

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ АГРОФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

В.М. ГОНЧАРОВ, кандидат биологических наук;

В.Г. ТЫМБАЕВ, кандидат биологических наук;

Е.В. ФАУСТОВА, кандидат биологических наук;

Е.И. Николаева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Введение

Ландшафтно-агрофизическая оценка включает в себя оценку физического состояния почвенного покрова на момент исследования, на основании полученной информации выделение благоприятных и неблагоприятных для роста и развития растений зон и разработку рекомендаций по повышению эффективности и устойчивости агроэкосистем. В большинстве случаев традиционные подходы к агрофизической оценке строятся на основе классификационных градаций отдельных свойств почвы и включают такие показатели как объект (почва и культура) и оптимальные диапазоны значений физических свойств в пахотном слое. Однако, оценка по отдельным физическим свойствам не дает комплексного представления о реальной агрофизической картине, их связи с урожаем не всегда линейны, а сами они нередко взаимосвязаны.

Учитывая, что важность основных физических свойств почв заключается, прежде всего, в формировании водно-воздушных условий для роста и развития растений, в работе была поставлена цель разработки нового подхода к оценке агрофизического состояния почвенного покрова, основанного на характеристике водно-воздушного режима. Этот подход должен учитывать латеральное распределение физических свойств. При оптимизации управления ростом растений в адаптивно-ландшафтном земледелии, при поиске оптимальных решений снижения неравномерности урожая в масштабе отдельного поля и одновременной экономии средств необходимо учитывать вариабельность агрофизических условий. Традиционно используемая информация почвенной карты не отражает этого, так как изменение физических свойств в ландшафте есть результат не только почвенно-генетических, но и разнообразных технологических, агрохимических и других воздействий, нередко плохо коррелирующих со структурой почвенного покрова.

Объекты и методы исследований

Исследования включали характеристику агрофизического состояния для комплекса серых лесных почв Владимирского ополья и дерново-подзолистых почв с текстурно-дифференцированным профилем Ивановской области – объектов, имеющих пространственно-неоднородный почвенный покров. На опытных участках в узлах равномерной сетки с

шагом послойно исследовали плотность почвы, влажность при определении плотности, водопроницаемость методом трубок с переменным напором. Шаг опробования определялся латеральной неоднородностью почвенного покрова и обеспечивал достоверное отображение варьирования свойств методами пространственной интерполяции. В наших исследованиях для участков площадью менее 1 га он составлял 7 м, а на площади 2,5 га – 21 м.

В лабораторных условиях были проведены определения плотности твердой фазы и основной гидрофизической характеристики почв. Эти свойства составили основу для оценки агрофизического состояния комплексного покрова, как наиболее информативные с точки зрения формирования водно-воздушного режима почв.

Опытный участок Владимирского ополья представлен серыми лесными неоподзоленными почвами, серыми лесными почвами разной степени оподзоленности, а также серыми лесными почвами со вторым гумусовым горизонтом. Дерново-подзолистые почвы Ивановской области имели в своем профиле песчаный горизонт, глубина залегания которого варьировала в пределах участка от 35 до 80 см.

В последние годы в агрофизике широкое распространение получают математические модели, позволяющие достаточно надежно рассчитать на основе экспериментально полученных данных о физических свойствах процессы движения влаги в почвенной толще. Задавая внешние исходные условия (полив и осадки, эвапотранспирацию и отток), можно прогнозировать изменения влажности почв и производить прогнозный режимный расчет влажности. При унифицированных условиях на верхней и нижней границах почвенной толщи на основе экспериментальных основных гидрофизических характеристик были получены послойные изменения влажности (давления влаги) за определенный период. Оценка водно-воздушных условий с точки зрения оптимальности для растений заключалась в подсчете вероятности появления неблагоприятных периодов: чем их меньше, тем лучше агрофизическое состояние почв [1, 2].

Прогнозный расчет элементов водно-воздушного режима почв, проведенный с помощью программы «FAUST», позволил получить вероятность появления «критических» с точки зрения условий для развития растений величин (эти критерии являются общепринятыми в почвенно-мелиоративной практике): 1) недостатка влаги в почве при влажности $<70\%$ наименьшей влагоемкости (НВ); 2) недостаточной аэрации при воздухосодержании $<10\%$.

В наших расчетах начальным условием было взято распределение влажности по профилю почв, равное НВ. Полный расчетный цикл составлял 25 дней: в течение первых 12 суток с верхней границы испарялось количество воды, соответствующее разнице запасов от НВ до

0.7 НВ в слое 0-50 см; на 13-й день в течение суток – полив, равный указанному диапазону, с 14-го дня – вновь испарение в течение 12 дней до запасов влаги 0.7 НВ.

В результате расчета для корнеобитаемого слоя 0-50 см с шагом 10 см были получены вероятности появления периодов недостатка влаги (ВН) и переувлажнения (ВП), как основных количественных характеристик водного режима. Вычитая полученные значения ВП и ВН из общего объема данных (вероятность 1) и найдя их среднее геометрическое, был получен показатель – индекс оптимальности водно-воздушного режима (ИОР): $ИОР = ((1-ВП) * (1-ВН))^{1/2}$.

Результаты и обсуждение

Статистический анализ и исследование пространственного распределения вероятности появления «критических величин» в слое 0-50 см комплекса серых лесных почв Владимирского ополья (рис.1) показали достаточно высокий ИОР (разброс значений 0.91-0.99), указывающий на весьма хорошее агрофизическое состояние почв.

При этом показатели незначительно варьировали в пределах данного поля. Минимальной вероятностью появления и засушливых, и переувлажненных условий характеризовались контуры серых лесных почв и серых лесных почв со вторым гумусовым горизонтом.

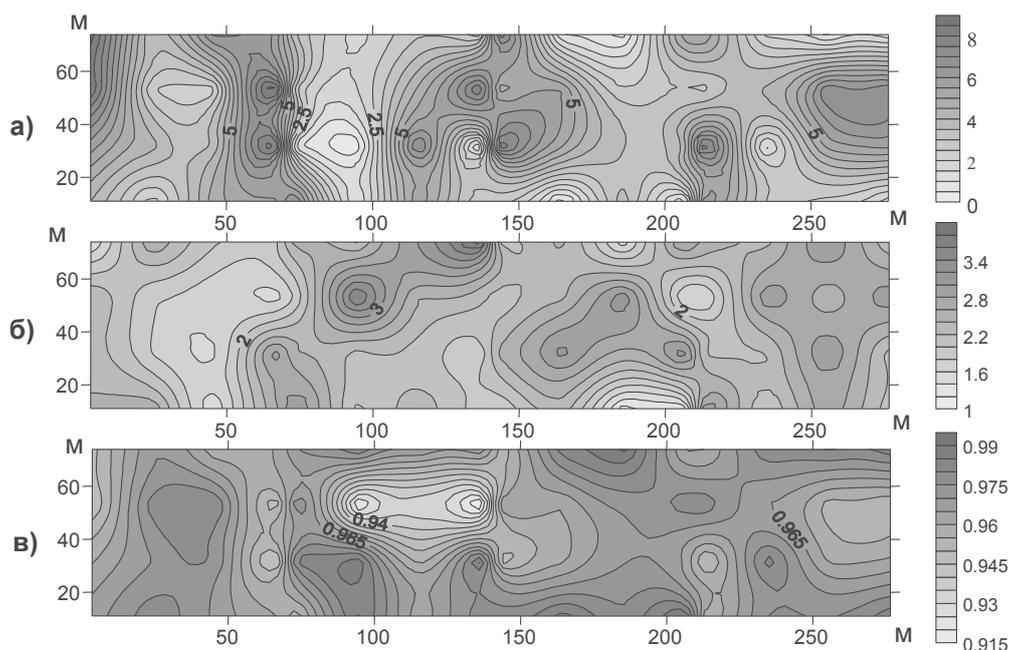


Рис. 1. Изоплеты вероятности появления (%) иссушения (а), переувлажнения (б) и ИОР расчетного срока (в) в слое 0-50 см серых лесных почв Владимирского ополья.

Высокий ИОР и его слабая дифференциация по площади участка объясняется, вероятно, мягкими, «щадящими» условиями, заданными в модели: норма осадков для каждой точки была одинакова и рассчитана по самым плотным серым лесным почвам, то есть минимальная для данного агроландшафта. Возможно, при более «жестких» условиях, то есть при большей норме осадков и интенсивном испарении, различия были более яркими. В частности, те же серые лесные почвы, возможно, имели бы более продолжительные периоды переувлажнения и чрезмерного иссушения.

Однако, несмотря на общую благоприятную ситуацию, все же можно наблюдать агрофизическую дифференциацию: зоны с максимальным ИОР приурочены к участку серых лесных почв со вторым гумусовым горизонтом и серых лесных почв (медианные значения 0.98 и 0.97); зоны же с минимальным ИОР наблюдались в серых лесных слабо- и среднеподзоленных почвах (медиана = 0.96).

Прогнозный расчет элементов водно-воздушного режима дерново-подзолистых почв Ивановской области показал (рис.2а), что вероятность недостатка влаги (ВН) практически на всем участке равнялась 0. Это, как уже было показано в серых лесных почвах, связано с неравномерным иссушением расчетной 50-сантиметровой толщи. Зоны, где все же наблюдался ВН, приходились на верхнюю часть склона, где песок ближе всего подходил к поверхности – максимум ВН достигал 0.07.

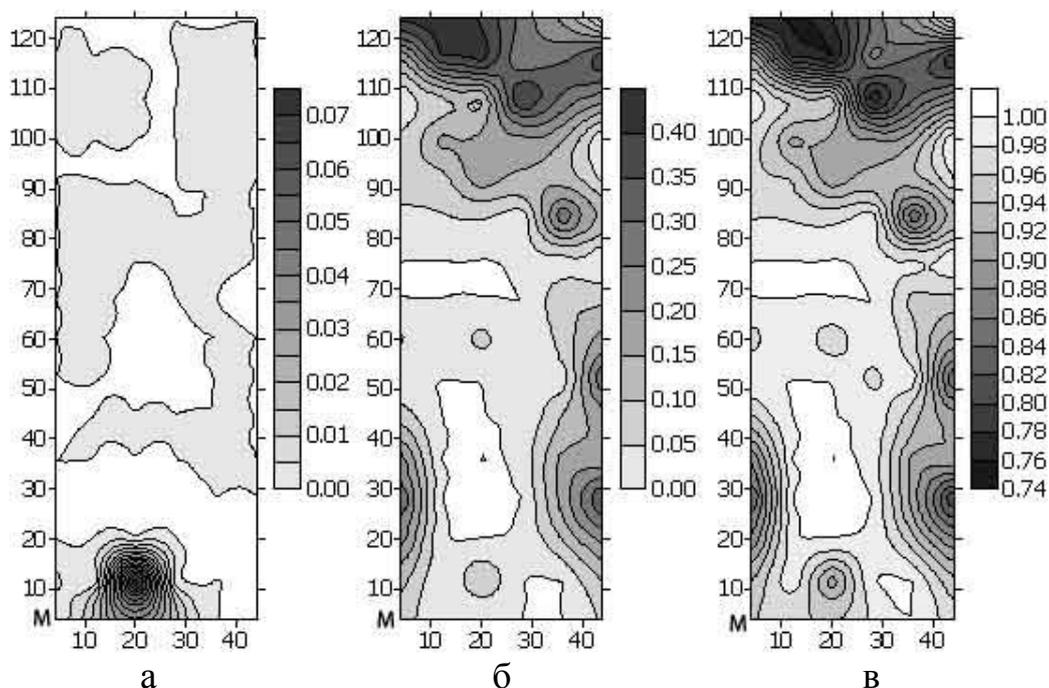


Рис. 2. Вероятность появления недостатка влаги (а), избыточного увлажнения (б) и ИОР (в) в слое 0-50 см дерново-подзолистых почв Ивановской области.

Вероятность переувлажнения (ВП) проявлялась интенсивнее – значение медианы 0.03. Наибольшие значения закономерно приурочены к нижней части поля с близким уровнем грунтовых вод (рис. 2б). Здесь вероятность переувлажнения достигала 0.42. Однако, переувлажнение проявлялось и в верхней части поля, что связано, по-видимому, со слоистой природой близко залегающей песчаной толщи. Распределение значений ИОР по полю практически полностью совпадало с ВП. В целом для участка характерен высокий индекс оптимальности режима (медиана 0.98). Однако, в некоторых точках нижней части поля его значения минимальны – 0.74-0.78, что меньше минимальных значений в серых лесных почвах.

Используя весь объем экспериментальных данных по физическим свойствам, был проведен анализ приоритетности влияния изученных физических свойств на величину ИОР. Среди показателей, оказывающих определяющее влияние на ИОР серых лесных почв, выделялись, прежде всего, плотность и коэффициент фильтрации подпахотного слоя 30-35 см. В дерново-подзолистых почвах ИОР значимо коррелировал со значениями фильтрации поверхностного слоя ($K=0.30$), плотности и НВ.

Графическое представление латерального распределения индекса оптимальности водно-воздушного режима показало, что выделенные зоны не всегда совпадали с границами отдельных физических показателей, но, базируясь на основной гидрофизической характеристике почв, ИОР являлся их интегральным отражением и наиболее полно характеризовал агрофизическое состояние почвенного покрова.

Выводы

Предлагаемый ландшафтно-экологический подход позволяет получить реальную картину латерального распределения агрофизических условий роста и развития растений, а использование комплексных критериев, основанных на качественной и количественной оценке основных элементов водно-воздушного режима почв, позволит разработать экологически обоснованные мелиоративные и агротехнические мероприятия.

Список литературы

1. Шеин Е. В., Махновецкая С.В. Агрофизическая оценка почв на основе анализа прогнозного водно-воздушного режима // Почвоведение. – 1995. – № 2. – С. 187-191.
2. Goncharov V.M., Shein E.V., Faustova E.V., Tymbaev V.G. The complex agrophysical evaluation criteria of soil cover // Review of current problems in agrophysics. 9th International Conference on Agrophysics. Lublin, Poland, 29-31 August 2005. – Lublin. – P. 44-47.

**Landscape and ecological approach to agrophysical
condition evaluation of the soil cover**

Goncharov V.M., Tymbaev V.G., Faustova E.V., Nikolaeva E.I.

Soil conditions for plants and biosystem function depend not equally on all physical properties but especially on the soil water-air regime. The assessment of soil water-air regime presented here is based on the calculation of the probability of the unfavourable (drought and excessively-wet) periods. The proposed method uses hydraulic functions of all layers of the soil profile and mathematical simulation to predict dynamics of the water in each soil layer.