

11. Технологическая документация на формирование почвозащитных систем земледелия в разных почвенно-экологических провинциях Беларуси с применением ГИС-технологий. – Минск, 2010. – 44 с.

12. *Червань, А.Н.* Геопространственная оценка потенциальной степени проявления водной эрозии почв / А.Н. Червань // Плодородие почв и эффективное применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию основания Института, Минск, 5–8 июля 2011 г. / редкол.: В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2011. – 336 с. – С.151–154.

13. *Червань, А.Н.* Структура почвенного покрова в геоинформационной оценке почвенно-ресурсного потенциала сельскохозяйственной организации // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 75. – Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2011. – 144 с. – С. 78–84.

14. *Farhan, Y.* Assessing the influence of physical factors on spatial soil erosion risk in northern Jordan / Y. Farhan, D. Zregat, S. Nawaiseh // The Journal of American Science. – New York: Marsland Press, 2014. – № 10(7). – P. 29–39.

AGROPHYSICAL PROPERTIES SOIL DATA IN FORMATION OF SOIL-PROTECTION LAND MANAGEMENT SYSTEMS USING GIS-TECHNOLOGIES AT THE EXAMPLE OF BRASLAV DISTRICT VITEBSK REGION

A.M. Chervan, V.B. Tsyribko, A.M. Ustinova

Summary

Methods of geoinformation processing of agrophysical soil properties data to justify the differentiation of soil conservation farming systems on the example of agricultural lands in the Braslav district Vitebsk region are presented in the article.

Поступила 11.04.16

УДК 631.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ И ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ

В.Б. Цырибко

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное использование почв сельскохозяйственных земель приводит к изменению их физического состояния. Появляется необходимость в прогнозе влияния уплотняющего воздействия тяжелой сельскохозяйственной техники

и других факторов на физические свойства пахотных почв и оценки тенденций изменения урожайности сельскохозяйственных культур. Для этого необходимо формировать нормативы изменения физических свойств почв в зависимости от характера и интенсивности антропогенного воздействия, что позволяет оценить физическое состояние почв и наметить агротехнологические, организационные и мелиоративные мероприятия для оптимизации этих свойств. Эти данные могут быть использованы для определения эволюции физического состояния почв в результате длительного сельскохозяйственного использования, для разработки экологически безопасных технологий и их внедрения в точные системы земледелия, а также для проектно-конструкторских работ в сельскохозяйственном машиностроении и т.д. [1].

Оптимальные значения показателей физических свойств – величины показателей физических свойств, которые удовлетворяют требованиям сельскохозяйственных растений, обеспечивая их максимальную продуктивность при определенном фиксированном уровне других факторов. При разработке нормативов физических свойств и их изменений учитываются основные свойства почвы – гранулометрический и минералогический составы, содержание и качественный состав органического вещества, которые определяют физические и механические свойства почв. Кроме этого учитывались мощность гумусированного слоя, почвообразующие породы, климатические условия зоны исследования и другие факторы [2, 3].

Наиболее важным параметром является оптимальная плотность, от которой зависят показатели порового пространства почвы, которые обуславливают благоприятные водный, воздушный, температурный и даже питательный режимы почв.

Цель исследований заключалась в разработке оптимальных интервалов значений параметров агрофизических свойств, обеспечивающих максимальную производительную способность почв.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе маршрутных исследований был накоплен материал об агрофизических свойствах почв сформированных на различных почвообразующих породах. Для определения оптимальных значений была использована модель, предложенная российскими исследователями [2, 3].

За критерий оценки оптимальной плотности принимается оптимальное содержание в почве воздуха при насыщении ее водой до наименьшей влагоемкости. Для определения интервалов оптимальной плотности в конкретных почвах и для конкретных культур предложена формула расчета:

$$D_{оп} = (100 - A) \cdot d_{т.ф} / (100 + W \cdot d_c), \quad (1)$$

где $D_{оп}$ – оптимальная плотность почвы, г/см³; $d_{т.ф}$ – плотность твердой фазы почвы, г/см³; W – наименьшая влагоемкость почвы, % от массы; A – оптимальное для конкретной культуры содержание воздуха в почве, % от объема почвы; d_c – плотность сложения почвы, г/см³ [3].

При расчете оптимальных диапазонов пористости почв использовалась формула (2):

$$\varepsilon_{\text{оп}} = (d_{\text{т.ф}} - D_{\text{оп}}) / d_{\text{т.ф}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $\varepsilon_{\text{оп}}$ – оптимальное значение пористости, %; $D_{\text{оп}}$ – полученные значения оптимальной плотности, г/см³; $d_{\text{т.ф}}$ – плотность твердой фазы почвы, г/см³.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для расчетов использовались данные полученные в ходе почвенных экспедиций и исследований на опытных стационарах лаборатории агрофизических свойств и защиты почв от эрозии. Значение параметра оптимального содержания воздуха (A) принято равным 30%, что по материалам литературных источников является верхним пределом оптимальных показателей для большинства сельскохозяйственных культур [3]. Значения плотности твердой фазы почв взято из материалов почвенных исследований, представленных в работе «Почвы БССР» [4]. Данные о наименьшей влагоемкости (предельной полевой влагоемкости) почв позаимствованы из монографии Т.А. Романовой «Водный режим почв Беларуси» [5].

Проанализировав полученные данные, были выработаны диапазоны оптимальных значений для почв республики, сформированных на различных почвообразующих породах (табл.1).

Таблица 1

Данные для расчета оптимальных параметров плотности сложения почвы (фрагмент)

Почва	Плотность сложения пахотного горизонта, г/см ³	Плотность твердой фазы, г/см ³	Наименьшая влагоемкость почвы, %	Оптимальное содержание воздуха в почве, %	Полученное значение оптимальной плотности сложения, г/см ³
Дерново-подзолистая автоморфная легкосуглинистая, развивающаяся на лессах	1,27	2,59	44	30	1,16
Дерново-подзолистая автоморфная легкосуглинистая, развивающаяся на моренных суглинках	1,54	2,53	24	30	1,29
Дерново-подзолистая автоморфная легкосуглинистая, развивающаяся на водноледниковых супесях	1,51	2,59	25	30	1,32

Полученные данные (табл. 2) показывают зависимость оптимального значения плотности почвы от генезиса почвообразующей породы. Наименьшие значения характерны для лессовых и лессовидных суглинков, которые являются пористой породой и легко окультурируются. Наибольшие значения соответствуют породам песчаного гранулометрического состава. Необходимо подчеркнуть, что данные диапазоны определялись для сельскохозяйственных культур с высокой потребо-

стью в аэрации почвы (зерновые и пропашные культуры). Однако если рассчитывать значения для культур с другими биологическими особенностями, то диапазон значений будет несколько отличаться.

Таблица 2

Диапазоны оптимальных значений плотности для почв, сформированных на различных почвообразующих породах, г/см³

Почвообразующая порода	Гранулометрический состав		
	суглинки	супеси	пески
Лессовые и лессовидные	1,10–1,20	–	–
Моренные	1,20–1,30	1,25–1,35	1,35–1,45
Водно-ледниковые и древнеаллювиальные	1,15–1,25	1,25–1,35	1,35–1,45
Озерно-ледниковые	1,15–1,25	1,30–1,40	–

Поскольку не всегда можно достигать оптимального значения плотности почвы, существуют допустимые диапазоны значений этого показателя. Допустимые значения плотности сложения почв – это значения, образовавшиеся в результате негативного влияния антропогенных и природных факторов, которые носят обратимый характер. Возможность использования почв для продуктивного сельскохозяйственного производства при этом сохраняется [3].

Существуют и критические значения показателей физических свойств – это значения, при которых в результате деградационных процессов весь комплекс физических свойств достигает условно необратимых изменений, снижающих общий уровень плодородия почв. Дальнейшее продуктивное использование почв требует дополнительных материальных затрат, либо вообще нерационально [3].

В использованной модели определения оптимальных значений плотности одним из учитываемых показателей является пористость аэрации. Известно, что нижняя граница оптимального

содержания воздуха в почвах при наименьшей влагоемкости составляет 15%. При пористости аэрации от 15 до 10% растения уже испытывают затруднение в росте, а при уменьшении ее ниже 10% происходит снижение биологической активности почвы и затрудняется нормальный газообмен почвы с атмосферой, что, в свою очередь, приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур [3]. В связи с этим для расчета допустимых и критических значений в использованную формулу в качестве параметра содержания необходимого воздуха (А) мы использовали значения в 15 и 10% соответственно. Рассчитанные диапазоны представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 3

Диапазоны допустимых значений плотности для почв, сформированных на различных почвообразующих породах, г/см³

Почвообразующая порода	Гранулометрический состав		
	суглинки	супеси	пески
Лессовые и лессовидные	1,20–1,45	–	–
Моренные	1,30–1,55	1,35–1,60	1,45–1,75
Водно-ледниковые и древнеаллювиальные	1,25–1,50	1,35–1,60	1,45–1,75
Озерно-ледниковые	1,25–1,50	1,40–1,70	–

**Диапазоны критических значений плотности для почв, сформированных
на различных почвообразующих породах, г/см³**

Почвообразующая порода	Гранулометрический состав		
	суглинки	супеси	пески
Лессовые и лессовидные	>1,45	–	–
Моренные	>1,55	>1,60	>1,75
Водно-ледниковые и древнеаллювиальные	>1,50	>1,60	>1,75
Озерно-ледниковые	>1,50	>1,70	–

Оптимальные параметры полученные расчетным методом сравнивались с литературными источниками, а также данными полученными на опытных стационарах лаборатории агрофизических свойств почв и защиты почв от эрозии.

На рисунке представлено распределение исследованных почв по степени уплотнения. Большинство показателей плотности пахотного горизонта почв находится в пределах допустимых значений. Если характеризовать по почвообразующим породам, то наилучшее состояние у водно-ледниковых, древнеаллювиальных и моренных песков, что объясняется отсутствием эрозионных процессов, т.к. почвы легкого гранулометрического состава обладают высокими инфильтрационными способностями. Также эти почвы устойчивы к уплотнению, поскольку слабо агрегируют, и поровое пространство образовано, в основном особенностями гранулометрического состава, а не почвенными агрегатами. Плотность сложения супесчаных почв различного генезиса находится в пределах допустимых и оптимальных значений. Особенно ярко выражено у почв, сформированных на озерно-ледниковых отложениях. Это объясняется тем, что значительная часть разрезов была заложена на ключевых участках с высокой культурой земледелия (в почвы внесено большое количество органических удобрений, и обработка почвы производится в оптимальные сроки. Например, Верхнедвинский сортоиспытательный участок. Критически уплотненные супесчаные почвы представлены в незначительном количестве только на водно-ледниковых почвообразующих породах (4,17%), что еще раз подтверждает меньшую склонность данных почв к уплотнению. На почвах, сформированных на лессовых и лессовидных почвообразующих породах, большинство значений находится в пределах допустимых – 71,43%, существенная доля в оптимальных – 21,43%, количество критически уплотненных почв – 7,14%. Особенностью данных почв является их благоприятное физическое состояние. Вместе с тем, почвы на лессовых и лессовидных суглинках характеризуются самой низкой устойчивостью к эрозионным процессам. Водная эрозия на этих почвах является основным фактором, обуславливающим ухудшение их физических свойств. Это было неоднократно подтверждено исследованиями сотрудников лаборатории агрофизических свойств и защиты почв от эрозии [6, 7, 8]. Почвы, сформированные на водно-ледниковых суглинистых почвообразующих породах, менее уплотнены, что обусловлено их большей противозерозионной устойчивостью и расположением в условиях относительно плоского рельефа.

Наличие существенной доли критически уплотненных почв на озерно-ледниковых суглинистых породах вызвано, в первую очередь, нерациональной хозяйственной деятельностью: из-за крайне непродолжительного периода «физической

спелости» данных почв обработка проводится в сроки отличные от оптимальных. Это и приводит к физической деградации. Наихудшее состояние среди исследованных у почв, сформированных на мореных суглинках. На данных породах наряду с деградацией вследствие антропогенного воздействия, происходит также ухудшение физического состояния из-за активно развивающихся процессов эрозии.

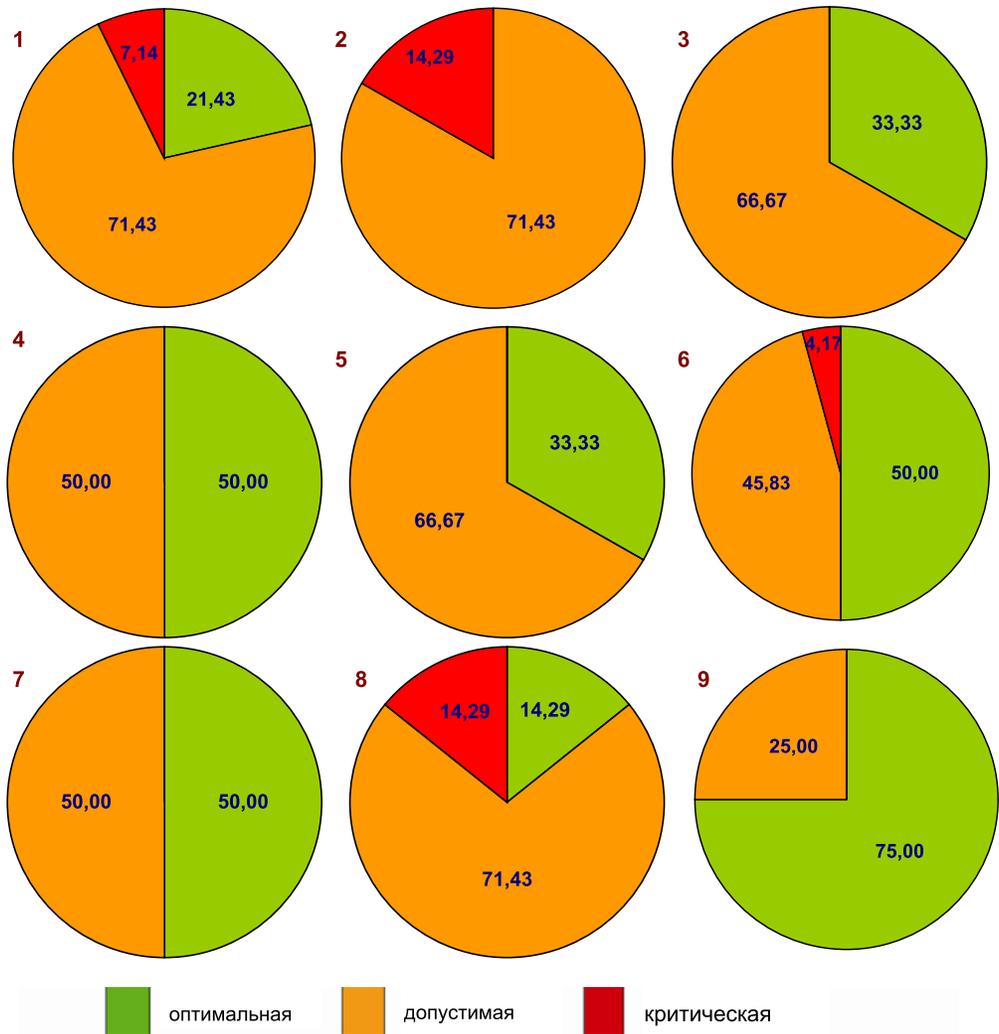


Рис. Распределение исследованных почв по плотности пахотного горизонта, %:
 1 – лессовые и лессовидные суглинки; 2 – моренные суглинки; 3 – моренные супеси;
 4 – моренные пески; 5 – водно-ледниковые и древнеаллювиальные суглинки;
 6 – водно-ледниковые и древнеаллювиальные супеси; 7 – водно-ледниковые и древнеаллювиальные пески; 8 – озерно-ледниковые суглинки; 9 – озерно-ледниковые супеси

Важным показателем агрофизического состояния почв также является их общая пористость. Значения оптимальных диапазонов пористости почв получены по формуле 2. На основании полученных результатов сформированы диапа-

зоны оптимальных параметров общей пористости для почв, развивающихся на различных почвообразующих породах (табл. 5).

Таблица 5

Диапазоны оптимальных значений общей пористости для почв, сформированных на различных почвообразующих породах, %

Почвообразующая порода	Гранулометрический состав		
	суглинки	супеси	пески
Лессовые и лессовидные	54–58	–	–
Моренные	49–54	47–51	46–48
Водно-ледниковые и древнеаллювиальные	47–53	47–50	46–48
Озерно-ледниковые	48–53	46–48	–

Проанализировав таблицу, можно отметить, что значения общей пористости слабо зависят от гранулометрического состава и генезиса почвообразующих пород. Исключения составляют почв на лессовых и лессовидных породах, которым свойственны более высокие значения, что подтверждает наиболее благоприятное физическое состояние почв, сформированных на данных почвообразующих породах.

Также необходимо отметить, что рассчитанный диапазон значений соответствует их нижнему пределу значений в период установления равновесной плотности. При рациональном использовании окультуренной почвы показатели пористости могут иметь более высокие значения. Если соотнести полученные результаты с классификацией Н.А. Качинского, то значения оптимальных параметров соответствуют отличной и удовлетворительной величинам.

Как следует из данных, представленных в табл. 6 и 7, диапазоны допустимых и критических значений изменяются пропорционально изменениям показателей плотности почвы, что еще раз подтверждает роль показателя плотности, как интегрального параметра физического состояния почвы.

Таблица 6

Диапазоны допустимых значений пористости для почв, сформированных на различных почвообразующих породах, %

Почвообразующая порода	Гранулометрический состав		
	суглинки	супеси	пески
Лессовые и лессовидные	54–44	–	–
Моренные	49–39	47–37	46–30
Водно-ледниковые и древнеаллювиальные	47–39	47–38	46–32
Озерно-ледниковые	48–39	46–34	–

Таблица 7

Диапазоны критических значений пористости для почв сформированных на различных почвообразующих породах, %

Почвообразующая порода	Гранулометрический состав		
	суглинки	супеси	пески
Лессовые и лессовидные	<44	–	–
Моренные	<39	<37	<30
Водно-ледниковые и древнеаллювиальные	<39	<38	<32
Озерно-ледниковые	<39	<34	–

Отметим, что полученные допустимые значения пористости соответствуют различным группам по классификации Н.А. Качинского: верхний предел – неудовлетворительным, а нижний – крайне неудовлетворительным. В то же время показатели на лессовых и лессовидных суглинках относятся к неудовлетворительным и удовлетворительным. Критические значения соответствуют группе с крайне низким значением. Учитывая данные различия, предположим, что вероятнее всего в классификации, предложенной Н.А. Качинским, не учитывались особенности генезиса почвообразующих пород.

ВЫВОДЫ

1. Использованная на модель расчета оптимальных параметров плотности – основного показателя физического состояния почвы показала свою состоятельность. Роль плотности как интегрального показателя, подтверждена пропорциональным изменением пористости. Разработанные диапазоны оптимальных, допустимых и критических значений позволяют оценить современное состояние физических свойств почв.

2. Значения оптимальных параметров агрофизических свойств почв во многом определяются генезисом почвообразующих пород, гранулометрическим составом и степенью эродированности.

3. Плотность большинства исследованных почв независимо от почвообразующих пород, соответствует допустимым значениям. Наиболее активные процессы физической деградации характерны для почв склоновых земель, где активно протекают водно-эрозионные процессы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Балашов, Е.В.* Нормативы оценки оптимизации физических параметров почв, обеспечивающих совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур в полевых и регулируемых условиях / Е.В. Балашов, К.Г. Моисеев. – СПб.: Из-во АФИ, 2009. – 45 с.

2. *Кузнецова, И.В.* Оценка изменения физических свойств пахотных дерново-подзолистых суглинистых почв Нечерноземной зоны России в зависимости от характера антропогенного воздействия / И.В. Кузнецова, В.Ф. Уткаева, А.Г. Бондарев // Почвоведение. – 2009. – № 2. – С. 152–162.

3. Зонально-провинциальные нормативы изменений агрохимических, физико-химических и физических показателей основных почв европейской территории России при антропогенных воздействиях: метод. рекомендации. – М.: ГНУ Почвен. институт им. В.В. Докучаева – 2010. – 176 с.

4. Почвы Белорусской ССР / под ред. чл.-корр. АН БССР Т.Н. Кулаковской, акад. АН БССР П.П. Рогового и канд. с.-х. наук Н.И. Смеяна. – Минск: Ураджай, 1974. – 328 с.

5. *Романова, Т.А.* Водный режим почв Беларуси / Т.А. Романова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 144 с.

6. Сравнительная оценка свойств эродированных почв при бесменном возделывании галеги восточной и культур кормового севооборота / А.Ф. Черныш [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 1(44). – С. 41–49.

7. Черныш, А.Ф. Современные почвенно-эрозионные процессы в Беларуси // А.Ф.Черныш, А.М. Устинова, А.В. Юхновец // Эрозионные и русловые процессы. – 2015. – № 6. – С. 27–46.

8. Современное состояние агрофизических свойств почв Белорусского Поозерья / А.Ф. Черныш [и др.]. – Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 2(53). – С. 19–28.

DETERMINATION OF THE OPTIMAL PARAMETERS OF SOIL AGROPHYSICAL PROPERTIES AND ASSESSMENT OF THE CURRENT STATUS BASED ON THEM

V.B. Tsyribko

Summary

Model of determination of optimal ranges of values agrophysical properties of soils formed on different parent rocks are presented in the article. It was found that the agrophysical properties of soils are largely determined by the genesis of soil-forming rocks. Leading role of index adding density in the characterization of the physical condition of the soil was confirmed. An assessment of the current state of agrophysical soil properties was shown.

Поступила 11.05.2016

УДК 006.91:631.4

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА И СВОЙСТВ ПОЧВ

А.В. Шовковская

*Институт почвоведения и агрохимии имени О.Н. Соколовского,
г. Харьков, Украина*

ВВЕДЕНИЕ

Оценка характеристик почвы, планирование, внедрение и оценивание результативности системы мероприятий по повышению ее плодородия основывается на данных, полученных в результате различных измерений. Достоверность этих данных в значительной степени зависит от точности выбранных методов выполнения измерений, которая обеспечивается применением стандартизированных методик измерений.

Еще в 70-е годы прошлого века в работе В.И. Паневой, Г.А. Петровой, А.Б. Шаевича [1] отмечалось, что результаты метрологической экспертизы более 2 тыс. проектов стандартов, а также проведенный анализ измерений в различных отраслях народного хозяйства показали, что метрологическая часть нормативных документов, регламентирующих методики количественного анализа,