

## ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ

*Белолобцев Александр Иванович, д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой метеорологии и климатологии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»*

*E-mail: abelolyubcev@rgau-msha.ru*

*Дронова Елена Александровна, к.геогр.н., доцент кафедры метеорологии и климатологии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»*

*E-mail: helena\_dronova@mail.ru*

*Асауляк Ирина Федоровна, к.геогр.н., доцент кафедры метеорологии и климатологии, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»*

*E-mail: irasaulak@mail.ru*

**Аннотация:** В статье дана оценка энергетической эффективности возделывания озимой пшеницы при применении различных противоэрозионных технологий обработки почвы на склонах разной крутизны. Уделено внимание принципам энерго- и ресурсосбережения применяемых систем почвозащитных обработок на эродированных почвах.

**Ключевые слова:** почвозащитное земледелие, энергетические потоки, энергетическая эффективность, склоновые земли, обработка почвы.

Сложившиеся и широко используемые в последнее время способы оценки эффективности земледелия в своей основе не соответствуют в полной мере принципам энерго- и ресурсосбережения и современным представлениям рационального природопользования. Они не отражают объективно процессы функционирования агроландшафтов с энергетических позиций и не дают полного представления об интенсивности и направленности их развития, так как при анализе не учитываются такие основные составляющие энергетического баланса, как солнечная энергия и энергопотенциал почвы на входе и выходе.

В основной нашей работе [1] был использован специфический ресурсно-экологический метод оценки эффективности почвозащитного земледелия. Он разработан во Всероссийском научно-исследовательском институте земледелия и защиты почв от эрозии [2] и основан на учете системы показателей: энергопотенциала почвы и его изменений, количества ФАР, антропогенных затрат, потерь энергии под действием противоэрозионных приемов и др. Используемый в этом методе

комплексный подход, на наш взгляд, позволяет дать более объективную характеристику вещественно-энергетическим потокам, протекающим в агроэкосистеме.

### Условия и методика проведения

Исследования выполнены в стационарном многофакторном полевом опыте М-01-18-ОП, который был заложен осенью 1980 г. в производственных условиях в Подольском районе Московской области. Повторность 3-кратная, число вариантов – 6, делянок – 36. Общая площадь опыта составляет 6 га.

### Результаты и их обсуждение

Основной задачей количественного учета, анализа и оптимизации энергетических потоков в почвозащитном адаптивно-ландшафтном земледелии является поиск перспективных, экологически безопасных технологий, обеспечивающих максимальное использование агрофитоценозами естественных и антропогенных потоков энергии для достижения устойчивого роста продуктивности сельскохозяйственных культур, сохранения и расширенного воспроизводства почвенного плодородия.

**Таблица – Оценка энергетической эффективности возделывания озимой пшеницы при применении различных противозерозионных технологий обработки почвы на склонах разной крутизны**

| Вариант обработки         | $E_{\phi}$ ,<br>ГДж/га | $E_{АНЭ}$ ,<br>ГДж/га | $J$ ,<br>ц/га | $\mathcal{E}$ ,<br>ГДж/ц | $\mathcal{E}\mathcal{E}$ |
|---------------------------|------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>Склон крутизной 8°</i> |                        |                       |               |                          |                          |
| Вспашка (контроль)        | 140,0                  | 18,0                  | 36,9          | 0,49                     | 7,77                     |
| Вспашка + щелевание       | 148,7                  | 19,2                  | 39,2          | 0,49                     | 7,74                     |
| Поверхностная             | 135,6                  | 17,1                  | 35,7          | 0,48                     | 7,93                     |
| <i>Склон крутизной 4°</i> |                        |                       |               |                          |                          |
| Вспашка (контроль)        | 143,9                  | 18,0                  | 37,9          | 0,48                     | 7,99                     |
| Вспашка + щелевание       | 145,7                  | 19,0                  | 38,4          | 0,50                     | 7,67                     |
| Поверхностная             | 125,5                  | 16,8                  | 33,1          | 0,51                     | 7,47                     |

*Примечание:  $E_{\phi}$  - энергия надземной фитомассы, ГДж/га;*

*$E_{АНЭ}$  - затраты невозобновляемой энергии на возделывание озимой пшеницы, ГДж/га;*

*$\mathcal{E}$  - энергоёмкость полученной основной продукции, ГДж/ц;*

*$\mathcal{E}\mathcal{E}$  - энергетическая эффективность возделывания культуры, ед;*

*$J$  - урожайность основной продукции, ц/га.*

В таблице представлены показатели оценки энергетической эффективности возделывания в зернотравяном севообороте сельскохозяйственных культур при использовании основных почвозащитных технологий на склонах разной крутизны. Необходимость в отдельной оценке производственной деятельности по изучаемым склонам вызвана разным воздействием обработок почвы на величину урожая культурных растений. Расчеты выполнены на примере озимой пшеницы.

Анализ показывает, что длительное применение противоэрозионных приемов обработки разной интенсивности и глубины имеет неодинаковое влияние на энергетическую эффективность возделывания озимой пшеницы. Оценка энергии ( $E_{\phi}$ ), аккумулированной общей надземной фитомассой этой культуры за вегетацию показывает, что наиболее активно процессы ее накопления проходят при вспашке со щелеванием обоих склонов – 148,7 и 145,7 ГДж/га, что соответственно на 8,7 и 1,8 ГДж/га больше, чем на контрольном варианте. В условиях высокой вероятности развития эрозионных процессов щелевание обеспечивает оптимизацию почвенных условий и экологических режимов (питательного, водного, воздушного) места обитания растений озимой пшеницы, а следовательно, и максимальную продуктивность данной зерновой культуры ( $J$ ). В то же время повышенная экологическая нагрузка на склоновые агроландшафты, обусловленная применением поверхностной обработки, заметно снижает продуктивную устойчивость АЭС озимой пшеницы, где потери общей энергии на склоне крутизной  $8^{\circ}$  по сравнению со вспашкой составили 4,4, а на склоне крутизной  $4^{\circ}$  – 18,2 ГДж/га.

Однако благодаря сокращению на 5...7 % затрат невозобновляемой антропогенной энергии ( $E_{АНЭ}$ ) на варианте при минимализации обработки эродированных почв энергоёмкость 1 ц полученной основной продукции (Э) озимой пшеницы заметно не превышает аналогичные показатели других вариантов, а на склоне крутизной  $8^{\circ}$  при применении дискования почвы энергоёмкость единицы продукции является самой низкой. В то же время необходимо признать, что уровень затрат по-прежнему остается достаточно высоким, а различия по вариантам не носят принципиального характера и не могут оказать решающего влияния на выбор приема обработки смытых почв по этому показателю.

### **Заключение**

Сравнительный анализ полученных результатов свидетельствует, что все изучаемые противоэрозионные приемы основной обработки, в том числе и обычная вспашка (поперек склона), обеспечивают высокую энергетическую эффективность производства озимой пшеницы, причем не зависимо от степени эродированности почв. В то же время в пределах одного элемента ландшафта просматривается дифференцированное и неоднозначное влияние обработки на этот показатель. В частности, на склоне крутизной  $8^{\circ}$  в условиях активного развития процессов эрозии, несмотря на самый низкий уровень аккумулированной энергии фитомассой озимой пшеницы, дискование почвы на глубину 6-8 см (поверхностная обработка) имеет наибольшую энергетическую эффективность производства, равную 7,93. Высокий уровень энергетической эффективности поверхностной обработки сохраняется и на склоне малой крутизны. Оптимизация природных и антропогенных потоков энергии, накопление и рациональное их использование при минимализации обработки эродированной почвы является одним из наиболее перспективных направлений, отвечающих

требованиям энерго- и ресурсосбережения. Это особенно важно учитывать в последние годы, в сложных эколого-климатических и социально-экономических условиях управления сельскохозяйственным производством.

### **Библиографический список**

1. Белолобцев А.И. Регулирование режимов защиты почв от эрозии в адаптивно-ландшафтном земледелии Нечерноземной зоны: диссертация ... доктора сельскохозяйственных наук: - Москва, 2007. - 384 с.
2. Володин В.М., Еремина Р.Ф., Федорченко А.Е. и др. Методика ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе. Курск, 1999. – 48 с.

*Assessment of energy efficiency of application of soil protection technologies in agroecosystems*

*Belolyubtsev A.I., D.Sc. in Agricultural Sciences*

*Dronova E.A., PhD in Geography*

*Asaulyak I.F., PhD in Geography*

*Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
127550, Russia, Moscow, Timiryazevskaya str., 49*

***Abstract:** The article gives an assessment of the energy efficiency of winter wheat cultivation with the use of various erosion technologies for tillage on slopes of different steepness. Attention is paid to the principles of energy and resource conservation of applied soil protection systems on eroded soils.*

***Key words:** soil-protecting agriculture, energy flows, energy efficiency, sloping lands, tillage.*