

**РАЙОНИРОВАНИЕ ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА РЕКИ САВЕ С ЦЕЛЬЮ ПОИСКОВ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД (ЗИМБАБВЕ)**

**П. Мламбо**

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Зимбабве находится в южной части Африканского континента. На территории Зимбабве водосбор р.Саве занимает юго-восточную часть страны. Водосборный бассейн р.Саве занимает площадь 84500 квадратных километров, на которой располагаются на пять административных провинций Маникаленд, Масвинго, Мидлендс, Машоналенд Ист и Матабелланд. Основное русло р. Саве имеет протяжённость примерно 740 километров [1].

В последнее время сельское хозяйство стало основной движущей силой экономики многих стран мира благодаря интенсивному орошаемому растениеводству. Однако, в Зимбабве это развитие привело к росту неудовлетворенному спросу на водные ресурсы, особенно на легкодоступные поверхностные воды, что привело к их истощению. С другой стороны, продолжающееся разрушение некоторых водных объектов (дамб и плотин) в результате таких последствий изменения климата, как наводнения, циклоны, ураганы и засухи, также усугубило существующую проблему нехватки поверхностных вод в государственном масштабе. Эти негативные события вызвали очень большую угрозу для сельскохозяйственного производства страны, использующего орошение.

В результате этих и других негативных факторов возникла острая необходимость серьезно сосредоточиться на эксплуатации грунтовых вод в качестве надежного источника водных ресурсов для поддержания и расширения сельскохозяйственной деятельности.

Цель настоящего исследования заключается в достижении положительных результатов в области поиска доступных месторождений подземных вод и ввода их в эксплуатацию. Предполагается провести детальное изучение ресурсов подземных вод на площади водосборного бассейна, с тем чтобы выявить районы, в которых можно получить подземные воды с минимальными затратами. В связи с большими размерами водосбора, труднодоступностью некоторых участков и необходимостью сокращения времени для получения положительных результатов, предложено провести работу по идентификации расположения залежей подземных вод в границах водосбора с использованием данных дистанционного зондирования земли. Такая исследовательская работа рассматривается как одно из решений проблемы поиска дополнительных источников оросительной воды на площади водосборного бассейна.

Преимущества дешифрирования результатов дистанционного зондирования земли: дистанционное зондирование позволяет охватить очень большие территории даже в тех районах, которые являются удаленными и недоступными, таким образом, обеспечивая сбор и обработку материалов на региональном уровне, (одновременно для всего водосборного бассейна); один космический снимок Landsat-8 охватывает территорию площадью 180×180 км; цифровая модель рельефа GTOPO30 с разрешением 900 м на один пиксель растрового изображения имеет покрытие для всей поверхности Земли [2]. Использование материалов дистанционного зондирования характеризуется высокой степенью оперативности, так как данные дистанционного зондирования могут быть легко обработаны и проанализированы с помощью компьютера. Это сокращает затраты времени и финансовых ресурсов для получения конечного результата. Технология дистанционного зондирования земли позволяет по косвенным признакам оценить участки, перспективные для поиска залежей подземных вод. К таким признакам можно отнести: уклоны поверхности рельефа; плотность дренирующих водотоков; геоморфологические признаки; наличие участков возделываемых земель (характер почвенного покрова); линейные формы рельефа.

В районах от почти ровных до пологих склонов поверхностный сток обладает малыми скоростями, что позволяет дождевой воде просачиваться на глубину в течение более продолжительного времени. Такие участки можно считать зонами с хорошими перспективами для поиска грунтовых вод. На участках с высокими и средними величинами уклонов рельефа возрастает скорость поверхностного стока, а условия для питания подземных вод ухудшаются из-за сокращения времени на инфильтрацию атмосферных осадков.

Плотность дренирующих водотоков, выраженная в относительных единицах измерения ( $\text{км}/\text{км}^2$ ) характеризует интенсивность поверхностного стока в пределах исследуемой области или, другими словами, относительное количество дождевой воды, которая могла бы проникнуть на глубину в толщу горных пород. Следовательно, чем меньше плотность дренажа, тем выше вероятность питания подземных вод за счёт инфильтрации атмосферных осадков. На участках с меньшей плотностью речной сети возрастает вероятность формирования месторождений подземных вод. Районы с низкой плотностью дренирующих водотоков (ниже  $2,4 \text{ км}/\text{км}^2$ ) обычно считаются зонами с благоприятными условиями для формирования месторождений подземных вод, в то время как районы с высокой плотностью дренирующих водотоков (выше  $3,6 \text{ км}/\text{км}^2$ ) считаются зонами с неблагоприятными условиями для формирования месторождений подземных вод.

Геоморфологические единицы водосборного бассейна можно разделить на умеренно расчлененное плато, низко расчлененное плато, предгорно-равнинный комплекс, антропогенный рельеф (искусственные озера и плотины, сооруженные в руслах рек). Среди перечисленных форм рельефа предгорные равнины, как правило, выделяются наиболее благоприятными условиями для формирования месторождений подземных вод за счет стока со стороны горных массивов. За ними следуют участки антропогенного рельефа в долинах рек, регулирующие сток и прибрежные зоны поверхностных водных объектов. Участки, которые относятся к слабо расчлененным плато на высоких гипсометрических отметках, рассматриваются как зоны с низкой вероятностью обнаружения месторождений подземных вод.

Землепользование играет значительную роль в формировании ресурсов подземных вод. Оно контролирует многие гидрогеологические процессы в круговороте воды, то есть инфильтрацию, испарение, поверхностный сток и

т. д. Особенности обрабатываемых земель, обеспечивает шероховатость поверхности, уменьшают интенсивность поверхностного стока и, тем самым, увеличивают инфильтрацию. На площади сельскохозяйственных угодий, залежных земель и в лесных районах инфильтрация будет больше, а сток будет меньше, следовательно, эти зоны имеют высокий потенциал для формирования запасов грунтовых вод. Наоборот, в районах городской застройки и на бесплодных землях скорость инфильтрации низкая, поэтому эти районы считаются зонами с низким потенциалом для формирования месторождений подземных вод.

К линеаментам относят прямолинейные формы, видимые на поверхности Земли как заметные «линии ландшафта» (Hobbs, 1904). Наличие таких форм рельефа является, прежде всего, отражением неоднородностей геологического разреза на поверхности Земли, вызванных геологическими или геоморфологическими процессами. Особенности геологического строения, которые определяют наличие линеаментов, включают разломы, зоны сдвига, трещины, дайки и жилы. Плотность линеаментов в пределах участка непосредственно связана с его перспективностью для поиска грунтовых вод. Считается, что районы с очень высокой плотностью линеаментов обладают хорошим потенциалом для восполнения запасов подземных вод, тогда как районы с очень низкой плотностью линеаментов имеют более низкую вероятность формирования месторождений подземных вод.

На основе анализа цифровой модели рельефа и дешифрирования космических многозональных фотоснимков среднего разрешения (Landsat-8) Подготовлены тематические карты по отдельным факторам формирования запасов подземных вод, включая участки неглубокого залегания уровня подземных вод. Выполнено районирование водосборного бассейна по условиям формирования поверхностного стока р. Сави с выделением локальных водосборов более мелких порядков. Полученные результаты служат исходными данными для разработки прогнозной карты ресурсов подземных вод с выделением наиболее перспективных и мало перспективных участков для поиска месторождений подземных вод.

#### Литература

1. Дю Тойд А. Геология Южной Африки. – М.: Иностранная литература, 1957. – 480 с.
2. Сутырина Е.Н. Дистанционное зондирование земли. – Иркутск: изд-во ИГУ, 2013. – 165 с.

### ГИСТЕРЕЗИС СМАЧИВАНИЯ ГЛИН ВОДОЙ

**В.В. Мохова**

Научный руководитель доцент О.А. Софинская

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия*

Смачиваемость породы имеет значение при капиллярном движении влаги. Смачивающая фаза подвержена явлению капиллярной конденсации в мелких порах и прочнее удерживается на поверхности твердых частиц, чем несмачивающая. Следовательно, влагоудерживающая способность грунтов зависит от их смачиваемости. Согласно уравнению Юнга, контактный угол смачивания зависит только от поверхностных натяжений на границах раздела фаз. Однако на практике контактный угол смачивания (КУ) зависит от: шероховатости, химических или структурных неоднородностей поверхности, наличия поверхностно-активных веществ в жидкости, которые могут образовывать на поверхности подложки пленку [1]. Эти факторы приводят к появлению гистерезиса КУ. Гистерезис смачивания характеризует разницу между углом смачивания при натекании жидкости и углом смачивания при стекании жидкости. Численное значение гистерезиса равно разнице между наступающим и отступающим КУ. Наступающий КУ – это максимальный угол, достигаемый перед тем, как контактная линия начинает двигаться в сторону газовой фазы. Отступающий угол характеризуется минимальным значением до того момента, когда линия начинает движение в сторону жидкой фазы. При неподвижной контактной линии статический угол принимает определенное значение в интервале между наступающим и отступающим КУ. Движение жидкости в глинах практически всегда происходит по водной пленке, вода которой находится в особом квазикристаллическом состоянии. Это означает, что в большинстве случаев поверхность глин уже смочена (если глина не высушена при 80-115° С), поэтому определение гистерезиса смачивания, основанное на динамике капли, нельзя применить к глинам. Однако пленка связанной воды на глинистой поверхности имеет неодинаковую толщину из-за распределения свободной энергии на шероховатой поверхности. Вследствие этого, КУ в различных точках этой поверхности неодинаков. Тогда я предлагаю принять гистерезис КУ на глинах как разницу между КУ в точках с высокой и низкой свободной энергией поверхности. Такое определение включает в себя и ранее данное, как один из случаев.

**Цель:** количественно оценить явление гистерезиса смачивания порошковых препаратов глин водой.

**Объекты.** В эксперименте использовались глины в виде порошков, просеянных через 250 мкм: чернозем, мусковит-каолиновый мергель, мусковит-хлоритовый мергель, филлит, бентонит, а также простые пористые среды: силикагель и гидрат окиси алюминия. К этим порошкам были применены типы обработки поверхности: 1) удаление водной пленки иссушением и выдерживанием в атмосфере H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 2) выдерживание с поверхностно-активными веществами (в том числе, биосурфактантами) 3, 4 и 5 месяцев.

**Методы.** Для определения контактного угла смачивания образцов водой готовили препараты: глинистые частицы приклеивали на двустороннюю липкую ленту на стекле. Далее глинистый препарат либо выдерживали несколько минут в атмосфере насыщенного водяного пара для создания максимально возможной толщины водной пленки на частицах и вытеснения заземленного воздуха, либо сразу сажали каплю, если образец предварительно подвергался иссушению. После этого проводилось формирование контактного угла смачивания на сидячей капле