

тов на продуктивность озимой пшеницы и биологическую активность почвы в Улановской области / S.A. Zakharov // Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2021. No. 3 (55). – S. 60-64.

14. Bahrapour T., Moghanlo V.S. (2012). Evaluation of soil biological activity after soil contaminating by crude oil. *Int. J. Agric. Res. Rev.* 2: 671–679.

15. Tepper E.Z. Praktikum po mikrobiologii / E.Z. Tepper, V.K. Shilnikova, G.I. Pereverzeva. – Moskva: Agropromizdat, 1987. – 238 s.

*Работа выполнена по заказу МСХ РФ за счет средств субсидий на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на 2024 год по теме «Изменение микробиома и управление углеродным циклом с помощью биологических методов в условиях почвозащитного ресурсосберегающего земледелия». СОГЛАШЕНИЕ № 082-03-2024-223 от 26.01.2024 г.*



УДК 631.421

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-243-1-49-56

В.И. Беляев, В.Н. Кузнецов

V.I. Belyaev, V.N. Kuznetsov

## ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЗАПАСЫ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ ПЕРЕД ПОСЕВОМ ЯРОВЫХ КУЛЬТУР В РАЗЛИЧНЫХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

### EFFECT OF BASIC TILLAGE ON SOIL MOISTURE STORAGE BEFORE SPRING CROP SOWING UNDER DIFFERENT AGRO-CLIMATIC CONDITIONS

**Ключевые слова:** традиционная технология, No-Till, распределение влажности почвы по слоям, запасы влаги в метровом слое почвы, статистики распределения.

Приведены обобщенные результаты полевых опытов по исследованию распределения весенних влагозапасов в почве в 2 хозяйствах Алтайского края. Исследования проводились в СПК «Колос» Романовского района и ООО «Вирт» Целинного района Алтайского края в период 2009-2023 гг. Использовалась информация о запасах влаги и их распределении в метровом слое. В СПК «Колос» поля обрабатывались по традиционной технологии (глубокая плоскорезная обработка), а в ООО «Вирт» – без осенней обработки почвы (технология «No-Till»). Определялись весенние запасы влаги по годам на полях каждого хозяйства до глубины 1 м с интервалом 0,1 м. Выявлены наиболее увлажненные и засушливые годы. Определено среднее многолетнее значение запасов влаги на исследуемых полях в весенний период. В результате анализа установлены особенности распределения влаги в метровом слое при традиционной технологии обработки почвы и без осенней обработки почвы в условиях различного увлажнения. Установлено, что в годы максимального влагонакопления в почве в весенний период распределение влаги по слоям почвы при применении технологии «No-Till» происходит более равномерно, чем при традиционной. В засушливые же годы, наоборот, равномерность распределения влаги по слоям в среднем выше при традиционной технологии осенней обработки почвы.

**Keywords:** conventional technology, No-Till, soil moisture distribution in soil layers, moisture storage in one-meter soil layer, distribution statistics.

The generalized findings of field experiments on the distribution of spring moisture storage in the soil on two farms of the Altai Region are discussed. The studies were conducted on the farms of the SPK Kolos, Romanovskiy District, and ООО Virt, Tselinniy District, the Altai region, from 2009 through 2023. The data on moisture storage and moisture distribution in one-meter soil layer was used. In the SPK Kolos, the fields were tilled by the conventional technology (deep chisel tillage), while in the ООО Virt, without any autumn tillage (No-Till technology). Every year, the spring moisture storage was determined in the fields of each farm to a depth of one meter with an interval of 0.1 m. The wettest and driest years were identified. The average long-term value of moisture storage in the studied fields in the spring was determined. As a result, the patterns of moisture distribution in one-meter layer were determined under conventional tillage technology and without autumn tillage under the conditions of different moisture content. It was found that on the years of maximum soil moisture accumulation in the spring, moisture distribution throughout the soil layers when using the No-Till technology was more uniform than under conventional tillage. On the contrary, on dry years, the uniformity of moisture distribution throughout the layers was, on average, higher under the conventional autumn tillage technology.

**Беляев Владимир Иванович**, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Сельскохозяйственная техника и технологии», ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: prof-belyaev@yandex.ru.

**Кузнецов Василий Николаевич**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: Kusnezow-VN@yandex.ru.

**Belyaev Vladimir Ivanovich**, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: prof-belyaev@yandex.ru.

**Kuznetsov Vasily Nikolaevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: Kusnezow-VN@yandex.ru.

### Введение

Эффективность возделывания сельскохозяйственных культур определяется не только высокой урожайностью, но и затратами на её достижение, существенная доля которых формируется из затрат на семена и удобрения. Развитие методов и средств точного земледелия позволило установить неравномерность урожайности по площади поля, несмотря на одинаковые технологические приемы возделывания, нормы высева семян, дозы внесения удобрений и т.д. [1-4].

Различие динамики развития растений на разных участках поля обусловлены множеством факторов (запасы влаги, содержание питательных элементов, профиль поля и др.) [5-7]. Для получения высокой урожайности при одновременном снижении затрат на семена и удобрения необходимо использовать дифференцированные методы посева и внесения удобрений с учетом характеристик конкретного поля.

Одним из основных факторов, определяющих интенсивность протекания почвенных процессов, а также требуемую норму высева семян и дозу внесения минеральных удобрений, являются запасы влаги в почве в весенний период, от величины которых зависит как полевая всхожесть семян, так и обеспеченность растений питательными веществами за период вегетации [5].

Распределение влаги в метровом слое во многом определяет динамику водоснабжения растений и их развития. При условии критической влажности почвы происходит разрыв капиллярных связей, что приводит к нарушению обеспечения растений влагой из нижележащих слоев и их увяданию [5-7]. Влага же по слоям почвы в весенний период распределяется неравномерно и во многом зависит от технологии осенней обработки почвы.

Зная общие влагозапасы в почве и характер их распределения по слоям до глубины 1 м, представляется возможным определять не только требуемые нормы высева семян, но и

способы и дозы внесения минеральных удобрений.

**Целью** исследования является оценка зависимости запасов почвенной влаги перед посевом от систем основной обработки почвы и агроклиматических условий.

### Задачи:

1) характеристика запасов почвенной влаги перед посевом при применении основной плоскорезной обработке почвы в условиях степной зоны Алтайского края;

2) оценка зависимости запасов почвенной влаги перед посевом при нулевой обработке в условиях Бийско-Чумышской зоны Алтайского края;

3) дать сравнительную количественную оценку и установить статистику распределений влаги по годам с различным увлажнением.

### Объекты и методы

В качестве объекта исследования принято распределение весенних влагозапасов в метровом слое почвы при различных технологиях осенней почвообработки.

Сравнение и оценка распределений влагозапасов по слоям почвы проводились на основе многолетних данных измерений и полученных статистических показателей (средних значений, стандартного отклонения и дисперсии) с использованием программной библиотеки pandas, предназначенной для обработки и анализа структурированных табличных данных.

### Экспериментальная часть

В работе использованы данные наблюдений в двух хозяйствах Алтайского края: СПК «Колос» Романовского района и ООО «Вирт» Целинного района за период с 2009 по 2023 г. (в среднем 8-10 полей в каждом хозяйстве ежегодно). Анализ проводился на основании полученных значений запасов влаги в метровом слое на полях хозяйств и ее распределения по слоям. Объемная влажность почвы и общие запасы влаги в метровом слое определялись прибором НН2

(рис. 1) через каждые 10 см в трехкратной повторности.



Рис. 1. Влагомер HH-2 «Delta-T Devices»

Для установления многолетних распределений весенних запасов влаги по слоям в зависимости от технологии почвообработки в исследовании учитывались только поля, обработанные орудием КПШ-9 в СПК «Колос» (традиционная технология) и поля без осенней обработки в ООО «Вирт» (технология «No-Till»). За весь период наблюдений выборка включала данные влажности на 151 поле в СПК «Колос» и 105 полях в ООО «Вирт». Подбор полей выполнялся исходя из охвата всех предшественников и культур, возделываемых в хозяйстве.

### Результаты и обсуждение

В СПК «Колос» по результатам наблюдений определены средние весенние запасы влаги в метровом слое почвы по каждому году (рис. 2).

Средние многолетние запасы влаги на исследуемых полях СПК «Колос» составили 252,9 мм при максимуме 329,9 мм в 2016 г. и минимуме – 176,1 мм в 2020 г. Коэффициент вариации 16,2% указывает на среднюю степень рассеивания данных.

Весенние запасы влаги изменяются по годам, поэтому для оценки распределения влаги в метровом слое проведен их анализ в наиболее увлажненный год, наиболее засушливый год и в наиболее характерный год (влагозапасы ближе всего к средним многолетним).

Распределение весенних запасов влаги в метровом слое в СПК «Колос» в наиболее увлажненный год показано на рисунке 3.

Поверхностные слои имеют наибольшую влажность, которая постепенно снижается с увеличением глубины. Диапазон изменения запасов влаги по слоям в СПК «Колос» составляет 29,3-37,4 мм при стандартных отклонениях 1,6-2,9 мм и вариации 5,5-8,3%. Средние значения запасов влаги по слоям почвы до 1 м получены, соответственно, 33,0 мм при отклонении 2,3 мм и вариации 6,9%.

На рисунке 4 показаны распределения весенних влагозапасов в метровом слое в годы с минимальным увлажнением.

В условиях минимальной влагозарядки почвы характер изменения влажности почвы по слоям существенно изменился. Так, при традиционной технологии почвообработки наблюдали увеличение средних влагозапасов от 13,6-13,7 мм (слои 0-10 и 10-20 см) до 19,8 мм (слои 40-50 и 50-60 см) с последующим снижением до 18,1 мм (слой 90-100 см). Стандартные отклонения запасов влаги изменялись в пределах 1,7-4,1 мм, а вариация 9,8-30,1% – при средних значениях 2,5 мм и 14,1% соответственно.

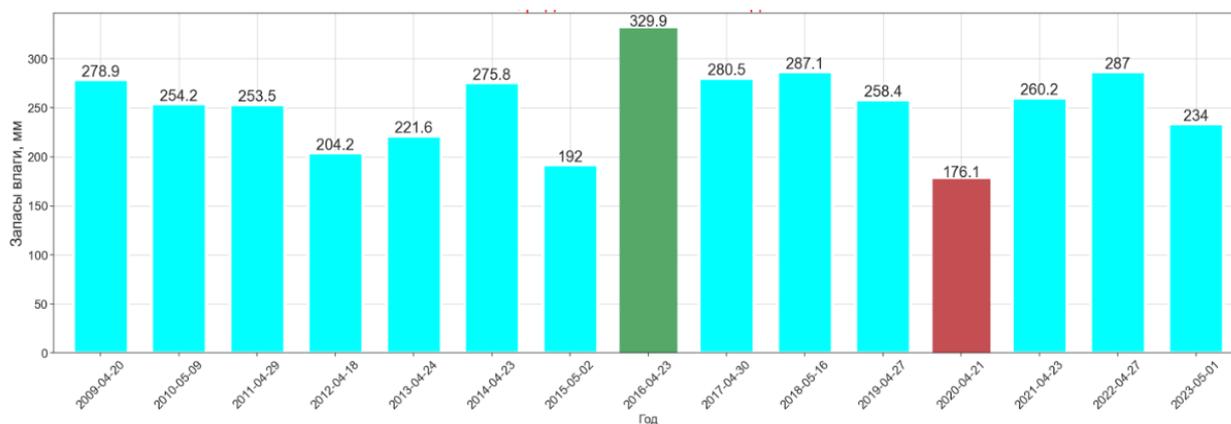


Рис. 2. Динамика средних запасов влаги на исследуемых полях СПК «Колос»

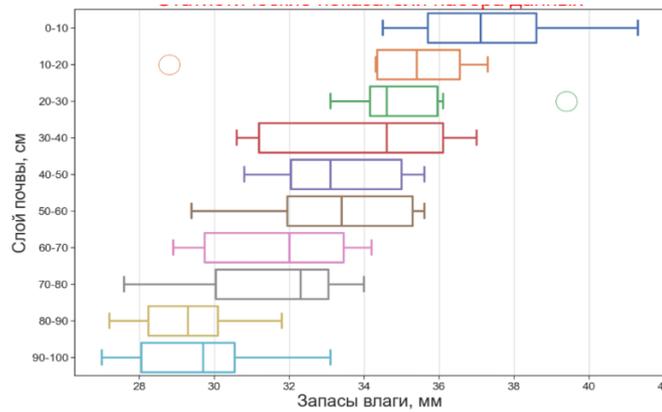


Рис. 3. Распределение запасов влаги по слоям в наиболее увлажненный год (СПК «Колос»)

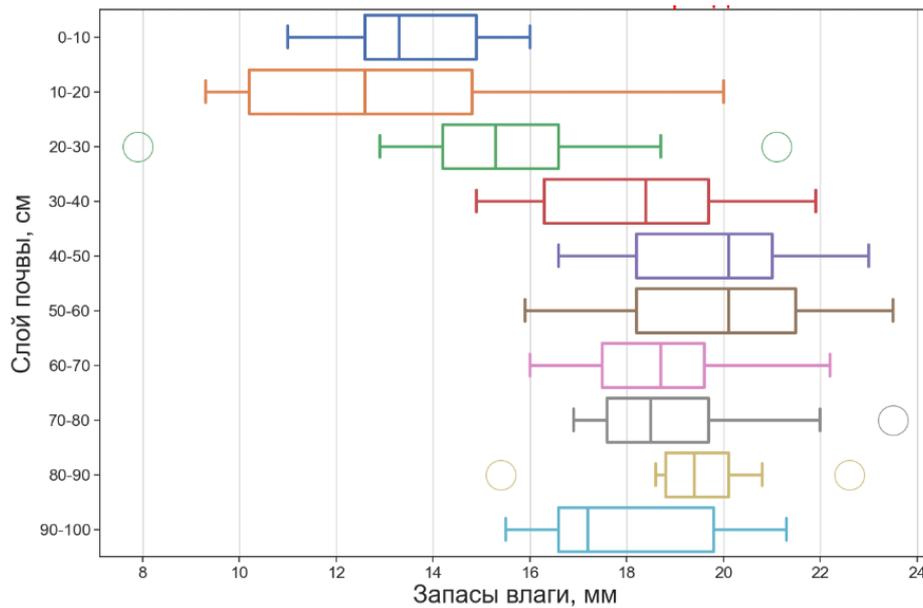


Рис. 4. Распределение запасов влаги по слоям в наиболее засушливый год (СПК «Колос»)

Распределение весенних влагозапасов в метровом слое в наиболее характерный год для хозяйства представлено на рисунке 5.

Распределение влаги по слоям в наиболее типичный год по стандартной технологии осенней обработки почвы характеризуется следующими тенденциями: средние значения увеличиваются от 25,0 мм (слой 0-10 см) до 27,4 мм (слой 20-30 см), а затем снижаются до 22,8 к слою почвы 90-100 см. Стандартные отклонения изменяются в пределах 2,8-4,8 мм, а вариация – 5,5-16,4%. Средние значения составляют 25,4 мм при отклонении 3,8 мм и вариации 15,0%.

Аналогичные исследования проведены в ООО «Вирт». Средние многолетние весенние запасы влаги показаны на рисунке 6.

На исследуемых полях ООО «Вирт» средние многолетние весенние запасы влаги составили 273,7 мм. Максимум также зафиксирован в 2016 г. (336,4 мм), а минимум – в 2022 г.

(191,5 мм). Степень рассеивания данных – средняя (коэффициент вариации составил 13,7%).

На рисунке 7 графически представлено распределение запасов влаги на исследуемых полях ООО «Вирт» в наиболее увлажненный год.

Поверхностные слои также имеют наибольшую влажность, которая постепенно снижается с увеличением глубины. Диапазон изменения запасов влаги по слоям в ООО «Вирт» составляет 30,4-37,4 мм при стандартных отклонениях 0,9-2,3 мм и вариации 2,6-7,6% соответственно. Средние значения запасов влаги по слоям почвы до 1 м получены 33,6 мм при отклонениях 1,6 мм и вариации 4,6%.

В условиях максимального влагонакопления в почве в весенний период распределение влаги по слоям почвы при применении технологии «No-Till» происходит более равномерно, чем при традиционной.

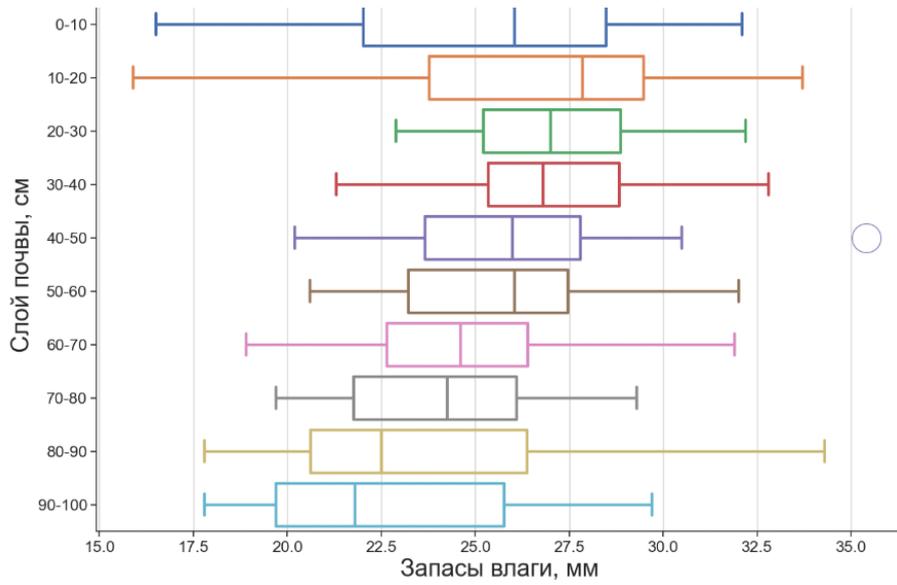


Рис. 5. Распределение запасов влаги по слоям в наиболее характерный год (СПК «Колос»)

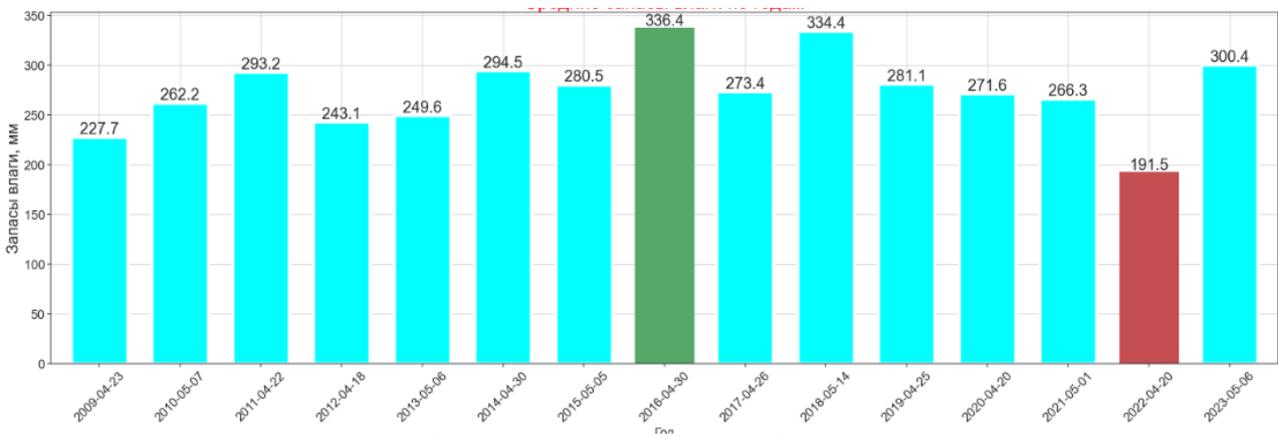


Рис. 6. Динамика средних запасов влаги на исследуемых полях ООО «Вирт»

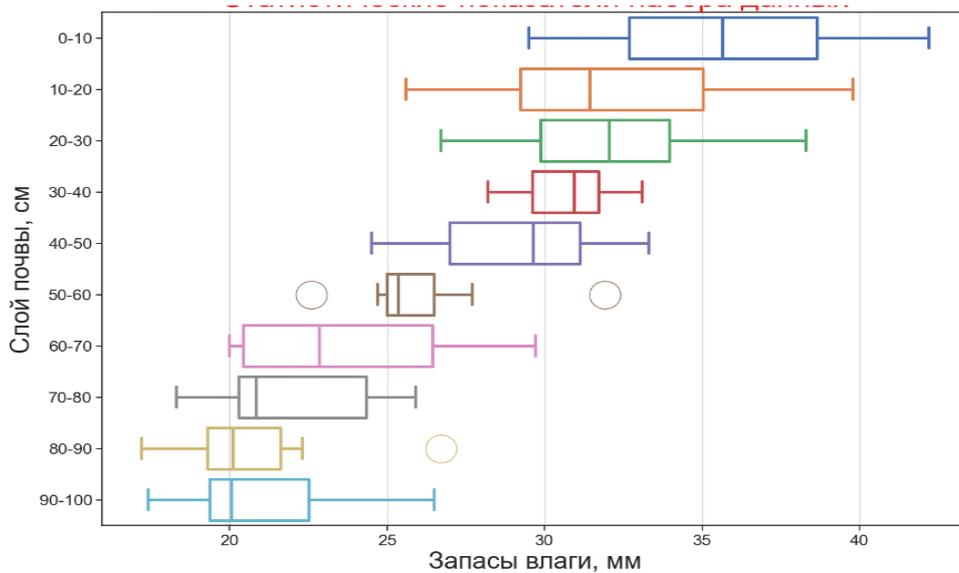
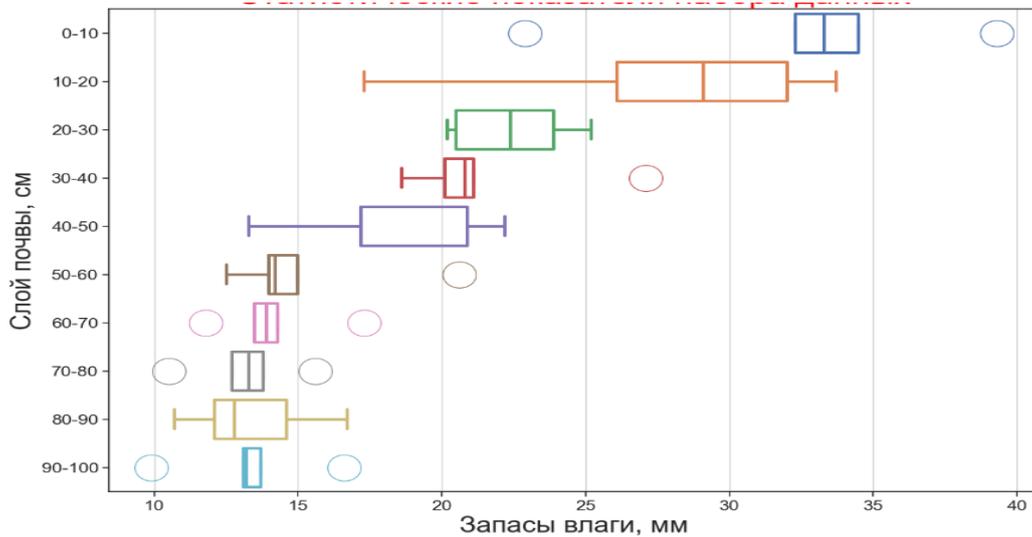


Рис. 7. Распределение запасов влаги по слоям в наиболее увлажненный год (ООО «Вирт»)

На рисунке 8 показаны распределения весенних влагозапасов в метровом слое в годы с

минимальным увлажнением почвы для хозяйств.

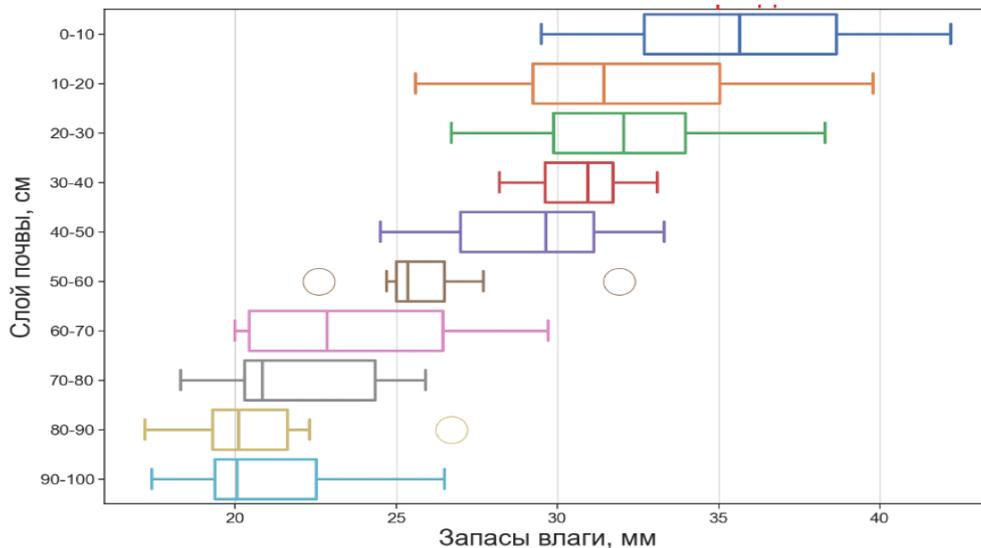


**Рис. 8. Распределение запасов влаги по слоям в наиболее засушливый год (ООО «Вирт»)**

При использовании технологии «No-Till» характер зависимости остался прежним, как и при наибольшем увлажнении почвы. Максимальные влагозапасы были в поверхностном слое почвы 0-10 см и составили 32,5 мм со снижением к слою 90-100 см до 13,3 мм. Диапазон изменения стандартных отклонений получен 1,8-6,5 мм, а вариации 9,8-23,6% при средних значениях 3,3 мм и 17,2%. Т.е. равномерность распределения влаги по слоям в среднем была выше при традиционной технологии осенней обработки почвы.

Однако наиболее увлажненные верхние слои почвы при технологии «No-Till», особенно в условиях низкого количества осадков начального периода вегетации и при высоких температурах, обеспечивают лучшие стартовые условия развития растений. Также это позволяет более эффективно применять гранулированные удобрения, вносимые внутрипочвенно.

Распределения весенних влагозапасов в метровом слое в наиболее характерный год для хозяйства ООО «Вирт» представлены на рисунке 9.



**Рис. 9. Распределение запасов влаги по слоям в наиболее характерный год (ООО «Вирт»)**

Наиболее увлажненным является слой 0-10 мм (в среднем 35,7 мм), а наименее увлажненным – 80-90 мм (в среднем 20,7 мм). Стандартное отклонение изменяется от максимума 4,6 мм в слое 10-20 мм до минимального значения 1,7 мм в слое 30-40 мм. В среднем по слоям

запасы влаги составили 27,3 мм, отклонение – 3,2 мм, вариация – 11,9%.

В наиболее типичных условиях среднее отклонение влаги и ее вариация ниже при отсутствии осенней обработки почвы.

Таким образом, фактор года и технология осенней обработки почвы оказывают существенное влияние на распределение влаги по слоям в весенний период, что следует учитывать при обосновании стратегии посева и минерального питания растений.

### Выводы

1. Применение технологии «No-Till» в годы с низкими весенними влагозапасами позволяет обеспечить лучшее влагонакопление в поверхностных слоях почвы и создает предпосылки для благоприятного развития растений в начальный период вегетации. В годы с высоким уровнем увлажнением различия в распределении влаги по слоям незначимы.

2. В среднем многолетнем плане распределение влаги будет зависеть от количества лет с разными условиями увлажнения. Это во многом определяет биомассу возделываемых культур и урожайность посевов и позволит более точно строить распределения зон продуктивности почвы как между полями хозяйства, так и внутри каждого поля.

3. При составлении карт почвенного плодородия полей, подборе норм высева семян и доз внесения минеральных удобрений по полям хозяйств необходимо учитывать как фактор года (наличие влагозапасов на полях или группах полей хозяйства в весенний период), так и распределение их по слоям почвы при разных технологиях осенней обработки почвы.

### Библиографический список

1. Эффективность использования почвенной влаги при дифференцированном посеве яровой пшеницы / В. И. Беляев, В. В. Садов, А. А. Смышляев, Е. Д. Кошелева. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-239-9-23-30. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 9 (239). – С. 23-30.

2. Влияние дифференцированного посева на водный режим почвы и урожайность яровой пшеницы / В. И. Беляев, В. Э. Буксман, В. В. Са-

дов [и др.]. – DOI 10.22450/19996837\_2023\_2\_5. – Текст: непосредственный // Дальневосточный аграрный вестник. – 2023. – Т. 17, № 2. – С. 5-12.

3. Сравнительная оценка минеральных удобрений в условиях производства Алтайского края / В. И. Беляев, Д. В. Дубинин, С. А. Иванов, В. Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2 (184). – С. 5-12.

4. Сравнительная оценка водного режима почвы и урожайности подсолнечника при различных технологиях осенней обработки почвы в условиях Кулундинской степи Алтайского края / В. И. Беляев, Т. Майнель, Р. Тиссен [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 5 (151). – С. 27-34.

5. Вериги, С. А. Почвенная влага (применительно к запросам сельского хозяйства) / С. А. Вериги, Л. А. Разумова. – Ленинград: ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ, 1973. – 329 с. – Текст: непосредственный.

6. Серякова, Л. П. Метеорологические условия и растения (учебное пособие по агрометеорологии) / Л. П. Серякова. – Ленинград: Ленинградский гидрометеорологический институт, 1971. – 77 с. – Текст: непосредственный.

7. Шеин, Е. В. Агрофизика / Е. В. Шеин, В. М. Гончаров. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 400 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Beliaev V.I., Sadov V.V., Smyshliaev A.A., Kosheleva E.D. Effektivnost ispolzovaniia pochvennoi vlagi pri differentsirovannom poseve iarovoi pshenitsy // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2024. No. 9 (239). S. 23-30.

2. Beliaev V.I., Buksman V.E., Sadov V.V., Smyshliaev A.A., Tur A.V. Vliianie differentsirovannogo poseva na vodnyi rezhim pochvy i urozhainost iarovoi pshenitsy // Dalnevostochnyi agrarnyi vestnik. 2023. T. 17. No. 2. S. 5-12. DOI: 10.22450/19996837\_2023\_2\_5.

3. Beliaev V.I., Dubinin D.V., Ivanov S.A., Kuznetsov V.N. Sravnitelnaia otsenka mineralnykh

udobrenii v usloviakh proizvodstva Altaiskogo kraia // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. No. 2 (184). – S. 5-12.

4. Beliaev V.I., Mainel T., Tissen R., Ruddev N.V., Kozhanov N.A., Sokolova L.V. Sravnitelnaia otsenka vodnogo rezhima pochvy i urozhainosti podsolnechnika pri razlichnykh tekhnologiiakh osennei obrabotki pochvy v usloviakh Kulundinskoj stepi Altaiskogo kraia // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. No. 5 (151). – S. 27-34.

5. Verigo S.A. Pochvennaia vlaga (primenitelno k zaprosam selskogo khoziaistva) / S.A. Verigo,

L.A. Razumova. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1973. – 329 s.

6. Seriakova L.P. Meteorologicheskie usloviia i rasteniia (uchebnoe posobie po agrometeorologii) / L.P. Seriakova. – Leningrad: Leningradskii gidrometeorologicheskii institut, 1971. – 77 s.

7. Shein E.V. Agrofizika / E.V. Shein, V.M. Goncharov. – Rostov n/D.: Feniks, 2006. – 400 s.

*Работа выполнена за счет средств федерального бюджета в рамках государственного задания Минсельхоза России (номер госрегистрации темы 1023032000002-5-4.1.1).*

