



УДК 631.41:551.48

**ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ПРОМЕРЗАНИЯ ПОЧВЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ
СТОКА ТАЛЫХ ВОД**

**EFFECT OF DEPTH OF SOIL FREEZING ON THE FORMATION OF MELT
WATER RUNOFF**

А.И. Петелько

A.I. Petelko

Новосильская зональная агролесомелиоративная опытная станция (ЗАГЛОС) – филиал ФНЦ агроэкологии РАН, Россия, 303035, Орловская область, г. Мценск, ул. Семашко, 2А

Novosilsk ZAGFES – branch of FSC of agroecology RAS,
2A Semashko St, Mcensk, Orel region, 303035, Russia

E-mail: zaglos@mail.ru

Аннотация

На стационарном многофакторном опыте изучали основные природные факторы – глубину промерзания и влажность почвы, снегозапасы перед снеготаянием. В результате полевых наблюдений выявлено их влияние на формирование поверхностного стока. Впитывающая способность почвы зависит в основном от глубины её промерзания. Глубина промерзания почвы влияет на формирование показателей весеннего стока. При промерзании почвы до 50 см сток не формируется, а глубже 50-сантиметрового слоя водопоглощение резко снижается, и можно прогнозировать наличие стока талых вод. В статье приведены трехлетние материалы наблюдений на стоковых площадках при различных агрофонах – зяби и многолетних травах.

Abstract

At the stationary multifactorial experiment, the main natural factors were studied – the depth of freezing and soilmoisture, snow reserves before snowmelt. As a result of field observations, their influence on surface runoff formation was revealed. Basically, the depth of soil freezing depends on its absorbency. When the soil freezes to 50 cm, the drainage is not formed, and deeper than the 50-cm layer the water absorption decreases sharply and it is possible to predict the presence of a runoff of meltwater. The depth of soil freezing affects the formation of spring flow indicators. The article presents 3 summer materials of observations on the drainage areas on agrophones – ploughland and perennial grasses.

Ключевые слова: почва, влагозапасы, промерзание, влажность, сток талых вод, эрозия, стоковые площадки, водопоглощение, просачивание.

Key words: soil, moisture reserves, freezing, moisture, waste water flow, erosion, runoff, water absorption, seepage.

Водная эрозия почв наносит большой ущерб народному хозяйству. Каждый гектар пашни и пастбищ эродирован и нуждается в осуществлении активных противозерозионных мероприятий [Павловский, 2004]. В Российской Федерации водной эрозии подвержено 17.8% площади сельскохозяйственных угодий, а это 39.3 млн га [Лисецкий и др., 2012]. Среди других регионов страны исключением не являются Центрально-Черноземные области [Спесивый, Лисецкий, 2014].



В современный период воздействие человека на природу становится более интенсивным как по масштабам, так и по глубине изменения её компонентов и ландшафта в целом. Интенсификация сельского хозяйства без учёта экологических требований сопровождалась быстрой деградацией земель [Черкасов, 2004]. В мире ежегодно теряется 6–7 млн га пашни [Заславский, 1979]. Все это свидетельствует об огромном ущербе, причинённом эрозией земельным ресурсам. Приостановить разрушительное действие эрозии и вернуть человечеству утраченное плодородие земель – одна из главных задач современности. Для предотвращения негативного влияния водной эрозии почв необходимо совершенствовать комплекс противозерозионных мероприятий. Новосильской зональной агролесомелиоративной опытной станцией разработан комплекс почвозащитных мероприятий, доказавший на практике свою высокую эффективность. На станции всесторонне изучают поверхностный сток и другие элементы водного баланса. Основные природные факторы – снеготпасы, влажность и промерзание почвы – оказывают влияние на формирование стока талых вод.

В 2014–2016 годах научные наблюдения проводили на стоковых площадках многофакторного стационарного опыта (земельный участок северо-западной экспозиции, крутизна склона 1.5–2°). По данным агрохимика Н.Е. Петелько, агрохимические и водно-физические показатели твердого стока (гумусированного мелкозёма) близки к серой лесной почве. Агрофоном на стоковых площадках являются многолетние травы и зябь. Размер площадок 2×8 м, они оборудованы водомерным устройством для объёмного замера поверхностного стока. Водно-балансовый метод в своих исследованиях использовали С.И. Небольсин [1937], Г.П. Сурмач [1967], Е.А. Гаршинёв [1999], А.Т. Барабанов [1993], А.И. Петелько [1999, 2012] и др.

Перед нами ставились следующие задачи:

- 1) изучить влияние природных факторов на сток талых вод и эрозионно-гидрологические процессы на различных агрофонах;
- 2) дать анализ основных природных факторов;
- 3) выявить влияние взаимодействия природных факторов на элементы водного баланса, закономерности формирования стока и эрозии почв.

Результаты исследований

2013–2014 гидрологический год. Переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С произошёл 19 ноября 213 г., что на 7–11 дней позже обычного. Наступили холода. Почва промёрзла до 1–7 см. В декабре преобладала тёплая погода (–2.5 °С) с небольшим количеством осадков (25 мм), наблюдались дневные оттепели. Они вызывали таяние и уплотнение снега. Январь в первой и второй декадах был тёплым, а в третьей – очень холодным. Морозы доходили до 31 °С. Аномальная температура этого периода превысила многолетние значения на 3–5 °С. На 31 января высота снега равнялась 12–20 см, промерзание почвы – 17–42 см. Преобладали ветры северных направлений, скорость их – 10–12 м/с.

В феврале морозы достигали 26 °С. Затем произошло постепенное снижение температуры воздуха. Осадки выпадали в виде снега и дождя. Во второй декаде наблюдались частые оттепели, что способствовало разрушению снежного покрова.

В целом, зима была на 3.7 °С теплее, а осадков выпало на 3 мм меньше по сравнению с многолетними данными.

В марте наблюдались неоднократное образование снежного покрова, ночные заморозки, частые оттепели. При положительной температуре воздуха днём происходило разрушение и таяние снежного покрова. Следует отметить, что основными природными факторами водной эрозии являются мощность снежного покрова, глубина промерзания и влажность почвы. Глубина промерзания почвы



оказывает большое влияние на сток талых вод. Регулируя характер снегоотложения, можно добиться предохранения почвы от глубокого промерзания, что способствует лучшему просачиванию снеговой воды в почву.

Н.А. Качинский [1927] писал, что просачивание воды в почву зависит от промерзания её и степени закупорки ледяными пробками водопроводящих пор. Им охарактеризована связь глубины промерзания с мощностью снежного покрова и совокупным влиянием других факторов.

Нами установлено большое утепляющее влияние снежного покрова, которое в снежные зимы защищает почву от глубокого промерзания. Немаловажную роль играют сложившиеся погодные условия в холодный период и во время снеготаяния, а также другие факторы. Талая почва обеспечивает полное водопоглощение во время снеготаяния. Объём просочившейся воды зависит от величины действующей скважности. Впитывание воды в мёрзлую почву идёт иначе. Количество воды определяется объёмом свободных ото льда пор. Они зависят от степени промерзания и влажности почв.

Полевые наблюдения показали, что на снегоотложение оказывает влияние вид угодья, агрофон, элементы рельефа и другие факторы. В холодный период происходит перераспределение снега во время ветров и метелей. Направление ветров меняется в широких пределах.

В 2014 г. перед снеготаянием, т. е. 4 марта, на стоковых площадках провели снегомерную съёмку. Высота снега на зяби, в среднем, составила 13 см, снегозапасы – 36 мм, а на многолетних травах запасы воды в снеге были на 3 мм больше по сравнению с контролем (табл. 1). Промерзание почвы слабое – 1–5 см.

Таблица 1
Table 1

Элементы водного баланса
Elements of water balance

Варианты опыта	Осадки за период снеготаяния, мм	Высота снега, см	Плотность снега, г/см	Снегозапасы, мм	Общие влагозапасы, мм
2014 год					
Зябрь (контроль)	14	13	0.173	22	36
Многолетние травы		14	0.178	25	39
2015 год					
Зябрь (контроль)	21	10	0.340	34	55
Многолетние травы		12	0.334	40	61
2016 год					
Зябрь (контроль)	25	17	0.303	52	77
Многолетние травы		19	0.316	60	85
Среднее за 3 года					
Зябрь (контроль)	20	13	0.272	35	55
Многолетние травы		15	0.276	41	61

Если почва замерзает во влажном состоянии, то отверстия, через которые проникает вода, становятся меньше, чем при замерзании сухой почвы. В отличие от талой почвы, в мёрзлую вода проникает через трещины, образовавшиеся в почве в результате промерзания, а также через полости, созданные при обработке, а на естественных угодьях – землероями и корнями отмерших растений. Известно, что капиллярные скважины обычно ещё с осени или во время оттепелей заполняются



водой. Поэтому в мёрзлых почвах впитывание практически отсутствует; если переувлажнённый поверхностный почвенный горизонт лишён трещин, то почва становится практически водонепроницаемой. В наших исследованиях в 2014 году перед снеготаянием приповерхностный слой почвы 0–3 см был увлажнён до 59.7% на зяби, а на многолетних травах – до 56.5%. Влажность почвы на зяби (контроль) была выше по сравнению с многолетними травами на 1.6%. В полуметровом слое (0–50 см) также произошло увеличение влажности почвы на 1.8%. Это подтверждается данными (табл. 2). Наблюдается такая закономерность: с увеличением глубины бурения влажность почвы уменьшается. Резкий спад происходит с глубины 20 см (см. табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Изменение влажности почвы перед снеготаянием за 2014–2016 гг.
Change in soil moisture before snowmelt for 2014–2016

Глубина взятия образца почвы, см	На зяби, %	На многолетних травах, %
2014 год		
0-3	59.7	56.5
10	41.7	37.1
20	26.9	27.6
30	24.6	24.8
40	24.4	22.0
50	24.2	22.1
0-30	38.2	36.6
0-50	33.6	31.8
2015 год		
0-3	51.6	53.3
10	38.2	44.0
20	30.1	28.0
30	31.4	24.3
40	23.0	22.8
50	27.5	23.7
0-30	37.8	37.4
0-50	33.6	32.7
2016 год		
0-3	46.1	42.3
10	31.3	41.9
20	30.2	31.6
30	28.9	26.5
40	27.4	25.3
50	24.3	24.9
0-30	35.5	38.0
0-50	31.3	33.3
Среднее за 3 года		
0-30	37.1	37.3
0-50	32.8	32.6

В связи с тем, что почва перед снеготаянием промёрзла неглубоко, сток талых вод не сформировался. На всех агрофонах вся талая вода постепенно просачилась в почву. Водопоглощение на зяби составило 36 мм, а на многолетних травах чуть больше – 39 мм (табл. 3). В исследуемом году сложились благоприятные погодные условия, которые способствовали впитыванию всей снеговой воды в почву.



Таблица 3
Table 3

Водопоглощение на разных агрофонах
Water absorption on different agrophones

Агрофон	Запасы снеговой воды+осадки за период снеготаяния, мм	Сток, мм	Коэффициент стока	Водопоглощение, мм
2014 год				
Зябрь	36	0	0	36
Многолетние травы	39	0	0	39
2015 год				
Зябрь	55	0	0	55
Многолетние травы	61	0	0	61
2016 год				
Зябрь	77	0	0	77
Многолетние травы	85	0	0	85
В среднем, за 3 года				
Зябрь	56	0	0	56
Многолетние травы	61	0	0	61

2014–2015 гидрологический год. Осень выдалась несколько теплее – средняя температура была выше на 0.1 °С по сравнению с многолетними величинами. Осадков выпало мало – 53.9% от нормы. 25 декабря установился постоянный снежный покров. Осадки превысили норму на 13.5%.

В январе, 6 и 7 числа, морозы доходили до 25 °С ночью. В течение месяца наблюдались оттепели, шёл снег. Осадков выпало больше нормы на 13 мм. В феврале погодные условия часто менялись. Слабые морозы чередовались с оттепелями. Выпавший снег медленно таял при положительной температуре воздуха днём. Особенно тёплая погода наблюдалась в 3-й декаде февраля.

В целом, зима была теплее обычной (–3.8 °С против –8.7 °С от средних многолетних данных), осадки составили 114%. В течение всего мартовского периода тёплый режим был неустойчивым, осадков выпало 37 мм (123.3%).

Следует отметить, что на склоновых землях снег распределялся неравномерно. Большая часть его сдувалась с незащищённых полей. Скорость ветра не везде одинаковая. На возвышенных склонах и на подветренных частях склона ветры дули с большей скоростью по сравнению с понижениями и заветренными склонами. Чаще всего метели наблюдались во второй половине зимнего периода. В последние годы их стало меньше [Петелько, 2005].

Как отмечалось выше, зима была нехолодной, с частыми оттепелями. Высота снега перед снеготаянием была незначительной из-за неустойчивых погодных условий. На стоковых площадках на зяби (контроль) высота снежного покрова составила 10 см, на многолетних травах – 12 см (см. табл. 2), разница небольшая. Промерзание почвы на стоковых площадках на зяби равнялось 22 см, а на многолетних травах выше – 25–29 см. Зимние оттепели способствовали частичному оттаиванию замёрзшего слоя почвы. Средние запасы воды в снеге на контроле составили 34 мм, на многолетних травах на 6 мм больше.



Приповерхностный слой почвы перед снеготаянием был наиболее увлажнённым. Глубже происходило перераспределение влаги. Изменение влажности почвы показано в таблице 2. С глубиной показатели уменьшаются. В слое 0–50 см влажность почвы на зяби 33.6%, на многолетних травах произошло изменение на 0.9% в сторону уменьшения (см. табл. 2).

Наступившая ранняя весна способствовала, в основном, сходу снежного покрова днём, а ночью наблюдались слабые заморозки. Снеготаяние началось 6 марта и длилось с перерывами до 21 марта. За этот период выпал 21 мм осадков в виде мороси и мокрого снега. На стоковых площадках общие снегозапасы составили 55–61 мм (см. табл. 1).

В связи с тем, что промерзание почвы было незначительное, сложились благоприятные условия для просачивания всей талой воды в почву. Почва хорошо впитывала влагу. Водопоглощение колебалось от 55 до 61 мм. Стока талых вод из-за неглубокого промерзания почвы не было (см. табл. 3).

2015–2016 гидрологический год. Сентябрь 2015 г. был тёплым и солнечным. В конце месяца температура воздуха днём поднималась до 28 °С. Наступило второе бабье лето. Осадков выпало 50 мм, что составляет 113.6% от нормы.

В октябре среднемесячная температура воздуха оказалась на 0.6 °С ниже средних многолетних значений. Первый заморозок –2 °С на почве наблюдался 21 числа, а 23-го шёл мокрый снег, который потом растаял. Наблюдался дефицит влаги. Осадков за месяц выпало 8 мм (18.1% от нормы).

В ноябре в первой и второй декадах преобладала тёплая погода. 15 ноября выпал первый снег на талую почву высотой 4–6 см. Продержался недолго – 6 дней. 21–21 числа шли обильные дожди, почва напиталась влагой. После наступили заморозки. Почва слабо промерзшая.

Осень была теплей на 1.7 °С, а осадков выпало 136 мм при норме 126 мм, т. е. на 10 мм больше.

Декабрь был очень тёплым (0.2 °С), осадки выпадали редко в виде дождя и мокрого снега (72.9%).

Январь – снежный, с метелями, временами морозный и в конце третьей декады с глубокой оттепелью. Средняя температура воздуха за месяц составила 9.5 °С мороза, что почти в пределах нормы. Аналогичный температурный режим наблюдали в январе 1964, 1965 и 1978 годов.

Осадки различной интенсивности выпадали ежедневно и в общей сумме составили 92 мм (287.5%).

В феврале во время оттепелей происходило подтаивание снега. Но наблюдавшийся 24–25 февраля мокрый снег способствовал увеличению снежного покрова на полях. Характер залегания его оставался неравномерным. На юге области из-за выпадавших дождей появились проталины. Промерзание почвы было неглубоким – 35–45 см. Температура воздуха оказалась на 8.8 °С выше нормы и на 3 °С больше прошлогодней величины. Среднемесячная температура воздуха составила 1 °С мороза, осадки превысили норму на 187%.

Итак, зима была теплее обычной на 5.4 °С. Осадков за три месяца выпало 177 мм, что составляет 177% от нормы.

Март оказался на 3.8 °С теплее по сравнению со средними многолетними данными. Ночью наблюдались заморозки. Осадки выпадали в виде снега, мокрого снега и дождя и равнялись, в общем, 230.0%. Установившаяся теплая погода в последней пятидневке марта вызвала таяние снега и оттаивание верхнего слоя почвы. Ветры преобладали различных направлений. Скорость их не превышала 11–14 м/с.

На стоковых площадках в первой декаде марта провели снегомерную съемку. Высота снега на зяби – 17 см, на многолетних травах – 19 см. Запасы воды в снеге



составили на контроле (зябрь) 52 мм, а на многолетних травах на 8 мм больше. Общие снегозапасы на агрофонах с учётом осадков за период снеготаяния равнялись, соответственно, 77 и 85 мм (см. табл. 1).

В исследуемом году перед снеготаянием на стоковых площадках почва промёрзла слабо – на 2–15 см, местами талая.

Определение влажности почвы показало, что приповерхностный слой почвы 0–3 см был наиболее увлажнённым (46.1–42.3%). Влажность почвы в слое 0–30 см на зяби составила 35.5%, на многолетних травах доходила до 38.0%. С глубиной влажность почвы уменьшалась. Так, в слое 0–50 см на зяби влажность почвы составила 31.3%, а на многолетних травах на 2% выше (33.3%). Изменение влажности почвы представлено в таблице 2.

Поверхностный сток талых вод, как и в предыдущие годы, не сформировался из-за слабого промерзания почвы. За период снеготаяния выпало 25 мм осадков. Водопоглощение на многолетних травах составило 85 мм, а на контроле на 8 мм меньше. Таким образом, год был бессточным (см. табл. 3).

В среднем, за три года просачивание воды в почву составило на контрольном варианте (зябрь) 56 мм, на многолетних травах чуть больше – 61 мм (см. табл. 3), т.е. всё впиталось в нижележащие горизонты.

Заключение

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1) в 2013-2016 гидрологических годах сложившиеся гидрометеорологические условия осенне-зимнего периода вызвали перед снеготаянием неглубокое промерзание почвы – от 1 до 29 см, местами почва была талая; высота снежного покрова, в среднем, за три года на зяби составила 13 см, а на многолетних травах – 15 см;

2) на всех агрофонах за годы наблюдений наиболее увлажнённым к началу весеннего снеготаяния был приповерхностный слой почвы (0–3 см), где влажность на контроле зяблевой вспашки колебалась в пределах от 46.1 до 59.7%, на многолетних травах – 42.3–56.5%; с увеличением глубины бурения влажность почвы уменьшается; в среднем, по годам наблюдений в слое 0–50 см на контроле (зябрь) влажность почвы – 31.3–33.6%, на агрофоне многолетних трав – 31.8–33.3%;

3) глубина промерзания почвы на вариантах опыта в 2014 году составила 1–5 см, в 2015 г. – 22–29 см, а в 2016 г. – 2–15 см;

4) оттаивание почвы сверху с наибольшей интенсивностью проходило на зяби и ослабевало на многолетних травах;

5) анализ данных показал, что если почва перед снеготаянием слабо промёрзшая, то сток талых вод не формируется и не зависит от уровня увлажнения почвы и снегозапасов; при таких погодных условиях на всех агрофонах вся талая вода просачивается в почву; это обусловило высокую водопроницаемость почвы и отсутствие поверхностного стока талых вод.

Благодарности

Автор выражает благодарность научному руководителю работы – доктору сельскохозяйственных наук А.Т. Барабанову.

Список литературы References

1. Барабанов А.Т. 1993. Агроресомелиорация в почвозащитном земледелии. Волгоград, 155.

Barabanov A.T. 1993. Agrolesomeliorsiya v pochvozashchitnom zemledelii [Agroforestry in soil-protecting agriculture]. Volgograd, 155. (in Russian)



2. Гаршинёв Е.А. 1999. Эрозионно-гидрологический процесс. Теория и модели. Волгоград, 196.
Garshinev E.A. 1999. Erozionno-gidrologicheskii protsess [Erosion-hydrological process]. Teoriyaimodeli. Volgograd, 196. (in Russian)
3. Заславский М.Н. 1979. Эрозия почв. М., 244.
Zaslavskii M.N. 1979. Eroziyapochv. Moscow, 244. (in Russian)
4. Качинский Н.А. 1927. Замерзание, разморозание и влажность почвы в зимний сезон в лесу и в полевых участках. М., 168.
Kachinskii N.A. 1927. Zamerzanie, razmerzanie i vlazhnost' pochvy v zimniisezon v lesui v polevykh uchastkakh. Moscow, 168. (in Russian)
5. Лисецкий Ф.Н., Светличный А.А., Черный С.Г. 2012. Современные проблемы эрозиоведения. Белгород, 456.
Lisetskii F.N., Svetlichnyi A.A., Chernyi S.G. 2012. Sovremennyye problemy eroziovedeniya [Modern problems of erosion]. Belgorod, 456. (in Russian)
6. Небольсин С.И., Надиев П.П. 1937. Элементарный поверхностный сток. Л.–М., 63.
Nebol'sin S.I., Nadiyev P.P. 1937. Elementarnyi poverkhnostnyi stok [Elementary surface runoff]. Leningrad–Moscow, 63. (in Russian)
7. Павловский Е.С. 2004. Энциклопедия агролесомелиорации. Волгоград, 675.
Pavlovskii E.S. 2004. Entsiklopediya agrolesomelioratsii [Encyclopedia of agroforestry]. Volgograd, 675. (in Russian)
8. Петелько А.И. 2012. Агролесомелиорация в адаптивно-ландшафтном земледелии в лесостепи Центрального Нечерноземья. Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Волгоград, 39.
Petel'ko A.I. 2012. Agrolesomelioraciya v adaptivno-landshaftnom zemledelii v lesostepi Central'nogo Nechernozem'ya [Agroforestry in adaptive-landscape agriculture in the forest-steppe of the Central Non-Black Earth Region]. Abstract. dis. ... doct. agricult. sciences. Volgograd, 39. (in Russian)
9. Петелько А.И. и др. 2005. Особенности снегоотложения, промерзания и оттаивания почвы. В кн.: 35-лет ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии. Сборник докладов международной научно-практической конференции. Курск: 426–428.
Petel'ko A.I. et al. 2005. Features of snow deposition, freezing and thawing of soil. In: 35-let VNIИ zemledelija i zashhity pochv ot jerozii [35-year VNIИ of agriculture and soil protection from erosion]. The collection of reports of the international scientific-practical conference. Kursk: 426–428. (in Russian)
10. Петелько А.И., Новиков Н.Е. 1999. Предложения по защите почв от водной эрозии в Центральном районе Нечерноземья. Орёл, 31.
Petel'ko A.I., Novikov N.E. 1999. Predlozheniya po zashchite pochv ot vodnoi erozii v Tsentral'nykh raionakh Nechernozem'ya [Proposals for the protection of soils from water erosion in the Central Non-Black Earth Region]. Orel, 31. (in Russian)
11. Спесивый О.В., Лисецкий Ф.Н. 2014. Оценка интенсивности и нормирование эрозионных потерь почвы в Центрально-Черноземном районе на основе бассейнового подхода. Научные ведомости БелГУ. Естественные науки, 27 (10): 125–132.
Spesivyi O.V., Lisetskii F.N. 2014. Assessment of intensity and rationing of soil erosion losses in the Central Chernozem area based on the basin approach. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences, 27 (10): 125–132. (in Russian)
12. Сурмач Г.П. и др. 1967. Методика изучения водорегулирующей и противэрозионной роли лесных полос и агротехнических приёмов. Волгоград, 39.
Surmach G.P. et al. 1967. Metodika izuchenija vodoregulirujushhej i protivjerozionnoj roli lesnyh polos i agrotehnicheskikh priyomov [Assessment of intensity and rationing of soil erosion losses in the Central Chernozem area based on the basin approach]. Volgograd, 39. (in Russian)
13. Черкасов Г.Н. 2004. Основные направления развития земледелия. В кн.: Состояние и перспективы развития земледелия, агролесомелиорации и экономики землепользования в АПК ЦЧЗ. Материалы региональной конференции. Санкт-Петербург: 15–17.
Cherkasov G.N. 2004. Main directions of agricultural development. In: Sostoyanie i perspektivyrazvitiyazemledeliya, agrolesomelioratsii i ekonomikizemlepol'zovaniya v APK TsChZ [The state and prospects of the development of agriculture, agroforestry and land use economics in the agro-industrial complex of the Central Chernozem Region]. Materials of the regional conference. Saint-Petersburg: 15–17. (in Russian)