

УДК 631.674: 634.7: 634.8.047
AGRIS: U10

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАКОПЛЕНИЯ ОСАДКОВ И ОРОШЕНИЯ ИМИ ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНЫХ ЗЕМЕЛЬ

©Исаев С. Х., д-р с.-х. наук, Ташкентский институт инженеров ирригации
и механизации сельского хозяйства, г. Ташкент, Узбекистан
©Жуманов А., Ташкентский институт инженеров ирригации
и механизации сельского хозяйства, г. Ташкент, Узбекистан

MATHEMATICAL MODELLING OF THE PROCESSES OF ACCUMULATION OF PRECIPITATION AND IRRIGATION OF MOUNTAIN AND PIEDMONT LANDS

©Isaev S., Dr. habil., Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,
Tashkent, Uzbekistan
©Jumanov A., Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,
Tashkent, Uzbekistan

Аннотация. В статье представлена информация о водоснабжении виноградников в горных и предгорных районах, методах водосбережения, в том числе орошения (дождевой водой), плодородия почв, съемок и сбора местных сточных вод при критической нехватке воды на виноградниках. Каждый из них кратко описан и сделаны выводы. В нем также рассматривается работа, сделанная с использованием вышеупомянутых местных методов сбора сточных вод, а также рекомендации по орошению виноградников в предгорьях.

Abstract. The article presents information on the water supply of vineyards in mountain and Piedmont regions, methods of water conservation, including irrigation (rainwater), soil fertility, surveys and collection of local wastewater in critical water shortages in vineyards. Each of them is briefly described and conclusions are drawn. It also examines the work done using the aforementioned local methods for collecting wastewater, as well as recommendations on the irrigation of vineyards in the foothills.

Ключевые слова: предгорные земли, процесс накопления, математическое моделирование, осадки, орошение.

Keywords: piedmont lands, accumulation processes, mathematical modeling, precipitation, irrigation.

Вода является источником жизни для любого живого организма, включая растения. Организм растений является неотъемлемой частью его внутренней структуры и оказывает непосредственное влияние на его рост, развитие, урожайность и качество урожая; сложные физиологические процессы, такие как фотосинтез, транспирация и дыхание, являются нормальными и интенсивными. Виноградники являются относительно засухоустойчивыми, и давать богатые урожаи (1).

Смирнов К. В., Малтабар Л. М. в своей работе «Садоводство» подробно рассмотрели, как виноград расходует воду на транспирацию и дыхание, для производства органического вещества. По данным этих авторов, в условиях Центральной Азии, в частности Узбекистана, для сбора 1 центнер винограда необходимо 44-50 м³ воды [1].

Наряду с другими сферами сельское хозяйство играет важную роль в дальнейшем укреплении экономики страны. В условиях нехватки оросительной воды применение водасберегающих технологии при выращивании высококачественного урожая в садоводстве является наиболее важной и актуальной задачей. Основываясь на достижениях науки в развитии аграрного сектора и повышении благосостояния людей, на тысячелетний опыт предков, увеличение плодородия сельскохозяйственных угодий, производство обильного и высококачественного урожая, выращивание в предгорных зонах различных плодов, таких как виноград, орех, миндаль, играет важную роль.

Для возделывания виноградника в горных и предгорных районах Узбекистана, наиболее эффективными являются города Китаб, Шахрисабз, Яккабаг Кашкадарьинской области, города Ургут, Самарканд Самаркандской области, города Байсун, Денов Сурхандарьинской области, города Ахангаран, Паркент и Чирчик Ташкентской области.

Выбирая место для виноградника в горных и предгорных районах, необходимо обратить внимание на: площадь посадки, которая должна быть не менее 10-15 гектаров и необходимо также предусмотреть возможность ее расширения.

Чтобы иметь возможность механизировать работы по посадке винограда и ухода за ним, уклон площади не должен превышать 10 градусов, если площадь имеет уклон, то должен быть выровнен в виде «лесенки». Влажные участки склонов, которые не так легкие и сухие летом, пригодны для виноградников.

Посадки винограда лучше располагать на южных склонах более высокой зоны, чтобы содержание сахара в нем было высоким. Для лучшего использования дождевой воды, виноградные ряды должны располагаться поперек склона. Если уклон — 5-10 градусов, то ряды винограда — расположение лучше поперек склона, а при уклоне более чем 10 градусов — посадки лучше располагать в виде «лесенки».

Площадь, где предполагается размещение виноградника, необходимо тщательно подготовить. В зависимости от сорта винограда, почвенных и климатических условий, определяется количество саженцев винограда на каждый гектар предгорных районов. Существуют оптимальные размеры в размещении саженцев винограда. Расстояние между рядами винограда — 2,5-3 м, а между саженцами в каждом ряду — 1,5-3 м [2].

Объекты и методы исследования

В целях совершенствования технологии орошения фруктовых садов и виноградников на основе научных исследований были проведены научно-исследовательские работы в фермерском хозяйстве «Нормумин ота» Яккабагского района Кашкадарьинской области.

Предложенная экономическая зона расположена в холмистой части Хантогского хребта западной ветви Гиссарского хребта. На данной ферме виноград выращивается по схеме 3x2,5, 3x2. Поэтому, количество саженцев на каждый гектар определяется по следующей формуле:

$$K = \frac{10000}{a \cdot b},$$

где K — количество саженцев на 1 гектаре; a — расстояние между рядами; b — расстояние между саженцами в ряду.

Влажность почвы, накопленная за счет осадков в низинах Узбекистана, недостаточна для хорошего урожая винограда. Влажность почвы регулируется орошением в определенные периоды вегетации. В горных и горных районах, где годовое количество осадков составляет 450-500 мм, виноградники можно орошать 1-2 раза.

Также важны своевременная и качественная обработка почвы, уничтожение сорняков, мульчирование, сбор местных сточных вод, посадка защитных деревьев и другие

агротехнические мероприятия. Знание агрофизических свойств почв имеет важное значение для повышения урожайности. Физические свойства почв и физические процессы, происходящие в них, относятся к числу основных факторов формирования почвенной природы. Поэтому большое внимание уделяется их изучению [5, 6].

Математическая модель задачи

Построим математическую модель оценки *скоплений* осадков. Общая площадь бассейна пруда на испытательном полигоне в фермерском хозяйстве «Нормумин ота» составляет 2,2 м в ширину, в длину 3,8 м с глубиной 2 м, общий объем накопленной воды составляет 17 м³.

Выпадающие осадки формируют поверхностный сток и способствуют интенсификации физико-химических процессов разрушения грунта, изменению сил сцепления частиц, изменению массы грунта в результате накопления влаги.

Важнейшим фактором, вызывающим промывку воды под воздействием естественной местной воды, является форма, длина и наклон склона. Глубина деградации почвы более активна на склонах, чем на равнинах. Толщина уменьшает скорость потока и увеличивает длину. Следует отметить, что крупные, тяжелые частицы и микроагрегаты почвы находятся на дне потока воды, а легкие частицы движутся по поверхности водного потока.

Моделирование рассматриваемой задачи на основе метода водного баланса производится в двумерном пространстве $X-Y$, при этом ось X — расположена вдоль спуска склона, а ось Y — слева направо. Метод водного баланса основан на следующем законе сохранения: для любого объема пространства, ограниченного некоторой произвольной поверхностью, количество, вошедшее внутрь этого объема, за вычетом количества воды, вышедшего наружу, должно равняться увеличению (или уменьшению) количества ее внутри данного объема [3]. Это равенство справедливо для любого промежутка времени и для любого произвольно взятого пространства, ограниченного замкнутой поверхностью.

Приходную часть баланса, влаги в рассматриваемом объеме будут составлять:

- осадки x , выпавшие за рассматриваемый период времени на поверхность выделенного объема;

- количество влаги z_1 , конденсирующейся в почве и на ее поверхности;

- количество воды w_1 , поступившей путем подземного притока;

- количество воды y_1 , поступившей на данную площадь через поверхностные водотоки (руслый и склоновый сток).

Расход влаги из рассматриваемого объема может осуществляться следующими путями:

- испарением z_2 с поверхности воды, снега, почвы, растительного покрова;

- оттоком воды w_2 путем подземного стока;

-отеканием воды y_2 поверхностными водотоками (руслый и склоновый сток);

- использованием воды в хозяйстве v_2 (безвозвратное использование).

Пусть u — изменение запасов влаги в бассейне. В соответствии с принятыми обозначениями общее уравнение баланса влаги для произвольного контура и произвольного промежутка времени запишется в виде

$$u = x + y_1 + z_1 + w_1 - z_2 - y_2 - w_2 - v_2 \quad (1)$$

При выращивании виноградников из горных районов первым случаем является то, что вода, используемая для последующих борозд, будет подаваться попеременным открытием крана.

Для решения задачи было использовано уравнение Сен-Венана, связывающее высоту столба воды с потоком, и вспомогательное уравнение, задающее коэффициенты впитывания грунта [5]. Математическая модель, связывающая глубину H с потоком P :

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial P}{\partial y} - f + u \quad (2)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = -k_1 f + k_2 \quad (3)$$

$$\begin{cases} k_1 > k_2, & H \neq H_0 \\ k_1 = 0, & H = H_0 \end{cases}$$

$$P = \begin{cases} T_1 \left((1 + T_2 \operatorname{tgi})^\alpha - 1 \right), & i \geq i_0 \\ 0, & i < i_0 \end{cases} \quad (4)$$

где f — функция, задающая степень впитывания в области; u — источник влаги (1); k_1 — коэффициент промокания; k_2 — коэффициент, задающий скорость впитывания; H — высота водяного столба; H_0 — естественный уровень воды; $\operatorname{tgi} = \sqrt{\left(\frac{\partial H}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial y}\right)^2}$; i — угол наклона; T_1, T_2, α — характеристики текучести жидкости.

Математическая модель (2)-(4) представляет собой систему дифференциальных уравнений, для решения которой применяется метод Эйлера-Коши [4]. Для удобства исследования модели составлена компьютерная программа моделирования накопления осадков в интегрированной среде программирования Delphi. Программа предназначена для:

- проведение компьютерного эксперимента по выпадению осадков в виде снега или дождя и осаждению их на поверхность с заданным рельефом;
- задание основных параметров, характеризующих интенсивность и тип осадков, внутреннее механическое взаимодействие элементов осадков, наклон и рельеф склона;
- вывод на экран в процессе компьютерного эксперимента значений и графиков основных выходных характеристик.

Результаты исследования:

- построение математической модели для расчета скоплений дождевой воды, учитывающая рельеф местности, количество осадков, степень промокания и впитывания грунта;
- решение математической модели с помощью численного метода;
- создана программа для реализации модели;
- проведен ряд численных экспериментов и сделан анализ результатов.

Вывод

Предлагаемая техника и технология орошения состоит из трубопроводной сети, что обеспечивает точность и регулярность в водоснабжении.

Рекомендуемая техника орошения, основана на принципе сбора и распределения местных сточных вод, и может быть использована при орошении садов и виноградников. Орошение осуществляется путем распределения одинакового количества воды на очень малых расстояниях (1,5-4,0 м).

Новая технология орошения была использована для орошения винограда при сборе местных сточных воды в условиях нехватки воды, т.е. в период с июня по июль, когда погода жаркая и влажность низкая. Предлагаемая технология увеличила урожайность винограда.

Источники:

(1). Программа «Улучшение производства овощей, бахчевых, картофеля, фруктов и винограда и их комплексное размножение в 2004-2010 годах» Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистана. Ташкент, 2003. 14 с.

Sources:

(1). The program "Improving the production of vegetables, melons, potatoes, fruits and grapes and their multiplication in 2004-2010" of the Ministry of Agriculture and Water Resources of the Republic of Uzbekistan. Tashkent, 2003. 14.

Список литературы:

1. Мирзаев М. М., Собиров М. К. Садоводство. Ташкент: Меҳнат, 2007. 126 с.
2. Мирзаев М. М. Виноградарство предгорно-горной зоны Узбекистана. Ташкент: Фан, 2000. 236 с.
3. Белолипецкий В. М. Шокин Ю. И. Математическое моделирование в задачах охраны окружающей среды. Новосибирск: ИНФОЛИО-пресс, 2007. 240 с.
4. Колдоба А. В., Повешенко Ю. А. Методы математического моделирования окружающей среды. М.: Наука, 2000. 254 с.
5. Bestelmeyer B. T. et al. A multi-scale classification of vegetation dynamics in arid lands: what is the right scale for models, monitoring, and restoration? // Journal of Arid Environments. 2006. Т. 65. №. 2. С. 296-318.
6. Cao G. et al. Use of flow modeling to assess sustainability of groundwater resources in the North China Plain // Water Resources Research. 2013. Т. 49. №. 1. С. 159-175.

References:

1. Mirzaev, M. M., Sobirov, M. K. (2007). Gardening. Tashkent: *Meunat*, 126.
2. Mirzaev, M. M. (2000). Viticulture of the foothill-mountainous zone of Uzbekistan. Tashkent: *Fan*, 236.
3. Belolipetsky, V. M., & Shokin, Yu. I. (2007). Mathematical modeling in environmental protection problems. Novosibirsk: *INFOLIO-press*, 240.
4. Koldoba, A. V., & Poveschenko, Yu. A. (2000). Methods of mathematical modeling of the environment. Moscow: *Science*, 254.

5. Bestelmeyer, B. T., Trujillo, D. A., Tugel, A. J., & Havstad, K. M. (2006). A multi-scale classification of vegetation dynamics in arid lands: what is the right scale for models, monitoring, and restoration?. *Journal of Arid Environments*, 65(2), 296-318.

6. Cao, G., Zheng, C., Scanlon, B. R., Liu, J., & Li, W. (2013). Use of flow modeling to assess sustainability of groundwater resources in the North China Plain. *Water Resources Research*, 49(1), 159-175.

*Работа поступила
в редакцию 11.06.2018 г.*

*Принята к публикации
15.06.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Исаев С. Х., Жуманов А. Математическое моделирование процессов накопления осадков и орошения ими горных и предгорных земель // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №7. С. 160-165. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/isaev-s> (дата обращения 15.07.2018).

Cite as (APA):

Isaev, S., & Jumanov, A. (2018). Mathematical modelling of the processes of accumulation of precipitation and irrigation of mountain and piedmont lands. *Bulletin of Science and Practice*, 4(7), 160-165.