

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВ РАЗНЫМИ СПОСОБАМИ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Ключевые слова: почвоведение; защита почв; деградация почв; землепользование; эрозия; обработка почв; зерновые культуры.

Введение. В связи с изменяющимися природными условиями, как следствие процесса глобального изменения окружающей среды (Global Change), приходится наблюдать рост деградации почв во всем мире (WBGU¹ 1994) [1, 12].

Поэтому в международном научном сообществе все большее значение придают причинам, формам проявления, последствиям, а также разработке мер по защите почв от деградации.

После переходного периода к изучению этих проблем в России было привлечено еще больше специалистов, в том числе и иностранных.

В этом контексте особое значение придается Башкортостану, так как эта республика, несмотря на крупный научный потенциал в области почвоведения и известных проблем деградации почв, не приняла участие в международной программе по охране окружающей среде (UNEP²) между ООН и государственным комитетом по окружающей среде РФ (1997-2000) [20]. Вследствие этого в международном научном сообществе возникла нехватка актуальной информации о землепользовании и его изменении в Башкортостане.

В этой связи Башкортостан с учетом разнообразных природных условий и интенсивного сельского хозяйства является очень привлекательным регионом для изучения [14, 18, 21]. Территория республики делится на лесную зону³ на севере, лесостепную зону и степную зону на юге [18, 21]. Согласно этому, климатические и поч-

венно-экологические условия для землепользования неоднородны. Следует полагать, что обработка почвы, а, следовательно, и степень антропогенной нагрузки и деградации почв территориально дифференцированы.

Данная работа рассматривает следующие вопросы:

Как проводится обработка почв в Башкортостане?

От каких факторов зависит выбор систем обработки почв?

Как влияют различные виды обработки на физические свойства почвы?

Можно ли улучшить почвенные свойства с помощью адаптированных видов обработки почв?

Методика. Чтобы ответить на поставленные вопросы, были применены различные методы научных исследований. Среди них – интервьюирование, работа на местности, а также лабораторные исследования.

Было проведено 12 интервью с сельскохозяйственными предприятиями для получения картины об обработке почв в Башкортостане и последующих выводов относительно эрозионного потенциала.

Результаты. Обработка почв в Башкортостане. Если рассмотреть территориальное распределение способов обработки почв двенадцати сельхозпредприятий внутри Башкортостана (Предуралье), то следует установить, что оно неоднородно (рисунок 1).

Около 67% всех опрошенных сельскохозяйственных предприятий, которые используют классические методы⁴ обработки почв, находятся в северной и северо-восточной лесостепной зоне.

¹ Данные Научного Совета при Федеральном правительстве Германии по глобальным изменениям окружающей среды, 1994.

² Программа по окружающей среде ООН.

³ Во всем абзаце ссылка на природное зонирование Нигматуллина, 2005.

⁴ Обработка почвы с применением плуга.

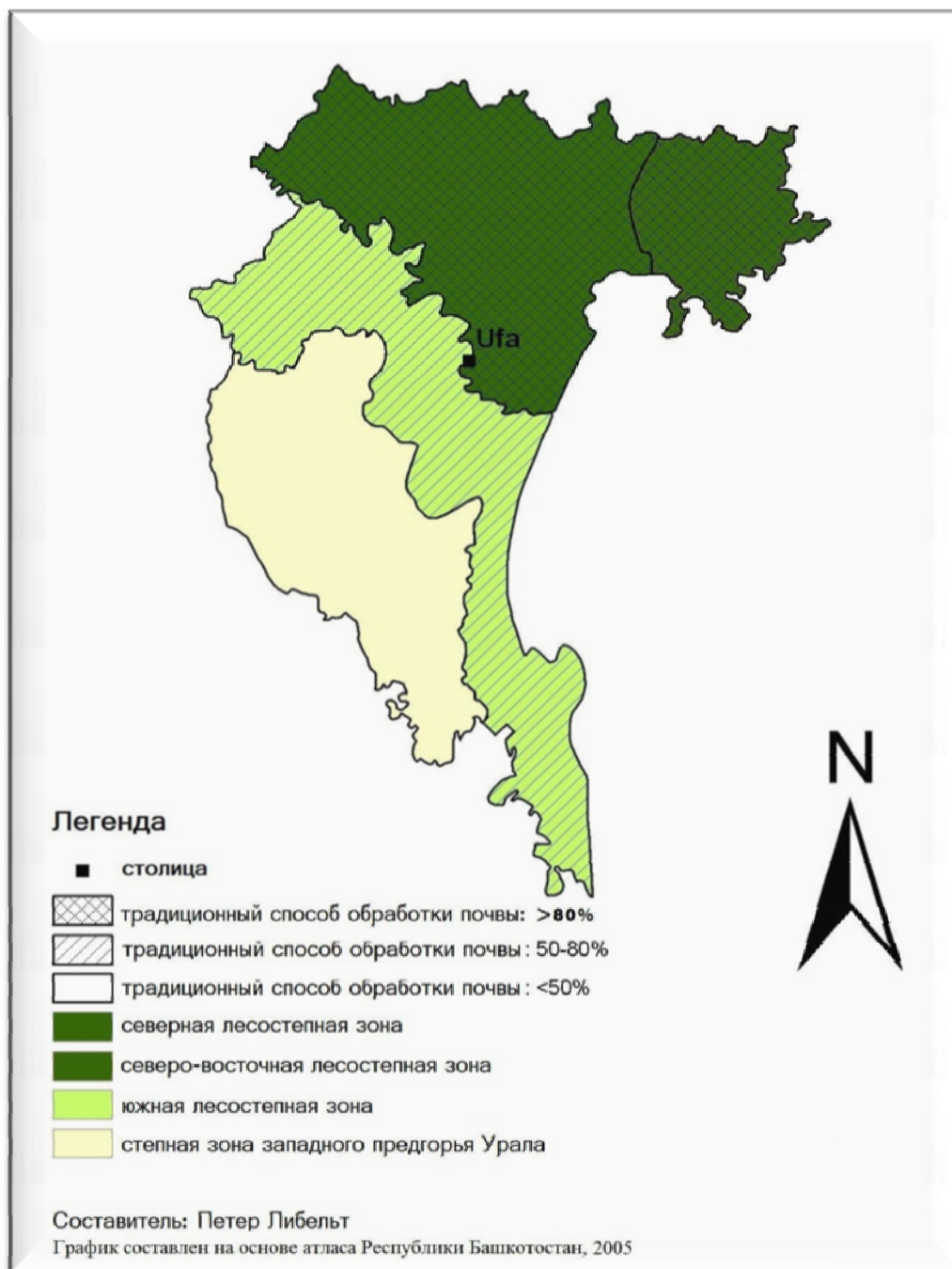


Рисунок 1

Относительная доля площади угодий, обрабатываемых традиционными (классическими) методами для возделывания зерновых культур в различных почвенных зонах (База данных о почвенных зонах Хазиева, 2005, данные об обработке почв – из устного разговора с Сираевым, 2009; собственная обработка)

Ни одно из четырех опрошенных сельскохозяйственных предприятий степной зоны западных предгорий Урала не использует этот метод обработки более, чем на 50% от своих пахотных угодий. Если рассмотреть территориальное положение предприятий, которые используют преимущественно минимальную обработку почвы¹, то

заметен перевес в пользу степной зоны. Около 60% сельскохозяйственных предприятий, использующих методы минимальной обработки почв для возделывания зерновых культур, находятся в степной зоне западных предгорий Урала.

Физико-географические факторы влияния на обработку почв. На основании проведенного интервьюирования возникла неоднородная картина касательно естествен-

¹ Обработка почвы без применения плуга.

ных факторов окружающей среды, которые влияют на обработку почв сельскохозяйственными предприятиями.

100% всех опрошенных предприятий подтверждают использование классической обработки почв в северной и северо-восточной лесостепной зоне, учитывая специфические почвенные и климатические условия, а также фактор видовой разнообразия и физиологических особенностей сорняков. Согласно опыту предприятий, самой сложной обработкой почв без применения плуга является обработка при влажных почвенных условиях.

Социально-экономические факторы влияния на обработку почв. Учитывая принцип экономии, все опрошенные предприятия высказались за минимальную обработку почв. Система минимальной обработки почв является, по их мнению, менее затратной, а следовательно, экономичной. Более высокая скорость при минимальной обработке почв также говорит в пользу этого метода. Давняя традиция классической обработки почв, однако, тормозит процесс перехода от классической обработки с применением плуга к минимальной без применения плуга.

Влияние обработки почв на физические свойства. Существует множество научных публикаций на тему влияния почвообрабатывающих машин на педосферу. Согласно им, физические параметры почв изменяются в зависимости от способа обработки почвы [2, 4, 6, 10, 13, 19].

На полевых работах с различно обрабатываемой почвой следует следить за тем, не изменяются ли ее физические параметры, как это предполагается в научной литературе. Исследования проводились в южной лесостепной зоне Башкортостана (количество осадков – 400-500 мм). Почва – чернозем выщелоченный высокогумусный среднесуглинистый на делювиальных отложениях. Подопытный участок почвы – **Б** – подвергался многолетней классической обработке¹, другой участок – **А** – минимальной².

¹ Глубокая отвальная обработка с применением плуга (28-30см).

² Поверхностная обработка без применения плуга (дисковая борона: 7-9см).

Физические свойства почв. Для определения физического состояния почвы были определены плотность сложения и твердость почвы.

С помощью пенетromетра установлены средняя твердость глубиной от 0 до 30 см (при максимальной глубине обработки плугом) для почв участков **А** и **Б**. Согласно результатам³ интерполирующих измерений⁴, очевидно, что на участке **А**, обрабатываемом минимальным методом, средняя твердость (от 0 до 30 см в глубину) на большей части растровой площади выше, чем на классически обрабатываемом участке **Б**. Так как уровень твердости наряду с поровым объемом (плотность почвы) измеряется с учетом влажности и сопротивления сдвигу [8], нельзя сделать прямые выводы относительно плотности сложения. Чтобы получить точные данные, плотность сложения почв участков **А** и **Б** была установлена в лабораторных условиях⁵. Результаты по отдельным горизонтам почвы показывают различия между участками **А** и **Б**, которые подтверждают измерения пенетromетром.

Обработанная минимальным методом почва (участок **А**) имеет в горизонте **А**_{пах} и в нижеследующем горизонте **А**₁ более высокую среднюю толщину сложения, чем почва, обработанная классическим методом (участок **Б**).

Результат измерений подтверждается и в других научных исследованиях [14].

Умеренное повышение плотности сложения способствует изменению функциональности системы пор и может привести к механической стабилизации почвы. При поверхностной обработке почв собственная стабильность почв выше, а деформация подпочвенного горизонта, следовательно, меньше. Почвы, подвергавшиеся многолетней поверхностной обработке, имеют более высокую выносимость и меньше повреждаются при высокой нагрузке от сельхоз-

³ Сеть пунктов наблюдений, состоящая из 36 равноудаленных пунктов.

⁴ Интерполировано по вариограммному анализу (метод интерполяции: кригинг).

⁵ Информация о порядке действий содержится в методической части.

техники, чем почвы, обрабатываемые плугом [19]. Риск чрезмерного уплотнения, который негативно воздействует на возделывание культур, в почвах, обработанных минимальным методом, меньше (общество *Maх-Eyth-Gesellschaft* по аграрной технике в союзе немецких инженеров VDI 2007). Напротив, почвы становятся более чувствительными к чрезмерному уплотнению при повышенном разрыхлении плугом. Если перенести эти рассуждения на исследуемые площади, то следует полагать, что

обрабатываемая минимальным методом почва (участок **А**) в силу более плотного сложения в горизонте **Апах** и **А1** стабильнее, чем на участке **Б**. Согласно исследованиям [17] чрезмерное уплотнение почвы вызывает негативные последствия на функции почвы. *Sommer* и *Brunotte* упоминают при этом о производительной функции, регулирующей функции и о функции почвы распространяться в биосфере. В экономических и экологических интересах аграриев – сохранять функции почв [16].

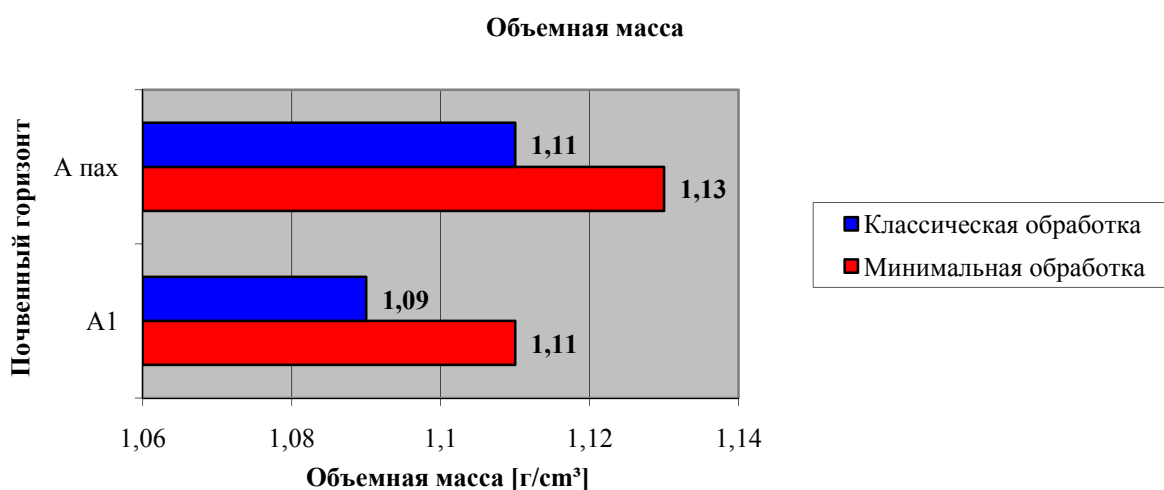


Рисунок 2

Плотность сложения (собственные измерения, 2009), (**Апах** – класс. обработка/ участок **Б**: 0-28, **Апах** – минимальная обработка/ участок **А**: 0-8см; **А1** – класс. обр./ участок **Б**: 28-50см, **А1** – мин. обр./ участок **А**: 8-48см)

Основываясь на результатах исследований и измерений, можно утверждать, что минимальной метод обработки почвы является с точки зрения влияния на структуру почвы экологически более сбалансированным, так как риск чрезмерного уплотнения меньше.

Водный баланс в почве. Водный баланс в значительной степени определяется климатом и почвой [5], (общество *Maу-Eyth-Gesellschaft* по аграрной технике в союзе немецкий инженеров VDI 2007).

Кроме этого, большое значение имеют тип и структура почвы (общество *Maу-Eyth-Gesellschaft* по аграрной технике в союзе немецкий инженеров VDI 2007).

Так как поровый объем или плотность сложения почвы зависят от обработки почвы, то можно полагать, что обработка влияет и на водный баланс в почве. На местах

исследований были изучены на наличие разницы водных балансов два разных типов почв – участок **А** и **Б**.

Так как вода атмосферных осадков представляет собой для почв без грунтовых вод единственную положительную величину водного баланса, то задача аграриев, прежде всего в таких засушливых областях, как степная зона на юге Башкортостана, состоит в том, чтобы повысить коэффициент инфильтрации для уменьшения поверхностных стоков. Повышенная инфильтрация увеличивает содержание воды в почве и предотвращает возникновение эрозии. [3, 15].

Исходя из экологических и экономических причин, следует способствовать высокой инфильтрации почвы [7, 15].

Согласно исследованиям, обработанная минимальным методом почва глубиной от

0 до 40 см имеет еще большую водопроницаемость, чем классически обрабатываемая почва. У обрабатываемых минимальным методом почв повышается рыхлость и пористость. Это происходит из-за механического рыхления, самоструктурирования с помощью естественного сжатия и фильтрации глинистых минералов или с помощью биологической активности в почве в связи с накоплением гумуса [3].

Гарифуллин и Шамсутдинов установили, что относительная доля агрегатов, которые поддерживают водопроницаемость, уменьшается при увеличивающейся интенсивности обработки почвы, что способствует уменьшению инфильтрации.

Стабильность почвенной структуры уменьшается при интенсивном рыхлении (классическая обработка почв), так как при этом падает количество точек соприкосновения с зерном между частями почвы. Особенно тяжелосуглинистые почвы, которые встречаются в исследуемом регионе, под-

вержены риску сильного уменьшения инфильтрации из-за распада агрегатов. Следует полагать, что минимальный метод обработки почвы является для неровной поверхности оптимальным методом, не снижает при этом стабильность структуры почвы [3].

Логическим последствием установленного повышения уровня инфильтрации на площади, обрабатываемой минимальным методом, является также повышенное содержание воды в почве. Содержанию воды дополнительно благоприятствует уменьшение испарения и высокая капиллярность.

Содержание воды в почве было исследовано с помощью мобильного влагомера (TDR). Показания интерполированных измерений содержания воды в почве на участках **А** и **Б** при глубине от 0 до 40 см (рисунок 3) свидетельствуют о том, что объем воды на доминирующей части растровой площади участка **А** больше, чем у участка **Б**.

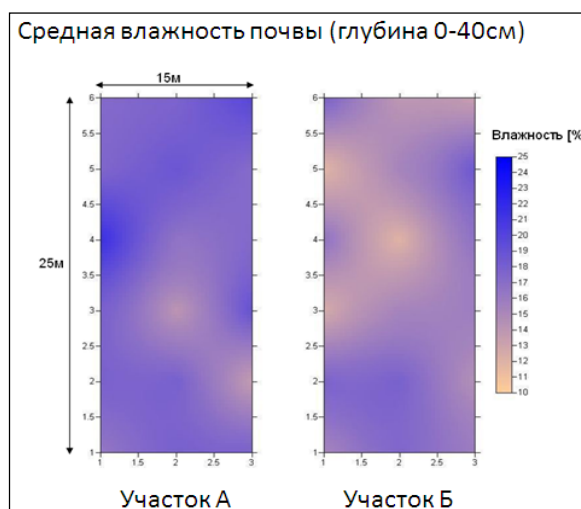


Рисунок 3а/б
Картографическое изображение влажности почв [процент по объему] на участках **А** и **Б** и схема изменения (собственные измерения)

Содержание воды в почве имеет особое значение для водоснабжения культур и почвенных организмов в степной зоне Башкортостана, которая характеризуется регулярными периодами засухи. На засушливых территориях минимальный способ обработки почв по сравнению с классическим способом способствует повышенной урожайности [9].

Из данной работы следует, что обработка почв дает аграриям возможность влиять на запас влаги в почве [3, 8, 9, 15, 19].

Заключение и перспективы. В данной работе показано, что вид и интенсивность обработки почв в Башкортостане варьируется в зависимости от географического положения, чему способствуют различные

природные и территориальные факторы. В настоящее время заметна тенденция к уменьшению интенсивности обработки почв. Причиной этому является стремление сельскохозяйственных предприятий минимизировать затраты и увеличить доход. Наряду с экономичностью, высокая экологическая совместимость является еще одним важным преимуществом минимального

способа обработки почв. Почвы, обработанные этим способом, стабильнее и менее подвержены риску деградации.

При переходе на минимальный способ обработки возникает беспроигрышная ситуация, при которой увеличивается экономичность обработки, а экологические риски уменьшаются.

Библиографический список

1. Boca Raton Soil ecology in sustainable agriculture systems. World Congress of Soil Science 15. Acapulco, 1994.
2. Brunotte J. Konservierende Bodenbearbeitung als Beitrag zur Minderung von Bodenschadverdichtungen, Bodenerosion, Run off und Mykotoxinbildung im Getreide. Landbauforschung Völkenrode FAL Agricultural Research. SH 305, 2007.
3. Ehlers W. Wasser in Boden und Pflanze. Dynamik des Wasserhaushalts als Grundlage von Pflanzenwachstum und Ertrag. Stuttgart, 1996.
4. Frunau M. & Meinel T. Die geoökologischen Folgen der sowjetischen Neulandaktion in Südsibirien. Geoöko. Bd. 24. 2003. – S. 203-228.
5. Гареев А.М. Оптимизация водоохранных мероприятий в бассейне реки. – Санкт Петербург, 1995.
6. Гарифуллин Ф.Ш. Изменение воднофизических свойств черноземов в процессе их окультивирования. – Академия наук СССР: Изменение почв в процессе их окультивирования, 1974.
7. Гарифуллин Ф.Ш., Акбаров П.А., Хабиров И.К. Агрофизические свойства черноземов Предуралья Башкортостана и пути их оптимизации. – Уфа, 2008.
8. Hartke K. H., Horn R. Die physikalische Untersuchung von Boden. 4. Aufl. Stuttgart. 2009.
9. Koller K. & Linke C. Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug. 2. Aufl. Frankfurt am Main, 2001.
10. Meinel T. Die geoökologischen Folgewirkungen der Steppenumbrüche in den 50er Jahren in Westsibirien. Ein Beitrag für zukünftige Nutzungskonzepte unter besonderer Berücksichtigung der Winderosion. Dissertation. Universität Halle-Wittenberg. Halle, 2003.
11. Общество МАХ-ЕУТН-ГЕСЕЛЛ-ШАФТ по аграрной технике в союзе немецких инженеров. – VDI, 2007.
12. Rounsevell M.D.A. & Loveland P. Soil responses to Climate Change: Proceedings of the Nato Advanced Research Workshop on Soil Responses to the Climate Change. Bedfordshire (UK), 1993.
13. Салишев Л.И. Минимальная обработка и воспроизводство плодородия типичного чернозема. – Уфа, 1993.
14. Сираев М.Г. Наука и практика земледельцев. – Уфа, 2007.
15. Scheffer & Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde. 15. Aufl. – Heidelberg, 2002.
16. Sommer C. Techniken und Verfahren zur ressourcenschonenden Bodennutzung – Rückblick und Perspektiven. Landbauforschung Völkenrode. SH 256. 2003. – S. 101-110.
17. Sommer C. & Brunotte J. Lösungsansätze zum Problembereich Bodenschadverdichtung in der Pflanzenproduktion. Landnutzung und Landentwicklung 5. 2003 – S. 220-228.
18. Тайчинов С.Н. Природные зоны и агропочвенные районы Башкирии. – Уфа: Почвы Башкирии. – Том 1, 1973. – С 72-89.
19. Tebrugge F. Konservierende Bodenbearbeitung gestern, heute, morgen – von wendender über nichtwendende Bodenbearbeitung zur Direktsaat. – In: Landbauforschung Völkenrode FAL Agricultural Research. Nachhaltige Bodennutzung – aus technischer, pflanzenbaulicher, ökologischer und ökonomischer Sicht. Sonderheft 256. 2003 – S. 49-59.