

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ АВТОМОРФНЫХ ПОЧВ В АГРОЛАНДШАФТАХ

© 2012 г. Г. С. Базыкина

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии,
119017, Москва, Пыжевский пер., 7*

На примере дерново-подзолистых, серых почв и черноземов рассматривается вопрос изменении физических и водных свойств почв в результате их длительного использования в земледелии. Происходит ухудшение их температурного и водного режимов, влагообеспеченности и влагообеспечивающей способности.

Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, серые почвы, черноземы, водно-физические свойства, естественные экосистемы, агроценозы, режим влажности, температурный режим, влагообеспечивающая способность, плодородие.

В процессе длительного использования в земледелии, особенно при его низкой агрономической культуре, происходит ухудшение физических свойств почв, таких как плотность сложения, пористость, структурное состояние, водопроницаемость. Одновременно наблюдается ухудшение тесно связанных с ними водных свойств почв, от которых зависит режим влажности, баланс влаги, воздушный режим, влагообеспечивающая способность и в итоге – плодородие. Наиболее информативными показателями сугубо гидрологической деградации почв являются:

- уменьшение полной влагоемкости (водовместимости) почвы (**ПВ**);
- уменьшение наименьшей (предельно-полевой) влагоемкости (**НВ**) почвы, характеризующей удержание влаги в почве после стекания ее избытка (гравитационной влаги) и ее оптимальное содержание;
- увеличение влажности почвы, при которой происходит завядание растений (**ВЗ**), т.е. показателя почвенной засухи;
- уменьшение диапазона активной (продуктивной) влаги (**ДАВ**), т.е. интервала от НВ до ВЗ или запаса влаги, которую рас-

тения могут использовать, т.е. показателя влагообеспечивающей способности почвы.

За норму принимаем соответствующие показатели целинной почвы под естественным ценозом.

Деградацию гидроморфных почв мы не рассматриваем, т.к. это отдельная проблема.

Признаком деградации почв является не только изменение в неблагоприятную сторону величины перечисленных выше показателей, но и продолжительности их наличия в почве. Так, длительное существование при влажности, соответствующей ПВ, ухудшает воздушный режим почвы и использование влаги растениями. Уменьшение срока пребывания почвы при влажности, соответствующей НВ, и увеличение продолжительности существования почвы при ВЗ свидетельствует об ухудшении влагообеспечивающей способности, режима влажности, влагообеспеченности и продуктивности сельскохозяйственных культур. Низкая агрономическая культура земледелия, которая не обеспечивает пополнение запасов органических и минеральных элементов питания почвы, которые отчуждаются при уборке урожая культур, соблюдения оптимальных сроков проведения сельскохозяйственных работ, а также использование тяжелой сельскохозяйственной техники приводят к деградации почв и ухудшению плодородия.

При распашке почв гидрологическая деградация порождается изменением экосистемы, в которой сформировалась почва. Уничтожение естественной растительности (лесной, луговой, степной) вызывает изменение температурного режима почвы, режима влажности и даже водного режима (режима влажности в многолетнем аспекте). По сравнению с естественным ценозом открытая поверхность пашни меньше задерживает снега, почвы раньше промерзают, больше подвержены образованию ледяных корок и прослоек во время оттепелей, препятствующих впитыванию талых вод, и непроизводительному поверхностному стоку последних. В результате происходит недостаточная влагозарядка пашни при весеннем снеготаянии. Этому способствует также то, что в отличие от земель естественных ценозов почвы пашни уходят в зиму с переувлажненным осенними осадками поверхност-

ным слоем, плохо впитывающим поступающие весной талые воды. Впитыванию последних препятствуют сохраняющиеся в почвенной толще неоттаявшие мерзлые слои, поскольку стаивание снега на пашне начинается обычно до ее полного оттаивания. Неоттаявшие слои служат водупором и вызывают поверхностный сток талых вод и эрозию почв. Под сельскохозяйственных культурами почвенная влага используется быстрее и интенсивнее, чем под естественной растительностью, в том числе за счет участия в ее расходе физического испарения, особенно до развития сельскохозяйственных культур и после их уборки. В результате всего перечисленного почвы на пашне суше, чем под естественной растительностью.

В доказательство рассмотрим признаки гидрологической деградации основных интенсивно используемых в земледелии почв России.

Гидрологическая деградация автоморфных дерново-подзолистых почв. Гидрологическая деградация автоморфных дерново-подзолистых почв в результате их распашки и длительного использования в земледелии иллюстрируется сравнительным анализом многолетних данных, характеризующих водно-физические свойства, режим влажности и водный баланс и влагообеспечивающую способность среднесуглинистых почв Московской области (Базыкина, 2004) под лесом (естественный ценоз) и пашней (антропогенно-преобразованный ценоз).

Распашка и длительное использование в земледелии приводят к переуплотнению почв, уменьшению их пористости, водопроницаемости, влагоемкости, влагообеспечивающей способности (Базыкина, 2004).

На пашне вследствие двукратного уменьшения снежного покрова (по средним многолетним данным с 58 см в лесу до 39 см на пашне), уничтожения лесной подстилки, менее благоприятного радиационного баланса глубина промерзания почв (42 см) больше, чем под лесом (18 см). Таяние снега весной на пашне происходит раньше, до полного оттаивания почв, в результате чего сток талых вод в среднем в 2 раза больше и составляет до 70% запаса воды в снеге (в лесу – 26%).

Таблица 1. Водно-физические свойства дерново-подзолистых почв в разных экосистемах для слоя 0–30 см (Базыкина, 2004)

Объект	Запасы влаги, мм				Водопроницаемость в течение первого часа, мм/мин		Равновесная плотность сложения, г/см ³	Пористость, %
	ПВ	НВ	ВЗ	ДАВ	в период снеготаяния	в вегетационный период		
Лес	145	117	32	85	1,63	<u>3,14</u> 3,94*	1,2	48,7
Пашня	145	101	26	75	0,07	<u>1,38</u> 4,58	<u>1,28</u> 1,47	<u>43,9</u> 52,5
Залежь	131	101	35	66	0,07	1,4	1,34	43,8

*Над чертой – при влажности около НВ, под чертой – около ВЗ.

Весенняя влагозарядка почв (основная) происходит уже после схода талых вод поверхностным стоком. Поэтому величина поступления влаги в почвы пашни (35 мм) меньше, чем под лесом (127 мм) (табл. 2). Этому способствует ухудшение водопроницаемости и влагоемкости почв в результате уплотнения почв пашни при многократной обработке тяжелой сельскохозяйственных техникой в течение вегетационного сезона. Влагозапасы почв пашни, так же как их расход, значительно больше, чем под лесом, зависят от осадков теплого полугодия. В течение особенно засушливого полугодия, почвенная толща под пашней, имея меньший запас влаги и более напряженный температурный режим, иссушается быстрее и сильнее, чем под лесом. При этом значительная часть почвенной влаги расходуется непроизводительно на физическое испарение, особенно до развития сельскохозяйственных культур и после их уборки. Иссушение слоя 0–20 см до ВЗ на пашне часто наблюдается уже в июне, тогда как под лесом – на месяц позже. Более 70% общего расхода влаги в дерново-подзолистых почвах пашни обеспечивается осадками теплого полугодия (под лесом – 66%). Таким образом, почвы пашни хуже обеспечены влагой, чем почвы под лесом.

Таблица 2. Средние многолетние (1955–1980 гг.) величины элементов водного баланса дерново-подзолистых почв разных экосистем Московской области для слоя 0–150 см

Показатель	Лес	Пашня	Залежь
Запас воды в снеге перед снеготаянием и осадки за время снеготаяния, мм	171	144	124
Осеннее-зимне-весеннее пополнение запаса влаги, мм	127	55	35
То же, % от общего поступления	27	14	9
Пополнение запаса влаги за счет осадков теплого полугодия, мм	337	337	337
То же, % от общего поступления	73	86	91
Расход воды на отток, мм	44	89*	89
То же, % от общего расхода	9	19	19
Расход воды на эвапотранспирацию из почвенного запаса, мм	127	55	35
То же, % от общего расхода	25	11	8
Расход осадков теплого полугодия, мм	337	337	337
То же, % от общего расхода	66	70	73

* При отсутствии стоковой площадки на пашне взяты показатели залежи. Сток по пашне был явно больше.

Выведение дерново-подзолистых почв из режима пашни, превращение пашни в залежь, приводят к усилению аккумулятивных процессов, постепенному улучшению структурного и гумусового состояния бывшего пахотного горизонта, его разуплотнению, увеличению влагоемкости, уменьшению поверхностного стока талых вод и эрозии почв, улучшению гидротермического режима и водных свойств почв.

Гидрологическая деградация автоморфных серых почв. Факт гидрологической деградации серых почв в результате распашки и длительного сельскохозяйственного использования установлен на основании данных, характеризующих водно-физические свойства, режим влажности и влагообеспечивающую способность тяжелосуглинистых серых почв на покровном суглинке, а также их термический режим под естественным ценозом (лес) и пашней (антропогенно-преобразованный ценоз) в южном Подмоскowie

Таблица 3. Водно-физические свойства серых почв в естественных и агроценозах (Колесов, 1982)

Объект	Глубина, см	Пористость, %	Плотность сложения, г/см ³	ПВ	НВм	ВЗ	ДАВ
				мм			
Лес	0–30	53,1	1,33	148	110	41	69
	30–50	49,8	1,48	89	66	32	34
	0–50	Не опр.		237	176	73	103
Пашня	0–30	50,0	1,40	136	96	22	74
	30–50	47,2	1,48	91	62	16	46
	0–50	Не опр.		227	158	38	120

(Озерский район) и Черниговской области Украины (Алифанов, 1995; Колесов 1982; Макарова, 1985; Тихонравова, 2002).

Почвы естественных ценозов хорошо оструктурены. На пашне наблюдается ухудшение структуры и появление трещин, по которым мигрирует влага. В результате длительного земледельческого использования отмечается уменьшение до двух раз содержания гумуса, и изменение его качественного состава в сторону гуматности.

Изменение водно-физических свойств серых лесных почв является следствием их выпашанности, разрушения структуры и уплотнения сельскохозяйственных техникой. Для пахотного и подпахотного слоев характерно увеличение плотности сложения, уменьшение пористости (табл. 3) и вследствие этого – ухудшение водопроницаемости. Наблюдается уменьшение их водоудерживающей способности, о которой мы судим по величине НВ. Величина влажности завядания растений, меньше на почвах пашни, по сравнению с почвами под лесом. По-видимому, это можно объяснить внесением на поля минеральных удобрений, в результате чего растения легче противостоят почвенной засухе.

Очень важным признаком деградации почв при распашке является изменение температурного режима. Пахотные почвы имеют более контрастный температурный режим, чем под лесом, как в холодный, так и теплый периоды года.

Мощность снега в лесу обычно на 10–20, а на опушках – до 100 см превышает мощность снежного покрова на пашне, где

Таблица 4. Средние многолетние (1959–1973 гг.) элементы водного баланса серых почв в слое 0–300 см под лесом и пашней (Колесов, 1982)

Показатель	Лес	Пашня
Запас воды в снеге, мм	158	143
Глубина промерзания почвы, см	27	64
Коэффициент стока	0,04	0,4
Глубина промачивания почвы, см	167	130
Количество впитавшейся воды в почву при снеготаянии, мм	148	089
То же, % от запаса воды в снеге	98	062
Осеннее-зимне-весеннее приращение запаса воды в почве, мм	209	125
Расход влаги из почвы, мм	213	130

средняя его величина – 10–20 см при максимальной – 30–40 см. Промерзание почв под лесом наступает на 1–2 недели позже, чем на пашне и длится около 100 дней. Средняя многолетняя глубина промерзания почв под лесом – около 30 см (от 5 до 66 см).

Пахотные аналоги промерзают при этом до глубины около 70 см (от 18 до 145 см), что в 2 раза больше, чем в лесу (табл. 4). Промерзание их происходит раньше, чем под лесом, а оттаивание – позже, так что период промерзания почв пашни на 1–2 недели больше, чем под лесом. Часто стаивание снега на открытой поверхности пашни начинается по еще мерзлой почве, что вызывает застаивание талых вод в понижениях рельефа, поверхностный сток и смыв почв при наличии уклона рельефа. Коэффициент стока в лесу 0,04, а на пашне – 0,4. Все это вызывает меньшую влагозарядку пахотных почв по сравнению с лесными в осенне-зимне-весенний период и особенно при снеготаянии. Количество воды, впитавшейся в почву при снеготаянии, составляет в лесу 98, а в поле – 62% от ее запаса в снеге. Средняя глубина осеннее-зимне-весеннего промачивания почв в лесу равна 167 см, на пашне – 130 см при среднем приращении запаса влаги в почве 209 и 125 мм соответственно.

Прогревание пахотных почв до активных температур (более 10°C) наступает позже, а длительность их периода меньше, чем под лесом. В течение теплого полугодия почвы под лесом прогреваются меньше, чем под пашней. Так, в первом случае температу-

ра 15°C редко наблюдается в слоях глубже 40 см от поверхности, а 20°C отмечается редко даже в поверхностных слоях. До температуры 15°C пахотные почвы прогреваются обычно до глубины 60–100 см, а до 20 °C – до 50–70 см. Температура поверхностного слоя пашни может достигать 50°C, тогда как под лесом – 28°C. Температура пахотного слоя почв в суточном цикле на протяжении летнего периода всегда выше, чем под лесом. Перепад температуры в суточном цикле в поверхностном слое пашни достигает 41°C, а под лесом – 15°C.

Существенны различия в режиме влажности серых лесных почв в естественном и агроценозе. Расход влаги из почвенного запаса в течение вегетационного периода интенсивнее идет под сельскохозяйственными культурами, и горизонт интенсивного иссушения (ВРК–ВЗ) образуется на пашне на месяц раньше, чем под лесом, достигая мощности 60–70 см. Мощность горизонта слабого иссушения (НВ–ВРК) под пашней достигает 2–2,5 м тогда как под лесом – около 1,5 м. Такие различия связаны с лучшими водофизическими свойствами почв под лесом, их более благоприятным термическим режимом, а также значительным снижением под пологом леса физического испарения влаги с поверхности почвы.

Водный режим серых почв как под лесом, так и под пашней является периодически промывным. Однако под лесом случаи сквозного промачивания почв наблюдаются чаще, чем под пашней.

Гидрологическая деградация автоморфных черноземов. О гидрологической деградации черноземов типичных (миграционно-мицелиарных) мощных можно судить по данным сравнительного анализа водно-физических свойств, режима влажности и влагообеспечивающей способности этих почв в естественном ценозе под луговой целинной степью и в антропогенно преобразованном ценозе, на пашне с посевами сельскохозяйственных культур (Базыкина, 2010; Коковина, 1974; Кузнецова, 2004).

В результате многолетней обработки ухудшились водофизические свойства черноземов пашни (табл. 5): возросла плотность сложения пахотного слоя, ухудшилось его структурное состояние и водопроницаемость, уменьшилась пористость, влагоемкость и количество доступной растениям влаги.

Таблица 5. Водно-физические свойства черноземов типичных в разных экосистемах (Коковина, 1974)

Объект	Глубина, см	ОВ, г/см ³	Пористость, %	Содержание агрегатов (мм) при просеивании, %				Запас влаги, мм		
				сухом		мокроем		НВ	ВЗ	ДАВ
				>10	<0,25	>3	<0,25			
Целинная степь	0–10	0,97	61	5	8	17	28	47	19	28
	0–30	1,1	60	Нет данных				122	53	69
Пашня, 5 лет	0–30	Нет данных		16	11	7	42	Нет данных		
	10–20	»		7	12	6	38	»		
Пашня, более 200 лет	0–10	1–1,3	57	32	4	0,7	49	66	30	36
	10–20	1,0	54	37	3	2	47	32	15	17
	0–30	1,1	55	Нет данных				98	45	53

Таблица 6. Высота снежного покрова, см (1), запасы воды в нем, мм (2) и глубина промерзания почв, см (3) перед снеготаянием в целинных и агроценозах (Базыкина, 2010)

Период, годы	Целинная степь						Пашня		
	некосимая			косимая			1	2	3
	1	2	3	1	2	3			
1967–1972	43	138	Не опр.	26	78	Не опр.	12	44	Не опр.
1973–1983	38	100	50	25	69	55	16	44	82
1986–2006	30	82	35	16	52	44	15	45	47
1967–2006	37	107	42	22	66	50	14	44	64

Температурный режим черноземов под пашней по сравнению с целинными становится более контрастным, с большим перепадом сезонных и суточных температур. Почва пашни в течение вегетационного периода прогревается значительно сильнее, чем на целине. На глубине 10 см максимальная температура почвы пашни может достигать 20–30°C (в степи 18–20°C), а на поверхности почвы под покровом сельскохозяйственной растительности – 40–50°C (в степи – не более 35°C). В холодное полугодие распашанные черноземы охлаждаются быстрее целинных, а период с отрицательными температурами в первом случае на 20–30 дней длиннее. По средним многолетним данным (табл. 6), глубина промерзания почв пашни (44 см) больше, чем в степи (50 см), поскольку мощ-

ность снежного покрова в открытом поле меньше (в среднем 14 против 37 см в степи). Таяние снега на полях начинается раньше, чем в степи, до полного оттаивания почв, в результате чего происходит большая потеря талых вод на поверхностный сток по мерзлоте водоупору, эрозия почв, застаивание воды в микропонижениях, сопровождающееся вымоканием посевов.

Пахотные почвы меньше обеспечены влагой, чем это возможно в данных климатических условиях. Основной недостаток влаги происходит в результате сноса снега и поверхностного стока талых вод с полей, глубокого промерзания почв и ухудшения водопроницаемости, обесструктурирования почв в процессе длительного использования в земледелии. Средняя многолетняя глубина промачивания за осенне-зимне-весенний период составляет около 100 см на пашне и около 180 см в степи при поступлении влаги 78 и 171 мм соответственно (табл. 7). Случаи глубокого (более 200 см) увлажнения почв на пашне наблюдаются реже, чем в степи. Период десуктивного расхода влаги из почвы пашни под сельскохозяйственными культурами всегда короче, чем под целинной растительностью. Однако его величина за теплое полугодие, по многолетним данным, довольно значительна (116 мм, под целиной степью – 152 мм), а с учетом осадков вегетационного периода – еще больше (334 мм под посевами и 467 мм – под степью). Это можно объяснить значительным расходом влаги из почв пашни на физическое испарение (до 100 мм за сезон) до развития сельскохозяйственных культур и после их уборки. Кроме того, культурные растения используют почвенную влагу более интенсивно и полно, в результате чего почва под посевами сельскохозяйственных культур суше, чем под целинной растительностью. Так, средний многолетний осенний дефицит влаги в слое 150 см под степью равен 150 мм, а под сельскохозяйственных культурами – 167 мм, т.е. черноземы агроценозов суше, чем естественных ценозов.

Таким образом, результатом распашки почв, изменения их экосистем, длительного использования в земледелии, особенно при его низкой агрономической культуре, является гидрологическая деградация почв, т.е. ухудшение их водных свойств, влагообеспечивающей способности и плодородия.

Таблица 7. Средние многолетние (1947–2006 гг.) величины элементов водного баланса типичных черноземов Курской области для слоя 0–300 см (Базыкина, Бойко, 2010)

Показатель	Целинная степь	Пашня, озимая пшеница второго года вегетации
Запас воды в снеге перед снеготаянием и осадки за период снеготаяния, мм	107	44
Глубина осеннее-зимне-весеннего промачивания, см	178	103
Поступление влаги за холодное полугодие, мм	171	78
То же за счет осадков вегетационного периода, мм	295	218
Глубина иссушения до ВРК, см	150	150
Расход влаги на отток, мм	23/60*	Нет данных
Расход на эвапотранспирацию из почвенного запаса, мм	152	116
То же за счет осадков вегетационного периода, мм	295	218
Осенний дефицит влаги (мм) в слое 0–150 см	150	167

* Над чертой – средняя многолетняя величина, под чертой средняя за годы существования.

Мелиорация земель, подверженных гидрологической деградации. Борьба с гидрологической деградацией почв заключается в применении всех агротехнических мероприятий, направленных на улучшение их структуры, водно-физических свойств, увеличение накопления в почвах доступной для растений влаги (в том числе за счет снегозадержания на полях), уменьшение потерь влаги на поверхностный и внутрпочвенный сток и непроизводительное физическое испарение, исключение возможности переувлажнения.

Улучшению структурного и гумусового состояния почв, увеличению их влагоемкости и водопроницаемости способствует внесение навоза, торфа, запахивание пожнивных остатков и культур-сидератов, участие в севообороте многолетних трав. Культуры-сидераты могут быть посевами второго срока, после уборки

основных и особенно озимых культур. Для улучшения гидротермического режима почв желательны проведение снегозадержания на пашне, а для уменьшения поверхностного стока и эрозии почв – вспашка поперек склонов и элементы контурного земледелия. Периодическое изменение глубины вспашки и уничтожение при этом плужной подошвы обеспечивают улучшение водопроницаемости почв и уменьшение стока вод. Для сохранения структуры почв рекомендуется минимализация обработки и применение облегченной сельскохозяйственной техники и сокращение ее проходов. Обработка почв должна быть высококачественной и производиться при оптимальной влажности почв в короткие сроки с учетом климатических особенностей региона и физического состояния почв. Ухудшение перечисленных показателей приводит к изменению режима влажности, воздушного режима и влагообеспечивающей способности и плодородия почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алифанов В.М.* Палеокриогенез и современное почвообразование. Пушкино, 1995. 320 с.
2. *Базыкина Г.С., Бойко О.С.* Особенности режима влажности типичных черноземов косимой степи и пашни (Курская область) в условиях аномальной погоды последних десятилетий // Почвоведение. 2010. № 1. С. 58–70.
3. *Базыкина Г.С.* Элементы водного режима и физические свойства дерново-подзолистых почв Московской области под лесом пашней и залежью // Почвоведение. 2004. № 3. С. 343–351.
4. *Базыкина Г.С., Бойко О.С.* Особенности режима влажности типичных черноземов косимой степи и пашни (Курская область) в условиях аномальной погоды последних десятилетий // Почвоведение. 2010. № 1. С. 58–70.
5. *Коковина Т.П.* Водный режим мощных черноземов и влагообеспеченность на них сельскохозяйственных культур М.: Колос, 1074. 302 с.
6. *Колесов А.Ф.* Элементы водного баланса серых лесных почв склонов на территории Новгород-Северского ополья под лесом и пашней // Водный и солевой режимы, свойства и продуктивность почв. М., 1982.

7. *Кузнецова И.В.* Современные тенденции эволюции физических свойств черноземов Средне-Русской провинции лесостепной зоны // Черноземы России: генезис, география, эволюция. Воронеж, 2004. С. 288–292.
8. *Макарова Г.П.* Гидротермический режим темно-серых эродированных почв // Климат почв. Сб. науч. тр. Пущино, 1985. С. 45–49.
9. *Тихонравова П.И.* Режим тепла и влаги в агросерой суглинистой почве Московской области // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2002. С.3–9.

HYDROLOGICAL DEGRADATION OF AUTOMORPHIC SOILS IN AGRICULTURAL LANDSCAPES

G. S. Bazykina

The impoverishment of physical and water properties resulted from the use in agriculture for a long period of time is exemplified by soddy-podzolic, gray soils and chernozems. Alternation of natural (forest, meadow and steppe) coenoses by agrocoenoses leads to degradation of soils, impoverishment of their temperature and water regimes, water supply and water-supplying capacity as well.

Keywords: soddy-podzolic soils, gray soils, chernozems, water-physical properties, natural ecosystems, agrocoenoses, water regime, water-supplying capacity.