

**А. К. Игамбердиев<sup>1</sup>, Г. Ф. Усманова<sup>1</sup>, Э. З. Усманов<sup>1</sup>, Н. Г. Бакач<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»  
г. Ташкент, Узбекистан

E-mail: asqar1959@mail.ru, a.igamberdiev@tiiame.uz

<sup>2</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь

## **ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ УЗБЕКИСТАНА**

*Аннотация.* В статье приведены анализ и результаты научных исследований по агротехническим проблемам земледелия Узбекистана. Рассмотрены особенности состояния различных почв, основные направления сохранения и повышения их плодородия. Освещены проблемы оптимизации физических свойств почв, вопросы состояния плодородия орошаемых почв республики. Представлены результаты физической оценки почв. Приведены результаты исследований по изучению физико-механических свойств орошаемой почвы. Уделено внимание проблемам улучшения основных физико-механических свойств почвы.

*Ключевые слова:* орошаемые почвы, физические свойства, оценка, обработка почвы, влажность, плотность сложения, пористость, запасы влаги.

**A. R. Igamberdiev<sup>1</sup>, G. F. Usmanova<sup>1</sup>, E. Z. Usmanov<sup>1</sup>, N. G. Backach<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>NRU "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"  
Tashkent, Uzbekistan

E-mail: asqar1959@mail.ru, a.igamberdiev@tiiame.uz

<sup>2</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus

## **ASSESSMENT OF PHYSICAL PROPERTIES OF SOILS IN UZBEKISTAN**

*Abstract.* The article presents the analysis and results of scientific research on agrotechnical problems of farming in Uzbekistan. The features of the state of various soils, the main directions for preserving and increasing their fertility are considered. The problems of optimizing the physical properties of soils, issues of the state of fertility of irrigated soils of the republic are covered. The results of a physical assessment of soils are presented. The results of studies on the physical and mechanical properties of irrigated soil are presented. Attention is paid to the problems of improving the basic physical and mechanical properties of soil.

*Keywords:* irrigated soils, physical properties, assessment, soil cultivation, humidity, bulk density, porosity, moisture reserves.

### **Введение**

Физические свойства почвы, такие как объемный вес (плотность), удельный вес твердой фазы, общая пористость по объему, влажность, водопроницаемость влияют на ее плодородие. Неоднородность почвенного покрова создает значительные проблемы в процессе сельскохозяйственного производства, недооценка которых приводит к снижению почвенного плодородия и, как следствие, недобору урожая возделываемых сельскохозяйственных культур.

Вопросами изучения физических свойств почв занимались такие известные ученые, как П. А. Костычев, А. А. Измаильский, Г. Н. Высоцкий, П. В. Отоцкий и другие. Изучением различных физических свойств почв занимались также В. Р. Вильямс, П. С. Коссович, А. Ф. Лебедев, А. Г. Дояренко, Н. А. Качинский и другие ученые [1, 2, 3, 4].

При агрофизической оценке пахотных земель рекомендуется определить влажность, структурное состояние, плотность сложения почвы.

Почва является средой, обеспечивающей растения влагой и элементами питания. Поэтому от оптимальности ее свойств в значительной мере зависит урожайность выращиваемых культур.

Изучение физических свойств почв определяет стратегию ведения сельскохозяйственного производства, целенаправленного управления водным режимом, плодородием и водно-физическими свойствами путем их улучшения и снижения воздействия неблагоприятных свойств, таких как засоление, повышенная уплотненность и др. [5, 6].

### Основная часть

Влажность почвы является одним из главных показателей агрофизического состояния почвы. Влажность почвы оказывает влияние на плотность и твердость почвы, на образование почвенных агрегатов. Влага в почве является одним из основных факторов плодородия. Именно запасами влаги в почве определяется уровень урожайности. От влагообеспеченности сельскохозяйственных культур зависит их продуктивность [7, 8]. Поэтому одной из важнейших задач, стоящих перед агропромышленным комплексом, является накопление и удержание почвенной влаги. Причем в первую очередь речь идет об осадках, выпадающих в осенне-зимний период, так как летние кратковременные осадки промачивают лишь верхний слой почвы и быстро испаряются.

Почвенный покров – основной природный ресурс, которым располагает Республика Узбекистан и от которого зависит развитие таких отраслей сельского хозяйства, как хлопководство, производство зерна, садоводство, овощеводство и т. д. Сохранение и рациональное использование влажности в условиях интенсивного сельскохозяйственного производства является приоритетным при планировании сельскохозяйственных севооборотов и использования техники. Потеря почвенной влаги происходит при уплотнении почвы под действием ходовых систем тяжелой техники при ее обработке. Кроме того, при уплотнении происходит избыточное физическое испарение [9]. Эти два вида потерь почвенной влаги наносят ущерб земледелию, а комплекс мер, направленных на оптимизацию использования механизмов, приводит к увеличению запасов продуктивной влаги в почве.

Следует отметить, что атмосферных осадков в Узбекистане для надежного земледелия недостаточно. По этой причине здесь введено поливное земледелие. При орошении требования к охране почв становятся еще более строгими, чем при неорошаемом земледелии, что необходимо для предотвращения ирригационной эрозии, подъема уровня грунтовых вод и засоления.

Считается, что в условиях Узбекистана пахотная с оборотом пласта и глубокая без оборота пласта обработки улучшают влагообеспеченность растений, уменьшают количество поливов, повышают эффективность использования влаги на 12–19 %. Это позволяет повысить продуктивность почвы при возделывании сельскохозяйственных культур. Одним из наиболее распространенных способов накопления влаги для всех регионов является задержание снега и талых вод. Для этого используются различные способы обработки, такие как глубокое рыхление, щелевание, чизелевание, вспашка вдоль и поперек полей и склонов.

Анализ показывают, что полевая влагемкость для большинства орошаемых почв суглинистого и глинистого механического состава составляет 20–25 % от веса. Эта величина может достигать до 25–30 % только лишь в верхних горизонтах с большим содержанием органического вещества. В песчаных и супесчаных почвах величина влагемкости не превышает 12–16 %.

Физическая спелость для пахотного горизонта глинистых и тяжелосуглинистых сероземов и такырных почв находится в интервале влажности 16–19 %, иногда 18–22 %, легко- и средне-суглинистых – 12–14 %, иногда 14–16 % от веса. При такой спелости обеспечивается хорошее крошение с высоким выходом агрономически ценных агрегатов размером от 0,25 до 0,10 мм до 55–70 % от общей навески, при этом почва не прилипает к рабочим и ходовым органам почвообрабатывающих машин, имеет минимальное удельное сопротивление [10].

Оценить структурное состояние почвы позволяет коэффициент структурности. Чем больше коэффициент структурности, тем лучше структура почвы. Отличным считается агрегатное состояние при коэффициенте структурности больше 1,5, хорошим – при диапазоне 1,5–0,67, неудовлетворительным – при коэффициенте меньше 0,67 [11].

Что касается плотности почвы, она является одной из важнейших ее характеристик. С ней связаны водный, воздушный, тепловой режимы (табл. 1).

Таблица 1. Оценка плотности почвы по Н. А. Качинскому [3]

Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Оценка плотности почвы
1,00	Почва вспушена или богата органическим веществом
1,00–1,10	Типичные величины для культурной свежеспаханной пашни
1,20	Пашня уплотнена
1,30–1,40	Пашня сильно уплотнена
1,40–1,60	Типичная величина для горизонтов различных почв

Почвы хлопковой зоны Средней Азии в зависимости от типа, мелиоративного состояния и давности освоения требуют применения различных технологий их обработки.

Разнообразие почвенно-климатических условий зоны возделывания хлопчатника требует дифференцирования приемов глубокой обработки почвы с учетом особенностей отдельных зон Республики Узбекистан.

Анализ показал, что в орошаемых почвах практически не встречаются горизонты с объемным весом менее 1,1 г/см<sup>3</sup>, удельным весом твердой фазы почвы менее 2,60 г/см<sup>3</sup>. Даже в верхних горизонтах целинных сероземов объемный вес колеблется с 1,1–1,2 г/см<sup>3</sup>, увеличиваясь до 1,43–1,45 г/см<sup>3</sup>. Плотность пустынных почв колеблется от 1,3–1,4 г/см<sup>3</sup> до 1,45–1,50 г/см<sup>3</sup>. Профиль орошаемых 45–50-летней давности и более освоения староорошаемых сероземов и почв пустынной зоны уплотнен больше, чем пахотный горизонт. В пахотном горизонте плотность почвы составляет 1,35–1,50 г/см<sup>3</sup>, а в подпахотном – 1,45–1,65 г/см<sup>3</sup> и более. Показатель удельного веса твердой фазы орошаемых почв варьирует от 2,65–2,70 г/см<sup>3</sup>, снижаясь до 2,60 г/см<sup>3</sup> в верхних горизонтах орошаемых луговых, вышедших из-под люцерны. Общая пористость не превышает 60 %, в основном ее показатели находятся в пределах 45–55 % при оптимальной плотности почвы (1,2–1,3 г/см<sup>3</sup>).

Почвы хлопковых районов Узбекистана также обладают неодинаковым удельным сопротивлением, величина которого в почвах суглинистого механического состава (во время подъема зяби) обычно находится в пределах 50–70 кПа. В пересохших и уплотненных такырных почвах глинистого и тяжелосуглинистого механического состава удельное сопротивление достигает 90–100 кПа и выше. Наименьшими величинами удельного сопротивления (30–50 кПа) характеризуются легкосуглинистые сероземы, гидроморфные почвы и почвы пустынной зоны.

Почвы аридной зоны, куда входит основная часть почв хлопковой зоны, неодинаковы не только по типовым и подтиповым особенностям и условиям почвообразования, но и по культурному состоянию, условиям плодородия, механическому составу, общим физическим, водным, физико-механическим и технологическим свойствам [10].

В связи с этим орошаемые почвы хлопкосеющих районов Средней Азии, в отличие от черноземов, каштановых и других оструктуренных почв, в определенной мере характеризуются значительной уплотненностью профиля, меньшей общей и межагрегатной пористостью, слабой водопрочностью агрегатов, высокой липкостью, образованием корки, удельным сопротивлением и рядом других неблагоприятных физических свойств. С целью поддержания в этих почвах благоприятных условий по физическим, водным и воздушным свойствам для хлопчатника и других пропашных культур применяется ежегодная глубокая (до 0,4 м) вспашка.

Однако постоянная по глубине обработка, действие почвообрабатывающих машин и многократное орошение вызывают в этих почвах сильное уплотнение подпахотного горизонта почвы и способствуют образованию плотных прослоек. По мнению ряда исследователей, плотная прослойка образуется в результате вымывания поливной водой из пахотного горизонта коллоидов и дисперсных частиц [12].

*Постановка задачи.* Выведение почвы из обращения может привести к экологической катастрофе для всего человечества. Крупнейшей проблемой 21 века во всем мире была и остается проблема продовольственной безопасности.

Если в 1970 году в мире было 3,5 млрд человек, сейчас эта цифра превышает 7,5 млрд. Ожидается, что к 2050 году численность населения может достигнуть 10 млрд. Если в 1950 году пло-

родные почвы составляли 100 %, потребность в продуктах питания 80 %, то к 2050 году ожидается снижение плодородия почвы до 25 %, увеличение потребности в продуктах питания до 160 % [11].

Лишь 20,7 % из 20,2 млн га сельскохозяйственных земель в нашей стране орошаются. За последние 15 лет наличие орошаемых земель на душу населения снизилось на 24 % (с 0,23 га до 0,16 га).

Это является результатом роста населения, сокращения объемов водоснабжения и перевода земель сельскохозяйственного назначения в другие категории земельного фонда. Приблизительно 16,4 млн человек (49,4 % от общей численности населения) проживают в сельской местности страны (данные 2018 г.). Население в возрасте до 25 лет составляет 45,5 %, более 55 % населения моложе 30 лет.

Согласно прогнозам, в течение следующих 30 лет площади орошаемых земель могут сократиться еще на 20–25 %.

Учитывая высокую степень зависимости земледелия от ирригации, ситуация может ухудшиться с увеличением засухливости в результате изменения климата и продолжающегося применения традиционных методов полива.

Согласно прогнозу Института мировых ресурсов, к 2040 году Узбекистан может стать одной из 33 стран с наибольшим дефицитом воды. Снижение урожайности приведет к серьезным негативным последствиям для продовольственной безопасности и платежного баланса, что подчеркивает необходимость перехода к практике устойчивого управления водными ресурсами и ресурсосберегающих технологий при возделывании сельскохозяйственных культур.

Отсутствие механизма восполнения расходов на обеспечение водой для нужд сельского хозяйства сдерживает широкое внедрение водосберегающих технологий. Приоритетной задачей является обеспечение рационального и эффективного использования природных ресурсов, а также охраны окружающей среды при устойчивом развитии сельского хозяйства. Намечено использование эффективных технологий улучшения и обеспечения мелиорации орошаемых земель, повышения плодородия почв, снижения засоления почв и предотвращения его [13, 14].

Для достижения данных целей определены следующие задачи: уменьшение использования воды на гектар орошаемой площади на 20 % до 2030 года; совершенствование механизмов государственной поддержки местных производителей водосберегающих технологий; увеличение общей площади земель, орошаемых с использованием водосберегающих технологий [13, 14].

*Методы.* В ходе исследования изучалась динамика изменения физико-механических свойств различных почв орошаемого земледелия, используемых при производстве основных сельскохозяйственных продуктов. При анализе физико-механических свойств почв применялись методы математической статистики и математического анализа. Изучение данных физико-механических свойств почвы и мониторинг проводились за период основной обработки с 1980 по 2020 года.

*Результаты.* Проведенные анализы и результаты экспериментальных исследований дали возможность оценить физические свойства орошаемых почв Узбекистана (табл. 2), недооценка которых может приводить к негативным последствиям, а именно к снижению почвенного плодородия, увеличению засоления и повышению уплотненности, недобору урожая возделываемых сельскохозяйственных культур.

Таблица 2. Оценка физических свойств орошаемых почв Узбекистана

№	Показатели	Единица измерения	оценка		
			хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
1	Объемный вес (плотность)	г/см <sup>3</sup>	1,20–1,35	1,30–1,45	> 1,5
2	Удельный вес твердой фазы	г/см <sup>3</sup>	< 2,65	2,65–2,70	> 2,70
3	Общая пористость по объему	%	60	5–48	< 45
4	Влажность	%	20–25	15–20	< 15
5	Удельное сопротивление при обработке	кг/см <sup>2</sup>	0,3–0,7	0,7–1,0	> 1,0
6	Состав водопрочных агрегатов (> 0,25 мм)	%	25–15	10–15	< 5
7	Состав агрономически ценных агрегатов размером от 0,25 до 0,10 мм	%	> 60	60–45	< 45
8	Водопроницаемость за 6 часов	мм	350–500	200–300	< 100

Проведенные эксперименты по изучению физико-механических свойств почв и анализ полученных результатов показали, что влажность и твердость почвы в периоды основной и предпосевной обработки почвы значительно различались по погодным условиям, агрофону, технологии посева и уборки предшествующих культур (рис. 1).

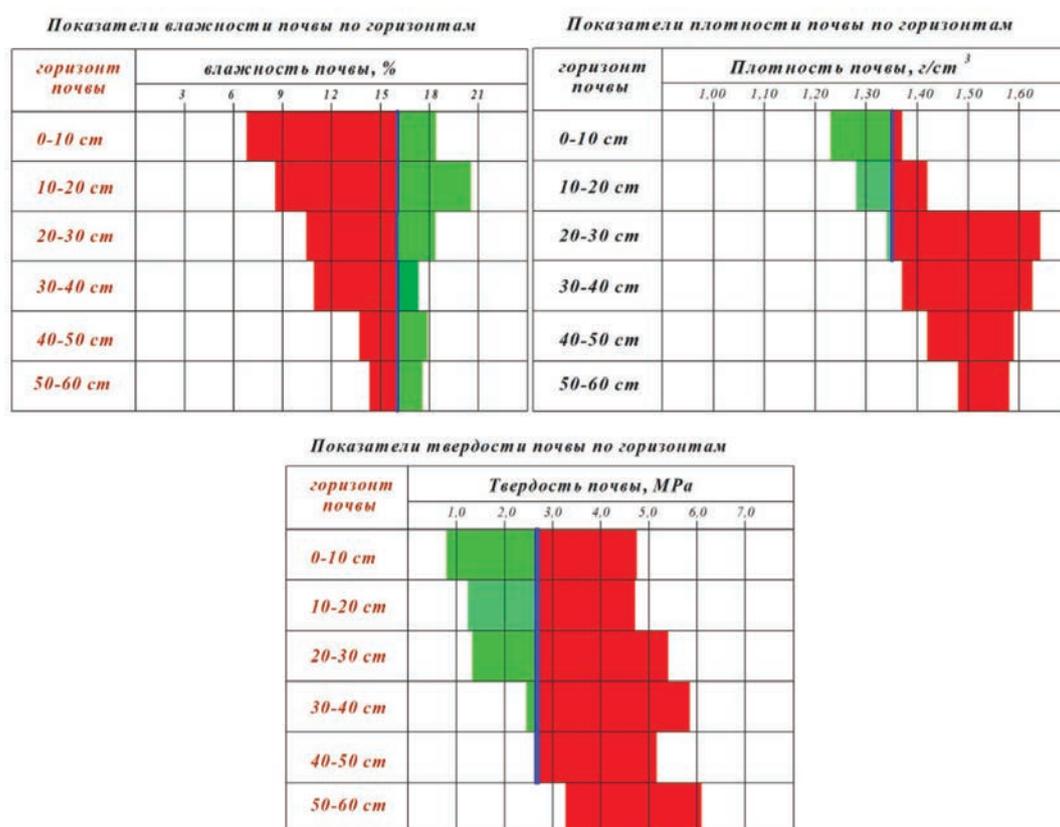


Рис. 1. Оценка влажности, плотности и твердости почвы по горизонтам почвы

Показатели влажности, плотности и твердости хлопковых полей в слое 0–10 см составляли соответственно в среднем 11,90 %, 1,27 г/см<sup>3</sup> и 1,91 МПа; в слое 10–20 см – 13,91 %, 1,33 г/см<sup>3</sup> и 1,52 МПа; в слое 20–30 см – 14,59 %, 1,42 г/см<sup>3</sup> и 3,3 МПа и в среднем в слое 0–30 см – 13,15 % и 1,81 МПа. Показатель твердости почвы при ее низкой влажности и после воздействия тракторных колес оказался значительно выше, т.е. в 2–3 раза. Коэффициент внешнего трения существенно зависит от влажности почвы и гладкости контактной поверхности трения, в зависимости от которых он может увеличиваться до определенного значения влажности, а затем уменьшаться. Следует отметить, что значение коэффициента внешнего трения оказалось больше на негладкой контактной поверхности трения. Установлено, что значение коэффициента внутреннего трения почвы оказалось в 1,13–1,84 раза больше, чем у негладкой контактной поверхности трения и в 1,18–1,90 раза больше, чем у гладкой контактной поверхности трения. Уменьшение влажности привело к интенсивному увеличению сопротивления всевозможным деформациям и привело к увеличению показателей прочности и твердости почвы.

### Выводы

Проведенные анализы и полученные результаты исследования дают нам основания считать, что орошаемые почвы Узбекистана неодинаковы не только по типовым и другим особенностям, условиям почвообразования. Они отличаются по культурному состоянию, механическому составу, физическим, водным, физико-механическим и технологическим свойствам. Им характерны значительная уплотненность профиля, меньшая общая и межагрегатная пористость, слабая водо-

прочность агрегатов, высокая липкость, образование корки и другие неблагоприятные физические свойства. Следовательно, в этих почвах постоянная по глубине обработка, действие почвообрабатывающих машин и многократное орошение вызвали сильное уплотнение подпахотного горизонта почвы и способствовали образованию плотных прослоек «плужная подошва».

Для того, чтобы предотвратить снижение и сохранить почвенное плодородие, необходимо в обязательном порядке применять целенаправленные меры по улучшению физических свойств почвы.

Решением проблемы является применение инновационных технологий на различных этапах обработки агрегатами полевого агрофона: технологии качественной поверхностной обработки, технологии посева, выращивания и уборки сельскохозяйственных культур, обеспечивающие целенаправленное обеспечение роста и развития корневой системы, умеренное обеспечение почвенной влаги, повышение водопроницаемости, плодородия, влагозапаса и снижение засоления. Чтобы не допустить испарения влаги верхнего слоя после обработки, необходимо провести обработку почвы по закрытию влаги путем выравнивания поверхности обработки, уменьшающего испарение влаги.

При глубокой обработке перед осенней вспашкой и культивацией технических культур необходимо добиваться максимального выравнивания поверхности почвы и создания мелкокомковатого поверхностного слоя. Применение таких мероприятий позволит сохранить в почве больше влаги, получить дружные всходы возделываемых культур. При возделывании сельскохозяйственных культур в условиях поливного земледелия основной целью является использование рациональных агротехнических приёмов, которые приводят к увеличению запасов влаги в почве.

#### Список использованных источников

1. Гончаров, В. М. Проблема агрофизической оценки комплексного почвенного покрова / В. М. Гончаров // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6. – С. 560–564.
2. Комов, И. М. О земледелии / И. М. Комов. – Москва, 1789. – 112 с.
3. Качинский, Н. А. Физика почвы / Н. А. Качинский. – М. : Высшая школа, 1970. – Часть II. Водно-физические свойства и режимы почв. – 363 с.
3. Физические и водно-физические свойства почв / сост. В. А. Рожков [и др.]. – М. : МГУЛ, 2002. – 74 с.
4. Портал знаний о водных ресурсах и экологии Центральной Азии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.cawater-info.net/bk/water\\_land\\_resources\\_use/russian\\_ver/wufmas/05-98](http://www.cawater-info.net/bk/water_land_resources_use/russian_ver/wufmas/05-98).
5. Иванова, Н. А. Влияние водного режима почв на продуктивность сельскохозяйственных культур / Н. А. Иванова, И. В. Гурина, С. Ф. Шемет // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2014. – № 4. – С. 124–135.
6. Кузина, Е. В. Ресурсосберегающие способы и сроки обработки почвы при возделывании зерновых культур в равнинных условиях Среднего Поволжья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Е. В. Кузина – Саратов, 2006. – 21 с.
7. Немцев, С. Н. Сохранение плодородия почв в Ульяновской области / С. Н. Немцев, М. М. Сабитов, С. Н. Никитин // Земледелие. – 2009. – № 7. – С. 12–13.
8. Игамбердиев, А. К. Совершенствование технологического процесса глубокой обработки почвы и обоснование параметров рабочих органов агрегата : монография / А. К. Игамбердиев, Н. А. Холикова. – Ташкент, 2020. – 149 с.
9. Игамбердиев, А. К. Обоснование технологии и технических средств для глубокого рыхления почв при производстве хлопчатника : дис. ... канд. тех. наук / А. К. Игамбердиев. – Мелитополь, 1988. – 241 с.
10. Игамбердиев, А. К. Обоснование параметров рабочих органов культиватора по качеству обработки почвы / А. К. Игамбердиев, Г. Ф. Усманова // Ирригация ва мелиорация. – 2020. – № 1 (19). – С. 49–52.
11. Рациональная технология глубокого рыхления почвы / В. А. Сергиенко [и др.] // Хлопководство. – 1982. – Выпуск 10. – С. 17–20.
12. Указ Президента Республики Узбекистан от 23 октября 2019 года № ПФ-5853 «Об утверждении стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы».
13. Указ Президента Республики Узбекистан от 10 июля 2020 года № ПФ-6024 «Об утверждении концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы».
14. Изменение плотности почвы при различных технологиях обработки почвы / В. Б. Рыков [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2016. – № 1 (21). – С. 38–43.
15. Tillage depth effects on soil physical properties, sugarbeet yield, and sugarbeet quality / J. D. Jabro [et al.] // Communications in Soil Science and Plant Analysis, 41:908–916, 2010.
16. Global Water Partnership [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.gwp.org> > idmp-guide-moldova-ru.