



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА**

---

**«РОЛЬ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В РЕАЛИЗАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ»**

**(МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ)**

**Москва 2008**

УДК 631.6: 631.431.7

**О ВЫБОРЕ СЕЗОНА ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ  
ПО РАЗУПЛОТНЕНИЮ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ**

*А.В. Копытовских – к. т. н.*

*Полесский государственный университет, г. Пинск, Беларусь*

*Е. И. Волкова*

*Институт мелиорации, г. Минск, Беларусь*

Исследовано влияние времени проведения мероприятий по разуплотнению почвенного профиля на минеральных осушенных землях с избыточной плотностью сложения на степень разуплотнения. Предложены методы принятия решений по проведению данных мероприятий.

Influence of time of carrying out of actions on loosening a soil structure on the mineral drained grounds with superfluous density of addition on a degree of decrease of density is investigated. Methods of decision-making on carrying out of the given actions are offered.

**Введение**

Эффективность мероприятий по разуплотнению почвенного профиля связных почв с высокой плотностью сложения, и, особенно, почв тяжелого механического состава в настоящее время не вызывает сомнений. Выполняется путем механической обработки при использовании глубокорыхлителей, почвоуглубителей и других орудий. При этом остается дискуссионным вопрос о времени проведения этих мероприятий, а именно: следует проводить их осенью или весной в предпосевной период.

Существует вполне обоснованное мнение, что осеннее глубокое безотвальное рыхление пахотного и подпахотного горизонтов способствует воссозданию более низкой плотности сложения, то есть характеризуется большей степенью разуплотнения почвенного профиля. Это объясняется тем, что после разуплотнения почвы в осенний период к весне ее пористость увеличивается. До наступления промерзания почвы за счет поступающей с осадками влаги поровое пространство заполняется водой, как правило, до полной влагоемкости. При ее замерзании и образовании кристаллов льда происходит дополнительное расширение порового пространства за счет увеличения объема воды при ее переходе из жидкой в твердую фазу, то есть возникает дополнительный эффект рыхления [1].

Кроме того, известно, что глубокое рыхление в осенний период способствует более интенсивному накоплению влаги в почве весной при таянии снега, что может сыграть положительную роль в условиях засушливой весны [2, 3].

По другим источникам информации, в условиях теплых зим, при наличии большого числа продолжительных оттепелей, эффективность осеннего рыхления может быть низкой в связи с тем, что под действием талых вод происходит ухудшение структуры почвенного профиля вследствие разрушения неводопрочных почвенных агрегатов [4].

Целью данной работы является ответ на вопрос о сравнительной эффективности разуплотнения почвенного профиля в осенний и весенний периоды.

### Результаты, обсуждение

Для решения поставленной цели на участке «Кривники» Витебского экспериментального хозяйства Сенненского района Витебской области (Беларусь) в период 1994-2000 гг. проведены полевые опыты. Согласно методическим рекомендациям проведены научные исследования на мелиорированных землях избыточно увлажненной части СССР [5]. Определение плотности сложения почвы осуществлялось объемно-весовым способом на основе методических указаний по почвенно-геоботаническим и агрохимическим исследованиям в БССР [6].

Полевой стационар представляет собой элювиально-аккумулятивную равнину, осушенную систематическим закрытым дренажом. Почвы участка представлены дерново-подзолистыми слабоподзоленными средними и легкими суглинками слабой степени эродированности на мощных моренных пылеватых слабоводопроницаемых средних суглинках.

Разуплотнение почвенного профиля осуществлялось в осенний и весенний период при благоприятной для рыхления влажности почвы, составляющей 60-75 % от наименьшей влагоемкости, с помощью дизельного рыхлителя-щелевателя РЩ-0.8 на глубину 60 см при расстоянии между проходами рабочих органов 100-120 см. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние мероприятий по разуплотнению почвенного профиля на плотность сложения пахотного слоя 0-30 см при осеннем и весеннем их проведении

Год	Сумма положительных температур за морозный период, °С	Исходная плотность сложения, $d_v$ , г/см <sup>3</sup>	Плотность при осеннем разуплотнении, $d_v^3$ , г/см <sup>3</sup>	Плотность при весеннем разуплотнении, $d_v^6$ , г/см <sup>3</sup>	Относительная плотность сложения, $0,97d_v^0 = d_v^3 / d_v^6$
1994	26	1,35	1,17	1,18	0,99
1995	48	1,34	1,19	1,17	1,03
1996	0,7	1,42	1,16	1,20	0,97
1997	59	1,46	1,25	1,21	1,03
1998	65	1,30	1,20	1,16	1,04
1999	40	1,38	1,20	1,19	0,98
2000	54	1,28	1,18	1,15	1,02

В качестве показателя, характеризующего термический режим зимнего периода, принята сумма положительных температур за морозный период, т.е. с момента устойчивого промерзания почвы до момента ее окончательного оттаивания.

Анализ таблицы свидетельствует, что за период наблюдений сумма положительных температур за морозный период колебалась в пределах 0,7-65°С.

При этом больших различий в плотности сложения почвы при проведении мероприятий по разуплотнению в осенний и весенний периоды не установлено. Об этом можно судить по показателю относительной плотности сложения, представляющему собой отношение плотностей при проведении мероприятий соответственно в осеннее время и весной. Однако следует иметь в виду, что отклонение плотности сложения пахотного слоя от оптимальных значений на 5-10 % может привести к снижению урожайности культур на 10-15 % [7].

В целях более детального изучения влияния теплых зим на степень разуплотнения почвы проведен регрессионный анализ, который свидетельствует о наличии высокой корреляционной связи между исследуемыми параметрами с коэффициентом корреляции 0,88. Линейная зависимость относительной плотности сложения пахотного слоя от суммы положительных температур за морозный период имеет коэффициент достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,78$ . При использовании квадратичного полинома этот коэффициент возрастает до 0,83.

Таким образом, гидрометеорологические условия зимнего периода оказывают значимое влияние на степень разуплотнения почвенного профиля. Приблизительно можно констатировать факт, что в диапазоне сумм положительных температур 0-30°C (с учетом 95%-го доверительного интервала уравнения регрессии [8]) предпочтительны мероприятия по разуплотнению в осенний период, в диапазоне 30-40°C мероприятия осенью и весной будут равноэффективны, и в диапазоне сумм температур более 40°C предпочтение следует отдать весеннему разуплотнению почвы.

При этом возникает вопрос, насколько прогнозируем фактор, определяющий время проведения указанных агрометеорологических мероприятий, и какое решение будет более предпочтительным при отсутствии прогнозной оценки?

Для ответа на заданный вопрос выполнен статистический анализ сумм положительных температур за морозный период по данным метеостанции г. Сенно за период 1945- 2001 гг., который свидетельствует о допустимости описания данного распределения логарифмически-нормальным законом, что подтверждается тестом Колмогорова – Смирнова. В таблице 2 приведены основные характеристики распределения.

Таблица 2

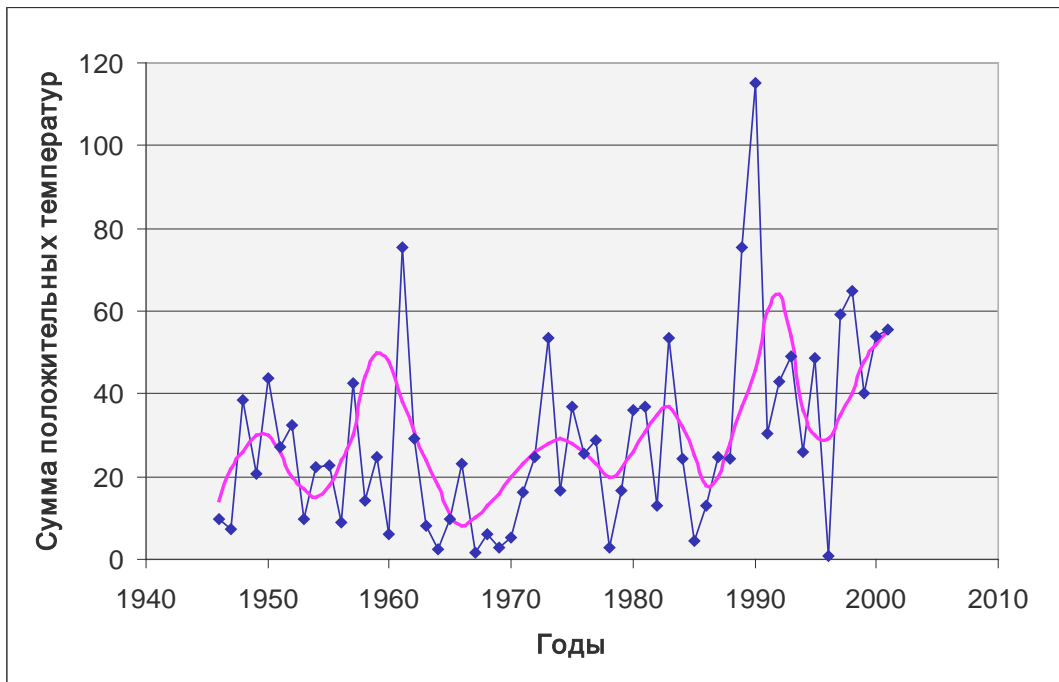
Статистические характеристики распределения сумм положительных температур за морозный период

Характеристики распределения							
Среднее значение	Стандартное отклонение	Медиана	Мода	Минимум	Максимум	Коэффициент вариации	Коэффициент асимметрии
28,7	17,2	24,7	Мультипликативная	0,7	115,0	1,3	2,7

Анализ распределения позволяет сделать следующие выводы. В 73 % случаев суммы положительных температур не превышают 40°C. В 50 % случаев суммы температур находятся в интервале 0-25°C. Эмпирическое распределение имеет две выраженные моды в интервалах 0-10°C и 20-30°C, при этом мода теоретической функции составляет 8,6°C. Поэтому при отсутствии прогнозных оценок термического режима зимнего периода более эффективными на многолетнем интервале являются мероприятия по разуплотнению, проводимые в осенний период.

Следует иметь в виду, что данное утверждение будет справедливо в том случае, если суммы положительных зимних температур в будущем не будут существенно возрастать. Однако в рядах сумм температур за весь период наблюдений присутствует возрастающий тренд, свидетельствующий об устойчивом их росте, что, вероятно, связано с явлением глобального потепления в последние десятилетия. Следует учитывать климатическую изменчивость при планировании времени проведения мероприятий. При сохранении тенденции потепления можно утверждать, что в будущем более эффективными станут мероприятия по разуплотнению почвы, проводимые весной, и наоборот.

Для более детального анализа колебаний сумм положительных температур построен полиномиальный тренд, показанный на рисунке.



Полиномиальный тренд изменения сумм положительных температур за морозный период

Анализ графика позволяет выделить шесть основных периодов (пиков) оттепелей. Если сравнить цикличность в рядах положительных температур с солнечной активностью, то можно предположить, что между ними существует связь. При сопоставлении трендов колебаний солнечной активности в 11-летнем цикле Вольфа (в относительных единицах) и изменений термического режима зимнего периода получено, что периоды повторяющихся зимних оттепелей наблюдаются в основном на нисходящей ветви солнечной активности, то есть в период ее изменения от максимума до минимума.

Соответствующие расчеты, представленные в табл. 3, показывают, что около 2/3 теплых зим с суммой положительных температур более 40°C приходится на нисходящую ветвь солнечной активности, и, наоборот, около 2/3 морозных зим с суммой положительных температур менее 30°C соответствует восходящей ветви.

Таблица 3

Количество холодных и теплых зим в зависимости от возрастающей или убывающей солнечной активности

Солнечная активность в одиннадцатилетнем цикле	Количество зим с суммой положительных температур менее 30°C	Количество зим с суммой положительных температур более 40°C
Убывающая	12	10
Возрастающая	23	5

Таким образом, в 11-летнем цикле в периоды возрастающей солнечной активности от минимума до максимума более эффективными являются мероприятия по разуплотнению почвенного профиля в осенний период, поскольку большая часть холодных зим наблюдается именно в это время. При убывании солнечной активности более эффективным будет проведение этих мероприятий весной. Учитывая тот фактор, что циклы солнечной активности являются достаточно хорошо прогнозируемыми [9], изложенная в работе тенденция может быть использована для планирования времени проведения агрометеорологических мероприятий по разуплотнению пахотного и подпахотного горизонтов почвенного профиля в северной зоне Республики Беларусь. При этом вероятность принятия правильного решения по проведению данных мероприятий возрастает с 73 до 79 %.

#### **Заключение**

Таким образом, в работе впервые выполнена оценка влияния времени проведения мероприятий по разуплотнению почвенного профиля на минеральных осушенных землях с избыточной плотностью сложения на эффективность разуплотнения. Предложены способы принятия решений по проведению агрометеорологических мероприятий с учетом прогнозной оценки и без прогноза термического режима зимнего периода. Без проведения прогнозной оценки проведение мероприятий по разуплотнению в целом более эффективно осенью и позволяют получить необходимый результат с 70-75%-й вероятностью. С учетом установленной связи между термическим режимом зимнего периода и солнечной активностью эффективное принятие решений по времени проведения мероприятий достигается в 79 % случаев.

Результаты исследований можно использовать для планирования других управленческих решений в сельском хозяйстве, например, для разработки оптимального соотношения озимых и яровых зерновых культур в структуре посевных площадей. Кроме того, в дальнейшем планируется исследовать влияние времени проведения мероприятий по разуплотнению почвенного профиля на накопление влаги в почве в предпосевной период, что может играть существенную роль в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур в условиях засушливых весенних периодов.

### Библиографический список

1. Евчик П.П. Усовершенствованные способы регулирования водного режима холмисто-западных земель. //Прогнозы водного режима при мелиорации земель. – Минск, 1988. – С. 62-68.
2. Шабашов В.В. Владо- и энергосберегающая технология. /В.В. Шабашов, В.Н. Токаренко //Химизация сельского хозяйства. 1988. № 7. С. 21.
3. Способ повышения продуктивности дерново-подзолистых уплотненных почв /Н.Н. Погодин [и др.] /Сб.: Мелиорация переувлажненных земель БелНИИМиЛ. 2002. Т. 49. С. 89-98.
4. Карвовский Т. Обработка почвы при интенсивном возделывании полевых культур / Т. Карвовский [и др.]; перевод с польского Н.А. Чупеева; под ред. А.С. Кушнарера. – М.: Агропромиздат, 1998. 248 с.
5. Проведение научных исследований на мелиорированных землях избыточно увлажненной части СССР. – М., 1984. 164 с.
6. Методические указания по почвенно-геоботаническим и агрохимическим исследованиям в БССР. – Минск: Ураджай, 1973. 300 с.
7. Ревут И.Б. Плотность почвы и ее плодородие /И.Б. Ревут, И.Г. Лебедева, И.А. Абрамов // Сб. тр. по агрономической физике. – Л., 1962. Вып.10. С. 154-165.
8. Раунер Ю.Л. Климат и урожайность зерновых культур /Ю.Л. Раунер. Климат и урожайность зерновых культур. – М.: Наука, 1981. 163 с.
9. Храмова М.Н. Прогнозирование солнечной активности методом фазовых средних /М.Н. Храмова, С.А. Красоткин, Э.В. Кононович // Исследовано в России [Электронный ресурс]. 2001. – Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relam.ru/articles/2001/107.pdf>. - Дата доступа: 14.12.2006.