

Валуев В.Е.

ГИДРОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАК ОСНОВНЫЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВ

Развитие мелиораций должно тесно увязываться с разработкой схем комплексного использования и охраны водно-земельных ресурсов на водосборах крупных и средних рек, региональных и областных схем землеустройства и мелиоративного освоения сельскохозяйственных земель, в которых осуществляются технические решения по рациональному использованию природных ресурсов, рассчитанные на долгосрочную перспективу, устанавливается очередность выполнения соответствующих мелиоративных мероприятий. Историческим достижением в этом направлении явилась разработка и поэтапная реализация комплексной схемы использования и охраны водных и земельных ресурсов такого крупного региона, как Полесье. Причем, здесь выдержана ориентация на мелиоративные системы управляемые, многоцелевые и совершенные, обеспечивающие создание и поддержание оптимального водного, воздушного, питательного и теплового режимов почв для получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Мелиоративные системы в Белорусском Полесье, как показывают множественные исследования и опыт их эксплуатации, должны быть практически повсеместно двустороннего действия, а их параметры необходимо устанавливать с учетом обеспечения водопотребления сельскохозяйственных культур, наиболее требовательных к водному режиму как во влажные, так и в сухие годы [1,2]. Такие параметры, безусловно, обеспечивают регулирование условий жизнедеятельности для всех культур, возделываемых в этой зоне, на период амортизационного срока системы. В принципе, интегральным показателем естественной увлажненности сельскохозяйственных земель является влажность почвенного слоя-среды обитания корневой системы растений, из которого они получают влагу, питательные вещества, снабжаются кислородом воздуха и др. В условиях мелиораций задаются и оперативно поддерживаются необходимые в конкретные фазы развития культурных растений минимальные ($W_{min,i}$) и максимальные ($W_{max,i}$) уровни (режимы) влажности почв. К этому, в сущности, сводится смысл инженерных расчетов, выбора технической схемы и управляющих параметров мелиоративной системы. Комплекс мелиоративных мероприятий направлен на всестороннее повышение плодородия почв, без нанесения ущерба прилегающим землям и угодьям, на максимальное сохранение органического вещества почвы. Известно, что получить плановый или программируемый урожай не просто даже в условиях мелиорированных земель, т.к. урожай формируется большим комплексом факторов, которые находятся в динамичном и сложном взаимодействии друг с другом. При этом, свет, тепло, влага, кислород воздуха, питательные вещества не взаимозаменяемые факторы плодородия и не компенсируются друг другом, а урожай растений всякий раз ограничивается лимитирующим на рассматриваемый момент времени фактором и может неуклонно повышаться только адекватно прогрессирующему плодородию почв. Наивысшая продуктивность земель достигается лишь при оптимальном и гармоничном соотношении всех факторов роста растений. Исходя из агро-мелиоративной практики, следует отметить, что максимальное количество

сельскохозяйственной продукции достигается на фоне изменяющейся во времени влажности корнеобитаемого слоя в диапазоне от наименьшей влагоемкости, как верхнего оптимального уровня ($W_{не} = W_{max}$), до влажности разрыва капиллярных связей ($W_{врк} = W_{min}$) - нижнего оптимального предела почвенных влагозапасов. Если W_{HB} получается как почвенно-гидрологическая константа при полевых изысканиях и исследованиях, то нижний порог оптимальной влажности корнеобитаемого слоя может быть ориентировочно назначен в зависимости от биологических особенностей культуры и физико-механических свойств почвы. Причем, характер изменения почвенных влагозапасов на протяжении периода вегетации в отмеченных выше пределах (от $W_{не}$ до W_{min}) определяется водопотреблением культуры, погодными условиями, свойствами почво-грунтов и гидрогеологическими особенностями земель. В критические периоды влажности почвы должна быть близкой к $W_{не}$, но в ходе вегетации она может иметь значения, близкие также к $W_{врк}$. Так, для некоторых культур критические периоды приурочены к следующим фазам их развития: озимая и яровая пшеница - выход в трубку, налив зерна; гречиха - цветение; кукуруза - до и после выметывания метелки; зернобобовые - бутанизация, цветение; подсолнечник - образование корзинки, цветение; картофель - бутанизация, массовое клубнеобразование; сахарная свекла - развитие листьев, нарастание корнеплодов; многолетние травы - кущение, бутонизация и цветение после укоса; овощи - всходы, цветение, созревание; культурные пастбища - в течение вегетации. Исходя из установленных пределов [3], в среднем за вегетационный период влажность корнеобитаемого слоя почвы в долях от $W_{не}$ составляет (таблица 1)

$$V_{0cp} = \frac{W_{max} + W_{min}}{2 \cdot W_{max}} = \frac{W_{HB} + W_{BPK}}{2 \cdot W_{HB}} \quad (1)$$

В условиях постоянного избыточного естественного увлажнения мелиоративные мероприятия направляются на осушение сельскохозяйственных земель. При осушении водно-воздушный режим почвы (режим осушения) призван создать необходимые условия для получения проектной урожайности сельскохозяйственных культур. Режим осушения, при этом, характеризуется следующими показателями: влажностью и аэрацией почвы, продолжительностью затопления поверхности почвы и подтопления ее верхних слоев в различные периоды вегетации, глубиной залегания подземных вод [4, 3, 5]. Так, влажность почвы в корнеобитаемом слое за вегетационный период, в целом, должна составлять: для зерновых культур - 55...75% полной влагоемкости ($W_{не}$); для овощей, картофеля и корнеплодов - 60...80%, а для трав - 65...85% от $W_{не}$. Кроме того, в границах осушительной системы должна обеспечиваться проходимость сельскохозяйственной техники при проведении комплекса полевых работ. Процесс формирования естественной влажности корнеобитаемого (деятельного) слоя почвы и, естественно, зоны аэрации синтезируют в

Валуев Владимир Егорович. Профессор каф. сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224107, г. Брест, ул. Московская, 267.

Таблица - Относительная влажность корнеобитаемого слоя почвы ($V_{оср.}$) в зависимости от $W_{не}$ и $W_{врк.}$

Культура	Средняя за вегетацию относительная влажность ($V_{оср.}$)			Расчетная мощность корнеобитаемого слоя, м
	Тип почвы по механическому составу			
	тяжелые	средние	легкие	
Озимая и яровая пшеница, просо	0,875	0,850	0,825	1,0
Сахарная свекла	0,900	0,875	0,850	0,7...0,8
Кукуруза	0,875	0,850	0,825	1,0
Многолетние травы	0,875	0,850	0,800	1,0
Картофель	0,875	0,850	0,825	0,7...0,8
Овощи	0,900	0,875	0,850	0,6...0,8
Зернобобовые	0,875	0,850	0,825	0,7...0,8

себе климатические, почвенно - литологические, геологические, гидрогеологические и прочие условия района и объекта гидромелиораций. Обобщенную мелиоративную характеристику земель можно получить, исследовав тип водного питания (ТВП) или основные источники, обуславливающие их переувлажнение.

Динамика количественного изменения почвенных влагозапасов в реальных условиях водного питания может быть достаточно точно охарактеризована по результатам исследования водного баланса территории, в целом.

Почвенные влагозапасы на конкретном сельскохозяйственном поле являются производной от количества и динамики поступления в деятельный (испаряющий) слой почвы влаги за счет выпадающих атмосферных осадков, почвенно-грунтовых, склоновых и намывных вод. Причем, количество влаги, аккумулируемой в почвенном слое, определяется соотношением между ее приходом и расходом на территории за расчетный период (i). Осушительные мелиорации направлены на уменьшение приходной и увеличение расходной части водного баланса, и, прежде всего, на увеличение поверхностного стока и оттока грунтовых (подземных) вод путем искусственного дренирования территории. При питании земель почвенно-грунтовыми водами оптимальная влажность почвы обеспечивается через поддержание оптимальных глубин залегания их зеркала в пределах конкретного сельскохозяйственного поля. Оптимальная глубина залегания уровня подземных вод от поверхности земли (УПВ) соответствует норме осушения (H), при которой обеспечиваются оптимальная влажность (W) и аэрация (A) - свободная порозность, определяемая как разность между пористостью (P) и ее влажностью

$$A = P - W \quad (2)$$

Оптимальная аэрация составляет 20...40% от пористости почвы. Следовательно, от 20 до 40% пор почвы в зоне аэрации должны быть свободны от влаги и заполнены воздухом (меньшая аэрированность - для трав, большая - для корнеплодов). При недостатке кислорода в почве (аэрация менее 15...20%) снижается интенсивность газообмена и разложения органического вещества, идут процессы его брожения, увеличения кислотности и оглеения, приводящие к снижению потенциального плодородия и, в итоге, урожая. Значения норм осушения (оптимальных глубин залегания подземных вод) можно получить на основании водно-балансовых расчетов или принять по рекомендациям. Причем, норма осушения, как и другие элементы режима мелиораций, должна быть оптимальной в критические для растений периоды. Так, при использовании земель под полевые, кормовые и овощные севообороты, в среднем за вегетацию, норма осушения для песчаных и супесчаных почв составляет 90 см, для связных минеральных почв и торфяников -110 см. На сенокосах норма осушения, в среднем за вегетацию, в зависимости от механического состава почв принимается в пределах 60...80 см. В

первый месяц вегетации на сенокосах норма осушения составляет 40...60 см, пастбищах - 70...90 см. В период предпосевной обработки и уборки урожая нормы осушения на землях, используемых под полевые, кормовые и овощные севообороты, принимаются - 40...60 см. Причем, меньшие значения, приведенные выше норм осушения, характерны для песчаных и супесчаных почв, большие - для связных минеральных почв и торфяников. При любом отклонении влажности почвы от оптимальной, растения страдают либо от недостатка, либо - от избытка влаги. Задача, которую решают при мелиорации, состоит в том, чтобы через непрерывное обеспечение V_{oi} по критическим периодам (в среднем - декада) и в целом за вегетационный период избежать лимитирования водопотребления сельскохозяйственных культур почвенной влагой и, следовательно, гарантировать, с этой стороны, высшую интенсивность фотосинтеза, предопределяющую, в свою очередь, максимальную конечную биомассу (урожайность).

Влажность корнеобитаемого слоя почв тесно связана также с явлением затопления осушаемых земель водами весенних паводков или летне-осенних дождей. Допускаемая продолжительность затопления осушаемых земель при использовании их в севооборотах, не включающих в себя озимых культур, устанавливается, исходя из обеспечения оптимальных для сельскохозяйственных культур сроков сева.

При наличии в севооборотах озимых культур, затопление осушаемых земель водами весенних паводков вообще не допускается. Предельные сроки весеннего затопления луговых трав могут быть приняты на основе действующих рекомендаций, хотя необходим учет региональных особенностей. Так, для клевера красного, клевера белого, ежи сборной, овсяницы красной предельный срок затопления поверхности сельскохозяйственного поля - 10 суток, тимофеевки луговой, мятлики лугового, овсяницы луговой, полевицы белой - 30 суток, а для канареечника тростникового - 60 суток. Для других луговых трав предельный срок весеннего затопления колеблется от 15 до 45 суток.

Отвод поверхностных вод с осушаемых земель в период летне-осенних дождей должен обеспечиваться: для зерновых культур в течение 0,5 сут., для овощей, силосных культур, корнеплодов - 0,8 сут, для многолетних трав - 1,0 сут. Кроме того, из корнеобитаемого слоя почвы в этот период избыточная влага отводится в строго установленные сроки. Для полевых, кормовых, овощных севооборотов и пастбищ максимальная продолжительность стояния УПВ в пахотном слое - 1,5 сут., в корнеобитаемом слое - 5 сут., для сенокосов, соответственно по слоям, -3 и 7 сут.

Опыт показывает, что, исходя из требований к водно-воздушному режиму почв, регулирующая сеть должна эффективно обеспечивать отвод поверхностных и понижение УПВ на осушаемом массиве в следующие характерные (расчетные) периоды:

- от прохождения пика весеннего паводка до начала полевых работ;
- от прохождения пика весеннего паводка до начала вегетации трав (для пастбищ и сенокосов);
- в период выпадения летне-осенних дождей и уборки урожая.

По принципу действия регулирующая сеть, в этом случае, может быть подразделена на: закрытые дрены и открытые осушители, понижающие УПВ в требуемые сроки; закрытые и открытые собиратели, отводящие в расчетное время избыточные поверхностные воды.

Магистральные каналы, транспортирующие собиратели, открытые коллекторы, входящие в состав проводящей осушительной сети, предназначенной для приема воды из регулирующей и оградительной сетей и отвода ее в водоприемник, подвергаются гидравлическому расчету при расходах воды более $0,5 \text{ м}^3/\text{с}$, а также при меньших расходах, когда уклон канала превышает $0,0005$ - для песчаных, $0,003$ - для суглинистых и $0,005$ - для глинистых грунтов, слагающих их ложе.

Расчет каналов проводящей сети и естественных водотоков, являющихся водоприемниками осушительных систем, осуществляется на расходы воды, принимаемые в зависимости от характера использования сельскохозяйственных земель.

При использовании под полевые севообороты, пастбища и сенокосы участков земель, площадью до 2 тыс. га, проводящая сеть рассчитывается на пропуск расходов воды 10%-ной обеспеченности, при использовании земель под овощные севообороты и многолетние насаждения - 5%-ной обеспеченности. В каждом конкретном случае, расчетная обеспеченность расходов воды принимается в ходе технико-экономического сравнения вариантов. При этом, расчетными периодами являются: при использовании осушаемых земель под полевые севообороты с озимыми и многолетние насаждения - весенний и летне-осенний паводок; под все виды сельскохозяйственного использования земель - меженный период. В случае, когда расчетным периодом является период весеннего паводка, расчет каналов выполняется, исходя из условия пропуска расчетных расходов воды без затопления осушаемых земель. Расчет каналов на расходы предпосевного периода и летне-осеннего паводка производится в увязке с работой регулирующей сети по созданию требуемого водно-воздушного режима почв, с учетом своевременного освобождения ее от подпора.

УДК 556.332.52:519

Калинин М.Ю., Снякевич Л.Н., Тимофеев А.В.

АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНЕГО ЕСТЕСТВЕННОГО РЕЖИМА УРОВНЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ р. НЕМАН И МИНСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Одной из важнейших проблем, связанных с изучением водных ресурсов, является оценка условий и процессов формирования гидродинамического режима подземных вод зоны активного водообмена под влиянием естественных (в первую очередь климатических) и антропогенных факторов. Под режимом подземных вод понимается процесс, характеризующийся изменением уровня, расхода, гидравлического уклона, скорости, температуры, вязкости, химического и газового

Изложенные выше требования к количеству и динамике почвенных влагозапасов по профилю, состоянию увлажнения поверхности сельскохозяйственного поля, особенностям гидрологического режима мелиорируемых сельскохозяйственных земель и, увязанного с ним, гидравлического режима элементов гидромелиоративных систем в своей совокупности определяют комплекс качественных и количественных параметров регулирования водного режима почв, зависящих, по сути, от гидролога - климатических, почвенно-мелиоративных и хозяйственно - экономических условий объекта мелиораций.

Комплексность подхода диктует необходимость использования единого метода оценки гидролога - климатических условий в границах водосборной площади, в целом, и земель, включенных в границу мелиораций, который давал бы возможность назначить в пакете основные регулирующие параметры. Отсюда следует, что управляющими параметрами при автоматизированном управлении режимом гидромелиораций будут выступать: УПВ; относительная влажность почвы средняя за расчетный (t) период (или за определенную фазу развития культуры) - V_{oi} ; верхний предел оптимальной влажности почвы - $W_{max.i}$; нижний предел оптимальной влажности почвы - $W_{min.i}$; уровни, при которых осуществляется пропуск воды в проводящей гидромелиоративной сети (H_i); допустимые отклонения от рекомендуемых управляющих параметров: $\pm \Delta УПВ_i$, $\pm \Delta V_{oi}$, $\pm \Delta W_{max.i}$, $\pm \Delta W_{min.i}$, $\pm \Delta H_i$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ивицкий А.И. О проектировании осушительно-увлажнительных систем на болотах Полесья. - Минск, 1974. - 130 с.
2. Моделирование процессов в природно-экономических системах // Под ред. В.И. Гурмана. - Новосибирск: Наука, 1982. - 176 с.
3. Режимы влагообеспеченности и условия гидромелиораций степного края // Под ред. В.С. Мезенцева. - М.: Колос, 1974. - 240 с.
4. Афанасик Г.И. и др. Комплексное регулирование условий жизни растений на торфяных почвах. - Минск, Ураджай, 1980. - 136 с.
5. Шебко В.Ф. Гидрологический режим осушаемых территорий. - Минск: Ураджай, 1970. - 299 с.

состава подземных вод во времени и пространстве. В результате изучения режима и баланса подземных вод можно определить ряд гидрогеологических параметров: коэффициент фильтрации, коэффициент водоотдачи, питание водоносных горизонтов, экстремальные уровни, температуру и химический состав, годовые и многолетние амплитуды колебаний уровня поверхностных водотоков и подземный сток. Получаемая в результате этих исследований информация использу-

Калинин Михаил Юрьевич. Д.т.н., зам. директора по научной работе Института проблем использования природных ресурсов и экологии (ИПИПРЭ) НАН Б.

Снякевич Любовь Николаевна. Аспирант Института проблем использования природных ресурсов и экологии (ИПИПРЭ) НАН Б.

Тимофеев Антон Викторович. Младший научный сотрудник Института проблем использования природных ресурсов и экологии (ИПИПРЭ) НАН Б.

Беларусь, 220114 г. Минск, Староборисовский тракт, 10.