

4. Под древесными породами карбонаты залегают глубже, чем под залежью.

5. В чернозёме выщелоченном под лесополосами господствующей фракцией является крупная пыль. В черноземах южных под лесополосами в составе преобладают фракции песка среднего и пыли крупной.

6. Агрегатное состояние почв под елью близко к неудовлетворительному, под сосной и лиственницей – хорошее, а под залежью – отличное.

7. Под массой деревьев, на исследуемом участке, плотность почв под стволом увеличивается, а в пространстве между деревьями близка к плотности почвы залежи.

#### Библиографический список

1. Ишутин Я.Н. Лесополосы в Кулундинской степи. – Барнаул, 2005. – 159 с.

2. Симоненко А.П., Ключников М.В., Парамонов Е.Г. Лиственница в защитных лесных насаждениях степной зоны // Вестник АГАУ. – 2008. – № 7. – С. 23-28.

3. Ильясов Ю.И. Роль защитных лесных насаждений в повышении плодородия почв и продуктивности угодий в Кулундинской степи // Защитное лесоразведение при формировании агроландшафтов в степи. – Новосибирск, 1995. – С. 29-32.

4. Константинов В.Д. Влияние лесных полос на плодородие южного чернозема в Северном Казахстане: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 1972. – 22 с.

5. Маттис Г.Я., Крючков С.Н. Руководство по селекционному семеноводству древесных видов для защитного лесоразве-

дения в аридных условиях европейской территории России. – М.: Россельхозакадемия, ВНИАЛМИ, 2001. – 72 с.

6. Симоненко А.П., Симоненко Т.И. Хвойные породы в защитном лесоразведении Кулундинской степи // Агроресомелорация: проблемы, пути их решения, перспективы. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2001. – С. 250-257.

7. Смольянинов И.И. Почвообразующее воздействие сосны и березы на различных почвах // Тр. I Сибирской конференции почвоведов. – 1962. – С. 65-82.

8. Гаврилов К.А. Влияние состава лесонасаждения на микрофлору и фауну лесных почв // Почвоведение. – 1950. – № 3. – С. 22-39.

9. Смирнов В.Н. Методика проведения полевых почвенных исследований в лесу для сельскохозяйственных целей. – Йошкар-Ола, 1958. – 165 с.

10. Шумаков В.С. Типы лесных культур и плодородие почвы. – М.: Колос, 1963. – 183 с.

11. Рахматуллина И.Р. Естественное возобновление в полезащитных лесных полосах // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 11. – С. 45-46.

12. Дудченко Л.В. Эффективный биологический способ подавления сорных растений в полезащитных лесных насаждениях // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 7. – С. 37-38.

13. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.



УДК 316.477

Ф.Г. Агаев,  
Г.В. Алиева

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АЭРОЗОЛЯ НА ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАЛИЗОВАННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ВОДНОГО ИНДЕКСА РАСТЕНИЙ

**Ключевые слова:** аэрозоль, растительность, водный индекс, оптическая толщина, содержание воды в растениях.

#### Введение

Для оценки влажности растений обычно употребляются различные дифференциальные индексы. Наиболее широко употребляемым из них является нормализованный дифференциальный инфракрасный индекс, определяемый по формуле:

$$NDII = \frac{R_{850} - R_{1650}}{R_{850} + R_{1650}},$$

где  $R_{850}$  – отражение растительности излучения на длине волны  $\lambda = 850$  нм;

$R_{1650}$  – то же на длине волны  $\lambda = 1650$  нм.

Согласно работе [1], имеет место следующее регрессионное уравнение между

эквивалентным содержанием воды в кроне растений  $EWT$  и индексом  $NDII$

$$EWT = 0,224 + 1,09 NDII. \quad (1)$$

Таким образом, согласно выражению (1) дистанционное определение индекса  $NDII$  позволяет оценить содержание воды в кроне растений. При этом указанные длины волн соответствуют каналам 4 и 5 TM Landsat 5, а также каналам 2 и 6 MODIS.

Как отмечается в работе [2], точное определение содержания воды в растениях важно для принятия различных решений при рассмотрении вопросов орошения земель, оценке риска возникновения пожаров, а также при оценке степени засухливости полей. Вышеизложенное подтверждает актуальность разработки новых способов и методик оценки индекса  $NDII$  с учетом влияния аэрозоля атмосферы на результат проводимых атмосферных измерений.

Рассмотрим случай спутникового измерения отраженной от растительности излучения на фиксированной длине волны, где нет линии поглощения атмосферных газов.

В первом приближении, пренебрегая диффузной радиацией, сигнал на выходе бортового спектрометра определим как

$$I_b = I_0(\lambda) e^{-2\tau_{aer}(\lambda)}, \quad (2)$$

где  $I_b$  – сигнал на входе спектрометра;

$I_0(\lambda)$  – величина солнечной постоянной

на длине волны  $\lambda$ ;

$\tau_{aer}(\lambda)$  – оптическая толщина аэрозоля.

Хорошо известно, что оптическая толщина атмосферного аэрозоля изменяется под

$$NDII(\Delta W_{at}) = \frac{d_1(850) - d_1(1650) - \Delta W_{at} [d_2(850) - d_2(1650)] - \Delta W_{at}^2 [d_3(850) - d_3(1650)]}{d_1(850) + d_1(1650) - \Delta W_{at} [d_2(850) + d_2(1650)] - \Delta W_{at}^2 [d_3(850) + d_3(1650)]}. \quad (7)$$

Примем следующие обозначения:

$$\begin{aligned} d_2(850) - d_2(1650) &= b_1; & d_2(850) + d_2(1650) &= b_2; \\ d_3(850) - d_3(1650) &= b_3; & d_3(850) + d_3(1650) &= b_4. \end{aligned} \quad (8)$$

Рассмотрим следующий вопрос: каким образом увлажнение атмосферного аэрозоля влияет на результат измерения индекса  $NDII$ ? Приводит ли увлажнение аэрозоля к повышению или понижению оценок  $NDII$ , полученных методом дистанционного зондирования?

Для решения указанного вопроса примем следующие обозначения

$$X = d_1(850) - d_1(1650); \quad Y = d_1(850) + d_1(1650). \quad (9)$$

В соответствии с выражениями (7), (8), (9) вычислим, когда выполняются следующие условия:

$$NDII(\Delta W_{at}) < NDII, \quad (10)$$

$$NDII(\Delta W_{at}) > NDII. \quad (11)$$

С учетом выражений (7) и (10) получаем

$$\frac{Y}{X} > \frac{b_2 \Delta W_{at} + b_4 \Delta W_{at}^2}{b_1 \Delta W_{at} + b_3 \Delta W_{at}^2}. \quad (12)$$

воздействием влажности воздуха [3]. При этом примем следующую линейную аппроксимацию зависимости оптической толщины аэрозоля от приращения общего количества паров воды  $W_{at}$  в атмосфере [3]:

$$\tau_{aer}(\Delta W_{at}) = \tau_{aer0} + a_1 \Delta W_{at} + a_2 \Delta W_{at}^2, \quad (3)$$

где  $\tau_{aer0}$  – величина  $\tau_{aer}$  при  $\Delta W_{at} = 0$ ;

$a_1$  и  $a_2$  – постоянные коэффициенты.

С учетом выражений (2) и (3) имеем

$$I_b = I_0(\lambda) e^{-2[\tau_{aer0} + a_1 \Delta W_{at} + a_2 \Delta W_{at}^2]}. \quad (4)$$

Выражение (4) при малой величине  $2[\tau_{aer0} + a_1 \Delta W_{at} + a_2 \Delta W_{at}^2]$  может быть записано как

$$I_b(\lambda) = I_0(\lambda) (1 - 2[\tau_{aer0} + a_1 \Delta W_{at} + a_2 \Delta W_{at}^2]) = I_0(\lambda) - I_0(\lambda) \cdot 2[\tau_{aer0} + a_1 \Delta W_{at} + a_2 \Delta W_{at}^2]. \quad (5)$$

Из (5) получаем следующее выражение для вычисления коэффициента отражения  $R$

$$R = \frac{I_b(\lambda)}{I_0(\lambda)} = 1 - 2[\tau_{aer0} + a_1 \Delta W_{at} + a_2 \Delta W_{at}^2] =$$

$$(1 - 2\tau_{aer0}) - 2a_1 \Delta W_{at} - 2a_2 \Delta W_{at}^2 =$$

$$= d_1(\lambda) - d_2(\lambda) \Delta W_{at} - d_3(\lambda) \Delta W_{at}^2, \quad (6)$$

где  $d_1(\lambda) = 1 - 2\tau_{aer0}$ ;  $d_2(\lambda) = 2a_1$ ;  $d_3(\lambda) = 2a_2$ .

Таким образом, коэффициент отражения  $R$  может быть представлен в виде трехчлена, имеющего аддитивную, отрицательную мультипликативную и квадратичные составляющие.

В этом случае индекс  $NDII$  определим следующим образом:

При выполнении условий

$$\left\{ \begin{array}{l} b_2 \Delta W_{at} \gg b_4 \Delta W_{at}^2 \\ b_1 \Delta W_{at} \gg b_3 \Delta W_{at}^2 \end{array} \right\} \quad (13)$$

имеем 
$$\frac{X}{Y} < \frac{b_1}{b_2}. \quad (14)$$

С учетом выражений (7) и (11) получаем

$$\frac{Y}{X} < \frac{b_2 \Delta W_{at} + b_4 \Delta W_{at}^2}{b_1 \Delta W_{at} + b_3 \Delta W_{at}^2}. \quad (15)$$

При выполнении условий (13) из выражения (15) имеем

$$\frac{X}{Y} > \frac{b_1}{b_2}. \quad (16)$$

#### Обсуждение предложенной методики

Таким образом, при выполнении условия (15) реальная оценка  $NDII$ , обозначенная как  $NDII(\Delta W_{at})$ , оказывается ниже, чем значение  $NDII$  при  $\Delta W_{at} = 0$ .

Также при выполнении условия (16)  $NDII(\Delta W_{at})$  оказывается выше, чем  $NDII$  при  $\Delta W_{at} = 0$ . Отсюда можно сделать качественный вывод о том, что в зависимости от аэрозольной обстановки повышение влажности воздуха, приводящее к увлажнению аэрозоля, может привести к разнополярной погрешности оценки индекса  $NDII$ .

Общий вывод из вышеизложенного заключается в необходимости максимальной компенсации влияния атмосферного аэрозоля на точность измерения  $NDII$ . Указанный вывод может иметь важное значение для планирования ирригационных

работ и оптимизации мониторинга за состоянием сельскохозяйственных растений.

Таким образом, сформулируем основные выводы и заключения проведенного исследования:

1. Показано, что при проведении фотометрического дистанционного зондирования вегетационного поля реальная оценка индекса водности растений зависит от влажности воздуха вследствие эффекта увлажнения аэрозолям.

2. Показано, что вследствие влияния аэрозоля погрешность измерения индекса водности может иметь как положительное, так и отрицательное значение, что указывает на важность принятия мер по компенсации влияния атмосферного аэрозоля.

#### Библиографический список

1. Jr E.R.H., Yilmaz M.T. Remote sensing of vegetation water content using shortwave infrared reflectances // Remote sensing and modeling of ecosystems for sustainability IV, edited by Wei Gao, Susan L. Usin. Proc. of SPIE Vol. 6679, 667902, (2007) (0277-786X/07/\$18 doi:10.1117/12.734730)
2. Jones C.L., Weckler P.R., Maness N.O., Stone M.L., Jayasekara R.J. Estimating water stress in plants using hyperspectral sensing. bioen.okstate.edu/home/j.carol/Papers/04est\_water\_stress.pdf.
3. Welton E.J., Campell J.R., Wang J., Christopher S.A. Airborne sun photometer measurements of aerosol optical depth and columnar water vapor during the Puerto Rico Dust Experiment and comparison with land, aircraft and satellite measurements // Journal of Geophysical Researches, 108, D19, doi: 10.2029/2002JD002520, 2003.



УДК 654.782.03

Ю.В. Рогожин,  
В.В. Рогожин

## ТЕХНОЛОГИЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ЗЕРЕН ПШЕНИЦЫ ЭТИЛАЦЕТАТОМ

**Ключевые слова:** зерна пшеницы, проращивание зерен пшеницы, консервирование.

#### Введение

Свежесобранные зерна пшеницы содержат много биологически активных и питательных веществ [1]. При этом влажность зерен может составлять 22-24% [2]. Поэтому зерна в этот период могут служить питательной средой для многих микроорга-

низмов [3]. Этому также способствуют механические повреждения зерновок, возникающие при уборке урожая. Нарушение целостности поверхностных структур зерновок создает условия доступности их содержимого для микроорганизмов и плесеней. Последние продуцируют гидролитические ферменты, которые гидролизуют крахмал эндосперма. Продуктами гидролиза являются моно- и олигосахариды, которые служат питательным субстратом для