспорта. Регулярные подтопления фундаментов сооружений могут привести к их

разрушению. Система строительства и проектирования ливневых канализаций регулируется специальными нормативно-правовыми актами. Рассмотрим основные моменты строительства такого устройства, как ливневая канализация – СНиП, ГОСТ и другие требования, которые следует принять во внимание.

Ливневой канализацией принято называть систему каналов, трубопроводов, соединительных элементов и дренажных колодцев накопительного типа предназначенную для защиты подземной части построек и элементов ландшафтного дизайна от воздействия избыточной влаги. Для сооружения этих схем следует руководствоваться требованиями СНиП, в которых рассмотрены вопросы сооружения наружных сетей канализации.

В СНиП, который регламентирует нормы строительства, содержатся формулы для проведения расчётов объёмов стока при осуществлении проектирования системы ливневой канализации. Кроме того, в этом документе указаны другие нормы, которым должны соответствовать наружные канализации: обозначены требования к материалам, глубине заложения труб, уклон труб ливнёвок и прочие важные моменты при строительстве [4, 5].

Белоглинский овраг — утраченный овраг в Саратове. Ранее проходил от Вокзальной улицы до Волги, ныне засыпан.

Своё название получил по реке Белая Глинка, которая текла по его дну. Река пересохла ещё в XIX веке. В конце того же века овраг начал засыпаться и был засыпан к 1892 г.

В наши дни от оврага осталась только небольшая отрицательная форма рельефа около Белоглинской улицы между улицами Рахова и Пугачёва, приспособленная для гаражных кооперативов. Овраг выполнял важную роль в очищении города от нечистот. На дамбе, преграждавшей овраг возле Ильинской улицы, существовало место слива отходов.

В 1907 г. недалеко от Белоглинского оврага была открыта баня. Её

место было выбрано не случайно: близость к оврагу уменьшала расходы на канализационную систему. По оврагу была названа располагавшаяся недалеко от него улица Белоглинская [6].

В настоящее время территория водосбора Белоглинского оврага включает в себя часть Кумысной поляны и продолжается до улицы Чернышевского, с других сторон овраг ограничен улицами Новоузенской и Московской. Обзорная карта, на которой можно ознакомиться с расположением Белоглинского оврага, представлена в приложении А.

Работа выполнялась на основе ЦМР ALOS разрешением 30х30 метров. Большая часть работы выполнялась в ArcGIS.

Когда идет дождь, первые капли воды задерживаются листьями и стеблями растительности.

По мере того, как идет дождь, вода, достигающая поверхности земли, просачивается в почву, пока не достигнет стадии, когда количество (интенсивность) осадков превышает инфильтрационную способность почвы. После этого заполняются поверхностные лужи, канавы и другие впадины (депрессии), после чего образуется сток.

Пропускная способность почвы зависит от ее текстуры и структуры, а также от предшествующего содержания влаги в почве (предыдущие осадки или сухой сезон). Начальная емкость (сухой почвы) высока, но по мере продолжения ливней она уменьшается, пока не достигнет постоянного значения, называемого окончательной скоростью инфильтрации.

Процесс образования стока продолжается до тех пор, пока интенсивность дождя превышает фактическую инфильтрационную способность почвы, но он останавливается, как только количество осадков падает ниже фактической скорости инфильтрации.

Для определения количественных характеристик поверхностного стока с территории водосбора необходимо определить среднегодовые и максимальные суточные объемы поверхностного стока, которые используются при расчете нормативов предельно допустимых сбросов и

аккумулирующих резервуаров. Расход дождевых и талых вод в коллекторах дождевой канализации; расчет расходов поверхностных сточных вод при отведении на очистку и в водные объекты [7, 8].

4 Анализ стока Белоглинского оврага

В данном разделе производится анализ рассчитанного объёма поверхностного стока.

Расчёта объёма стока проводился на основе формул из СП 32.13330.2012.

По проведенным расчетам можно сделать вывод, что ливневая канализация в целом справляется с объёмом стока, это видно по показателем итоговой разницы на всю территорию водосборного бассейна оврага, она составляет 93,3%, что даже позволяет справляться с немного большим объёмом стока. Однако справляется с некоторыми оговорками: у некоторых бассейнов разница между пропускной способностью ливневой канализации и объёма стока, который может быть на данной территории, слишком велика.

На рисунке 1 представлена эффективность ливневых канализаций.

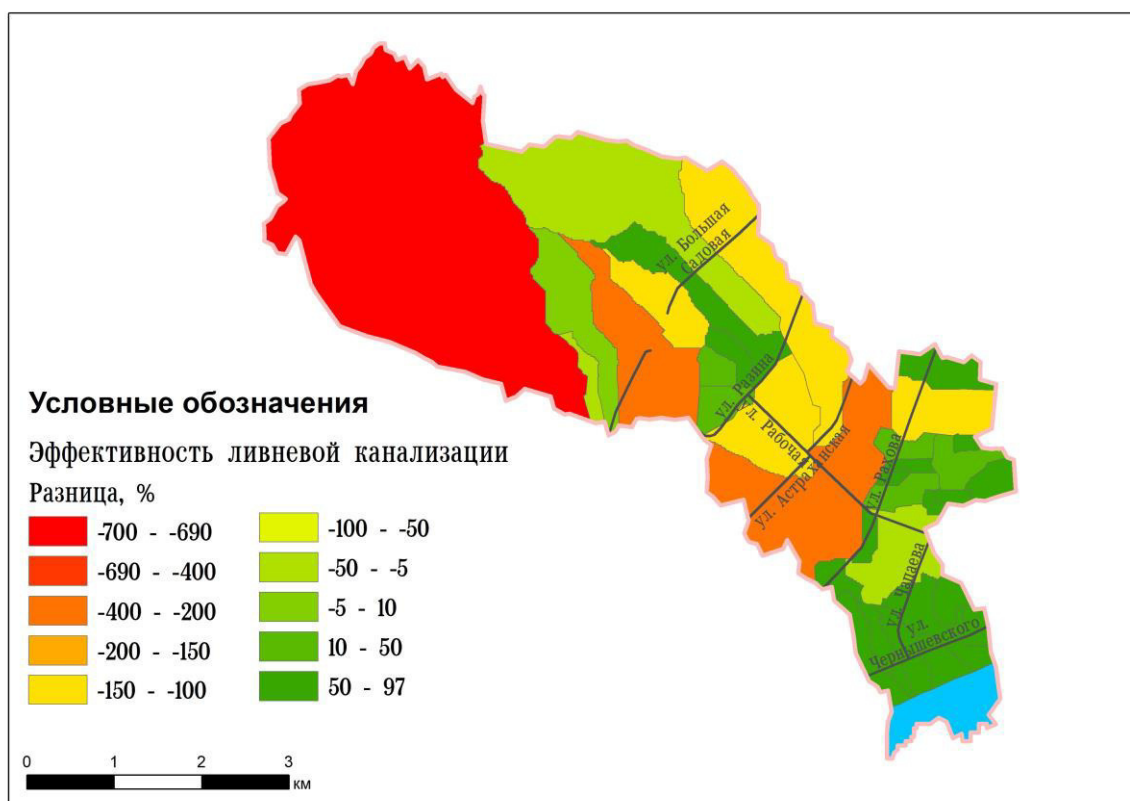


Рисунок 1 - Эффективность ливневых канализаций (составлен автором)

Заключение.

Проблема отведения поверхностных вод ливневыми канализациями существует в каждом населенном пункте. Неправильный отвод вод может привести к нарушению нормального функционирования городской среды. С помощью ЦМР, кроме расчёта объёма стока, возможно моделирование наиболее благоприятного расположения для строительства систем водоотведения.

В данной работе были изучены теоретические вопросы, связанные с созданием ЦМР и их использованием в гидрологических исследованиях, рассмотрены нормативно-правовые акты в области расчёта поверхностных вод на городской территории. Кроме того, были рассмотрены ливневые канализации на территории города и рассчитана их пропускная способность, так же, смоделирован сток водосбора Белоглинского оврага и произведён расчёт объёма стока данного оврага.

Стоит отметить, что в использованном методе расчёта ливневых канализаций существует ряд недостатков. Так, была использована ЦМР довольно низкого разрешения, некоторые из моделирований были проведены в разном программном обеспечении. Кроме того, не были учтены факторы, которые могут существенно повлиять на сток, к примеру искусственное изменение направления сточных вод. Но, не смотря на это, используя ЦМР можно с достаточной долей вероятности рассчитать объём стока и максимальную нагрузку на систему ливневой канализации.

Список использованных источников

1 Хромых, В.В., Хромых, О.В. Цифровые модели рельефа: Учебное пособие / В.В. Хромых, О.В. Хромых - Томск: Изд-во «ТМЛ-Пресс», 2007 - 178 стр

2 Новаковский, Б.А., Прасолов, С.В., Прасолова, А.И. Цифровые модели реальных и абстрактных геополей / Новаковский, Б.А., Прасолов, С.В., Прасолова, А.И. - М.: Науч. мир, 2003 - 93 стр.

3 Михайлов, В.Н. Гидрология: Учебник для вузов / В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский, С.А. Добролюбов. — 2-е изд. испр. — М.: Высш. шк., 2007. — 463 с.: ил.

4 СНиП при строительстве ливневой канализации [Электронный ресурс]: Егорьевск Септики. — URL: <https://iseptik.com/snip-pri-stroitelstve-livnevoj-kanalizacii/173-snip-pri-stroitelstve-livnevoj-kanalizacii.html> (дата обращения 10.05.2021). — Загл. с экрана. — Яз. рус.

5 Проектирование ливневой канализации: СНиП, норма [Электронный ресурс]: Строительный портал. — URL: [http://www.uniexo.ru/proektirovanie-livnevoy-kanalizatsii-snip-norma#:~:text=Согласно%20СНиП%202.04.03-85%2C%20самая%20минимальная,земли%20до%20верхнего%20края%20трубы\(дата обращения 10.05.2021\).](http://www.uniexo.ru/proektirovanie-livnevoy-kanalizatsii-snip-norma#:~:text=Согласно%20СНиП%202.04.03-85%2C%20самая%20минимальная,земли%20до%20верхнего%20края%20трубы(дата обращения 10.05.2021).) — Загл. с экрана. — Яз. рус.

6 Белоглинский овраг [Электронный ресурс]: Wikipedia. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Белоглинский_овраг (дата обращения 10.05.2021). — Загл. с экрана. — Яз. рус.

7 How to Calculate Surface Runoff [Электронный ресурс]: Sciencing: Making Science Fun for All Ages. — URL: <https://sciencing.com/calculate-surface-runoff-6505227.html> (дата обращения 01.05.2021). — Загл. с экрана. — Яз. англ.

8 2017 Surface Runoff and the Water Cycle [Электронный ресурс]: USGS.gov. — URL: https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/surface-runoff-and-water-cycle?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects (дата обращения 10.05.2021). — Загл. с экрана. — Яз. англ.