

ISSN 2070-4828

# МЕЛИОРАЦИЯ

Научный журнал

№ 2(92)

Основан в 1951 году  
Выходит 4 раза в год

Апрель – июнь, 2020



Минск, 2020

## СВИДЕТЕЛЬСТВО № 411

### УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:

Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт мелиорации»

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

чл.-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, проф. А. П. Лихацевич

### РЕДКОЛЛЕГИЯ:

д-р с.-х. наук, проф. **А. С. Мееровский** (зам. гл. редактора)

акад. РАН, с.-х. наук, проф. **Н.Н. Дубенок**

д-р с.-х. наук, проф. **Ю. А. Мажайский**

д-р техн. наук, проф. **Э. И. Михневич**

д-р с.-х. наук, проф. **Н.Н. Цыбулько**

д-р с.-х. наук **В. И. Желязко**

д-р с.-х. наук **П. Ф. Тиво**

канд. техн. наук **А. С. Анженков**

канд. техн. наук **Н. К. Вахонин**

канд. техн. наук **Э. Н. Шкутов**

*Журнал рецензируется.*

*Журнал включен в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований.*

*Журнал включен в Перечень научных изданий ВАК Российской Федерации для опубликования результатов диссертационных исследований (распоряжение Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 февраля 2019 г. № 21-р) по следующим группам научных специальностей:*

*06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель;*

*06.01.06 – луговое хозяйство и лекарственные эфирно-масличные культуры*

*Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)*

Статьи и отдельные выдержки из журнала могут цитироваться при условии указания первоисточника.

Редакция не несет ответственности за возможные неточности по вине авторов.

Мнение редакции может не совпадать с мнением автора. Рукописи не возвращаются.

Фотоматериалы взяты из архива РУП «Институт мелиорации» и предоставлены авторами статей.

### Журнал «МЕЛИОРАЦИЯ»

Подписной индекс: **74856** — для индивидуальных подписчиков

**748562** — для предприятий и организаций

Подписку можно оформить во всех отделениях связи.

Редактор, корректор **Т. В. Мейшкане**

Компьютерная верстка **И. В. Скуратович**

---

Подписано к печати 23.06.2020 г. Формат 60x84 1/8.  
Уч.-изд. л. 5,40. Усл. печ. л. 9,3. Заказ 219. Тираж 100 экз.

Адрес редакции: 220040, г. Минск, ул. Некрасова, 39-2  
тел. (017) 331-49-03

E-mail: [info@niimel.by](mailto:info@niimel.by) <http://niimel.by>

Отпечатано РУП «Информационно-вычислительный центр Министерства финансов»  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 2/41 от 29.01.2014.

# Содержание Contents

## Мелиорация

## Land improvement



*Н. Н. Погодин, А. С. Анженков, В. А. Болбышко*

**Расчет параметров технологического оборудования, используемого при гидродинамическом способе очистки дренажа**

5

*N. N. Pogodin, A. S. Anzhenkov, V. A. Bolbyshko,*

**Calculation of parameters of technological equipment used in the hydrodynamic method of cleaning the drainage**



*А. И. Митрахович, В. М. Макоед, С. М. Лавушев,  
А. П. Сергеева*

**Принципиальные схемы мелиоративных систем с проводящей сетью из полимерных труб большого диаметра**

12

*A. I. Mitrakhovich, V. M. Makoed, S. M. Lavushev,  
A. P. Sergeenya*

**Schematic diagrams of reclamation systems with conductive network of polymer pipes of large diameter**



*Г. Г. Круглов, Н. Н. Линкевич*

**Исследование технического состояния шлюза-регулятора на р. Лань**

17

*G. G. Kruglov, N. N. Linkevich*

**The study of the technical condition of the gateway regulator on the Lan river**

## Земледелие и растениеводство

## Agriculture and plant growing



*П. Ф. Тиво, Л. А. Саскевич, Д. А. Постникова*

**Качество урожая люцерны посевной, возделываемой в условиях Поозерья**

25

*P. Ph. Tivo, L. A. Saskevich, D. A. Postnikova*

**Quality cropping alfalfa cultivated under the conditions of Poozerye**



*О. В. Пташец, Л. Н. Лученок, Л. В. Сижук*

**Содержание структурных и неструктурных углеводов в травостое люцерны посевной, возделываемой на агроторфяных почвах**

34

*O. V. Ptashats, L. N. Luchanok, L. V. Sizhuk*

**The content of structural and non-structural carbohydrates in plants of alfalfa, cultivated on agro-peat soils**



*Е. Р. Клыга, П. П. Васько*

**Равномерность поступления корма в течение вегетации при формировании бинарных травостоев на основе фестулолиума и люцерны**

**41**

*A. R. Klyha, P. P. Vasko*

**The uniformity of the feed intake during the growing season formation of binary grass stands based on festulolium and alfalfa**



*С. В. Набздоров*

**Влияние удобрений и орошения на динамику роста и урожайность сахарной свеклы**

**48**

*S. V. Nabzdorov*

**The influence of fertilizers and irrigation on the dynamics of growth and yield of sugar beets**

**Экология**

**Ecology**



*А. С. Мееровский, Н. М. Авраменко*

**Осушенные торфяные почвы Белорусского Полесья в начале XXI в.**

**58**

*A. S. Meerovsky, N. M. Avramenko*

**Drained peat soils in Belarusian Polesie at the beginning of the XXI century**

**Наши юбиляры**

**Our Jubilees**

**Михаил Иванович Святцев (85 лет со дня рождения)**

**70**

**Чтобы помнили**

**To be remembered**

**Булыня Анатолий Аксентьевич. Светлой памяти выдающегося организатора и практика мелиорации в Беларуси**

**71**

**Лупинович Иван Степанович (к 120-летию)**

**73**

**Тризно Семен Иванович (к 130-летию)**

**75**

**Михальцевич Александр Иванович (к 95-летию)**

**77**

# • МЕЛИОРАЦИЯ •

УДК 631.3:626:86

## РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ СПОСОБЕ ОЧИСТКИ ДРЕНАЖА

*Н. Н. Погодин*, кандидат технических наук, доцент  
*А. С. Анженков*, кандидат технических наук, доцент  
*В. А. Болбышко*, кандидат технических наук

*РУП «Институт мелиорации»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

### Аннотация

Представлены расчеты по определению потерь напора в водопроводящих элементах установки промывки дренажа с учетом используемого для промывки расхода воды, внутреннего диаметра промывочного рукава и его длины. На основании выполненных расчетов рекомендовано установку промывки дренажа УПД-120 комплектовать промывочным рукавом с внутренним диаметром 20 мм и длиной 300 м.

**Ключевые слова:** промывка дренажа, промывочный рукав, потери напора, расход, скорость, диаметр, давление.

### Abstract

*N. N. Pogodin, A. S. Anzhenkov, V. A. Bolbyshko*

### CALCULATION OF PARAMETERS OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT USED IN THE HYDRODYNAMIC METHOD OF CLEANING THE DRAINAGE

Calculations are presented to determine the pressure loss in the water supply elements of the installation for washing the drainage, taking into account the used water flow rate, the inner diameter of the washing pipe and its length. Based on the calculations, it is recommended that the installation for washing the drainage UPD-120 be completed with a flushing pipe with an inner diameter of 20 mm and a length of 300 m.

**Keywords:** drainage flushing, flushing pipe, pressure loss, flow rate, speed, diameter, pressure.

### Введение

Наибольшее распространение при очистке закрытых дренажных систем от заилиения получил механизированный гидродинамический способ с применением дренопромывочных машин и вспомогательных механизмов.

Гидродинамический способ основан на использовании энергии воды. На конце напорного рукава, вводимого в коллектор, монтируется промывочная насадка, оснащенная одним или несколькими передними и наклонными тыльными соплами. При помощи подающего устройства или вручную напорный рукав про-

двигается по трубопроводу, при этом исходящие из передних и тыльных сопел насадки водяные струи размывают отложения. Основной вынос наносов происходит под действием тыльных струй воды при наматывании промывочного рукава на барабан установки при работающем водяном насосе.

К числу основных характеристик устройства промывки дренажа можно отнести скорость и расход струй, исходящих из промывочной насадки. Эти характеристики определяются расходом и давлением воды, соз-

даваемыми насосом установки и потерями давления воды на пути от насоса к насадке. Для оценки потерь напора в устройстве промывки дренажа необходимо определить основные исходные параметры. Такими параметрами являются:

**Результаты исследования и их обсуждение**

Анализ параметров устройств промывки дренажа, разработанных различными фирмами и организациями, показывает, что расход промывочной воды в основном находится в пределах 0,5–2,7 л/с, внутренний диаметр промывочного рукава составляет 1/2", 3/4", 1", что соответствует 13–25 мм. Длина промывочного рукава находится в пределах 100–300 м. Для оценки эксплуатационных характеристик устройства промывки дренажа, с опорой на приведенные данные, были приняты следующие исходные параметры:

расход  $Q$  – 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 и 2,5 л/с; внутренний диаметр рукава  $d$  – 15, 20 и 25 мм; длина рукава  $L$  – 200 и 300 м.

В общем виде схема водопроводящей системы устройства промывки дренажа приведена на рис. 1.

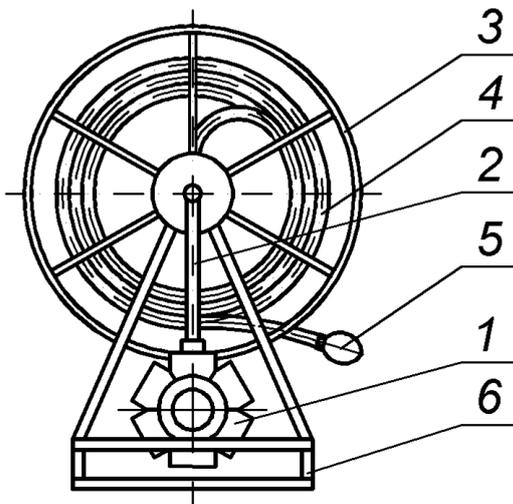


Рис. 1. Схема устройства промывки дренажа

1 – насос; 2 – трубопровод; 3 – барабан; 4 – промывочный рукав; 5 – промывочная насадка; 6 – рама

Потери напора в водопроводящих элементах будут складываться из потерь на поворот потока  $\Delta P_n$  на пути от насоса до барабана с промывочным рукавом; потерь на плавный поворот потока в промывочном рукаве  $\Delta P_{пн}$ , свернутом на барабане; потерь по длине промывочного рукава  $\Delta P_{пр}$ . Кроме того, потери напора будут происходить в

трами являются: расход промывочной воды, внутренний диаметр и длина промывочного рукава, параметры промывочной насадки (давление, диаметры и количество отверстий для формирования струй).

промывочной насадке. Схема промывочной насадки представлена на рис. 2.

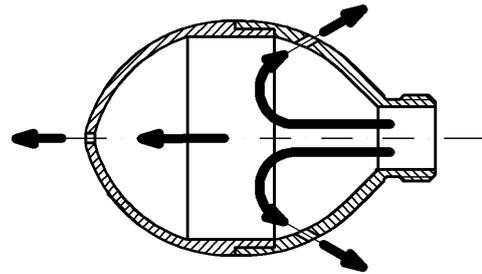


Рис. 2. Схема промывочной насадки

Потери напора в промывочной насадке будут складываться из потерь на расширение потока в самой насадке  $\Delta P_p$ , поворота потока под острым углом  $\Delta P_n$ .

Суммарные потери можно представить в следующем виде:

$$\Delta P = \Delta P_n + \Delta P_{пн} + \Delta P_{пр} + \Delta P_p + \Delta P_n \cdot (1)$$

При подводе воды от насоса к оси барабана и от нее к промывочному рукаву поток дважды совершает поворот под прямым углом.

Потери напора на поворот потока можно определить по общепринятым в гидравлике формулам [1]:

$$\Delta P_n = \zeta_n \frac{V^2}{2g}, \quad (2)$$

где  $V$  – скорость потока воды, м/с ;

$\zeta_n$  – коэффициент сопротивления для поворота трубы на 90°, составляет 1,1 [1, табл. 4–3] ;  $g$  – ускорение свободного падения, м/сек<sup>2</sup>.

Скорость потока воды определяется по известному расходу и площади поперечного сечения трубопровода:

$$V = \frac{Q}{S_T}, \quad (3)$$

где  $Q$  – расход, м<sup>3</sup>/с;

$S_T$  – площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>.

В свою очередь, площадь поперечного сечения составляет:

$$S_T = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (4)$$

где  $d$  – диаметр трубопровода, м.

Потери напора на поворот потока в зависимости от диаметра трубопровода и расхода приведены в табл. 1.

Диаметр трубопровода, соединяющего насос с барабаном, обычно принимается равным диаметру выходного патрубка насоса, и составляет 15...25 мм.

Таблица 1. Потери напора на поворот потока

Диаметр трубопровода, мм	Расход, л/с				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
	Потери напора, м				
15	0,5	1,8	4,0	7,2	11,2
20	0,1	0,6	1,3	2,3	3,6
25	0,1	0,2	0,5	0,9	1,5

Потери на плавный поворот на  $180^\circ$  в свернутом на барабане промывочном рукаве  $\Delta P_{\text{пн}}$  ( $180^\circ$ ) определяются также по формуле [1], где:  $\zeta_{\text{пн}}$  – коэффициент сопротивления для плавного поворота трубопровода определяется по формуле [2]:

$$\zeta_{\text{пн}} = \alpha \left[ 0,2 + 0,001(100\lambda)^8 \right] \sqrt{d/R}, \quad (5)$$

где  $\alpha$  – параметр, зависящий от угла поворота, при угле поворота  $180^\circ$ ;

$\alpha = 1,33$  [2, прил. 27];

$\lambda$  – коэффициент гидравлического трения;

$d$  – внутренний диаметр промывочного рукава, мм;

$R$  – радиус изгиба промывочного рукава, свернутого на барабане, мм.

Коэффициент гидравлического трения зависит от числа Рейнольдса и в зависимости от его значения рассчитывается по разным формулам. Число Рейнольдса для круглых трубопроводов определяют по формуле:

$$R_e = \frac{Vd}{\nu}, \quad (6)$$

где  $V$  – скорость потока жидкости, м/с;

$d$  – диаметр трубопровода, м;

$\nu$  – кинематический коэффициент вязкости,  $\text{м}^2/\text{с}$ .

Величина кинематического коэффициента вязкости воды зависит от температуры и для температуры  $0\text{--}20^\circ\text{C}$  лежит в пределах  $1,79 \cdot 10^{-6} \text{--} 1,01 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$  [2, табл. 6].

При расходах  $0,5\text{--}2,5$  л/с и диаметре трубопровода  $15\text{--}25$  мм число Рейнольдса будет изменяться в пределах  $40000\text{--}210100$ .

Для таких чисел Рейнольдса коэффициент гидравлического трения определяется по формуле [1]:

$$\lambda = \frac{1}{(1,82 \lg R_{ed} - 1,64)^2}. \quad (7)$$

Радиус ( $R$ ) плавного поворота промывочного рукава принимаем таким же, как и в установке промывки дренажа УПД-120, который составляет  $0,6\text{--}0,75$  м.

Максимальные потери напора будут возникать на начальном этапе промывки, когда промывочный рукав практически полностью свернут на барабане. Для расчета примем этот наиболее неблагоприятный вариант.

Количество витков на барабане можно определить по следующей зависимости:

$$n = \frac{L}{2\pi R}, \quad (8)$$

где  $L$  – длина промывочного рукава, м.

Суммарные потери давления на плавный поворот промывочного рукава на барабане устройства составят:

$$\Delta P_{\text{пн}} = \zeta_{\text{пн}} \frac{V^2}{2g} 2n. \quad (9)$$

Потери напора на плавный поворот промывочного рукава длиной  $200$  м и  $300$  м в зависимости от его диаметра и расхода воды приведены в табл. 2.

Таблица 2. Потери напора на плавный поворот промывочного рукава

Диаметр промывочного рукава, мм	Длина промывочного рукава, м									
	200					300				
	Расход, л/с									
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
	Потери напора, м									
15	27,2	38,0	55,9	80,0	110,4	40,8	57,0	83,8	120,0	165,6
20	17,0	20,5	27,2	36,3	47,7	25,4	30,6	40,8	54,4	71,5
25	12,1	13,3	16,4	20,6	26,0	18,2	20,0	24,6	30,9	38,9

Потери напора по длине промывочного рукава определяются по формуле А. Дарси – Ф. Вейсбаха:

$$\Delta P_{пр} = \lambda \frac{L V^2}{d 2g} \quad (10)$$

Потери напора по длине в зависимости от расхода и диаметра трубопровода приведены в табл. 3.

Потери на расширение потока в самой насадке составят:

$$\Delta P_p = \zeta_p \frac{V^2}{2g}, \quad (11)$$

где:  $\zeta_p$  – коэффициент сопротивления расширению определяется по формуле [2]:

$$\zeta_p = K_p \left( \frac{w_2}{w_1} - 1 \right)^2, \quad (12)$$

где  $K_p$  – коэффициент смягчения при постепенном расширении,  $K_p = 1,07$  [2, табл. 4.3];  $w_1$  и  $w_2$  – площади сечений потока до и после расширения.

Таблица 3. Потери напора по длине промывочного рукава

Диаметр промывочного рукава, мм	Длина промывочного рукава, м									
	200					300				
	Расход, л/с									
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
	Потери напора, м									
15	136	462	948	1583	2360	204	692	1421	2375	3540
20	35	117	240	400	595	52	176	360	600	893
25	12	41	83	138	205	18	61	124	207	307

Потери напора на расширение потока в насадке приведены в табл. 4.

Таблица 4. Потери напора на расширение потока в насадке

Диаметр промывочного рукава, мм	Расход, л/с				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
	Потери напора, м				
15	0,3	1,1	2,6	4,2	7,1
20	0,1	0,3	0,6	1,1	1,7
25	0	0,1	0,2	0,3	0,5

Потери на поворот потока внутри промывочной насадки  $\Delta P_{\text{н}}$  определяются по формуле (2) при  $\zeta_{\text{н}}$ , равном 3,0 [3].

Потери на поворот потока внутри промывочной насадки приведены в табл. 5.

Таблица 5. Потери на поворот потока внутри промывочной насадки

Расход, л/с				
0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Потери напора, м				
0,1	0,4	0,9	1,6	2,4

Суммарные потери напора в водопроводящих элементах дренапромывочного устройства приведены в табл. 6.

Таблица 6. Суммарные потери напора в водопроводящих элементах дренапромывочного устройства, м

Диаметр промывочного рукава, мм	Длина промывочного рукава, м									
	200					300				
	Расход, л/с									
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Потери напора, м										
15	164	502	1013	1681	2498	246	752	1515	2512	3733
20	52	179	270	441	651	78	207	403	659	972
25	24	54	100	160	234	36	81	150	239	349

Установка промывки дренажа УПД-120, применяемая в Республике Беларусь для очистки закрытых дренажных систем от заилиения, оборудована мембранным насосом M135S, характеристики которого приведены на рис. 3.

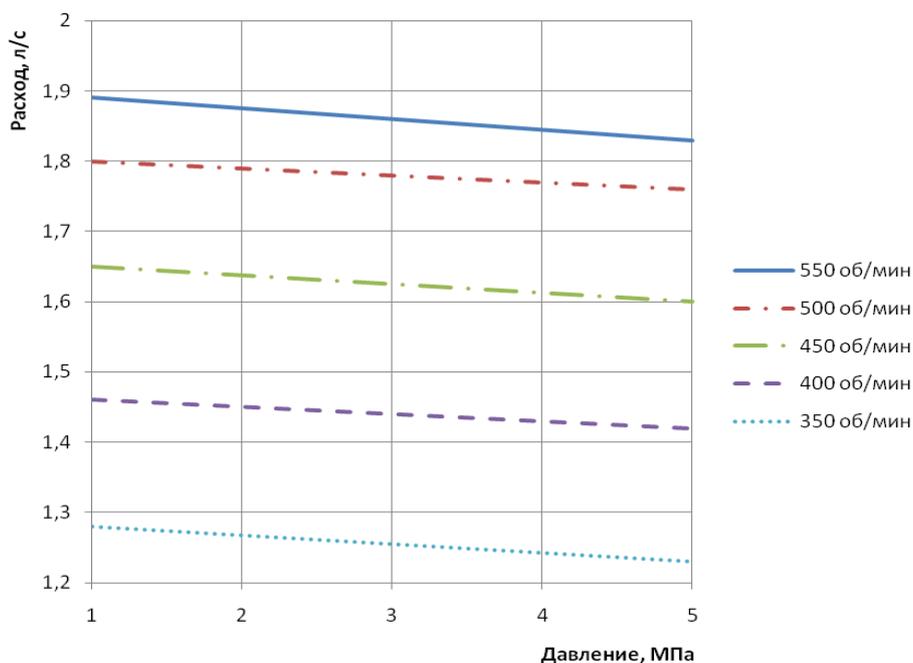


Рис. 3. Характеристики насоса M135S

Рационально промывку дренажных трубопроводов следует выполнять при давлении насоса 5,0 МПа. С учетом потерь напора в водоподводящих элементах дренопромывоч-

ного устройства остаточное давление воды в промывочной насадке при давлении насоса 5,0 МПа приведен в табл. 7.

Таблица 7. Напор воды в промывочной насадке при заданных параметрах длины, внутреннего диаметра промывочного рукава и расхода воды при давлении насоса 5,0 МПа

Диаметр промывочного рукава, мм	Длина промывочного рукава, м									
	200					300				
	Расход, л/с									
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
15	3,36	–	–	–	–	2,54	–	–	–	–
20	4,48	3,61	2,30	0,59	–	4,22	2,93	0,96	–	–
25	4,76	4,46	4,00	3,40	2,66	4,64	4,0	3,50	2,61	1,51

Суммарные потери напора в устройстве промывки дренажа с использованием промывочных рукавов с внутренним диаметром

15...25 мм и их длине 300 м – в зависимости от расхода воды – представлены на рис. 4.

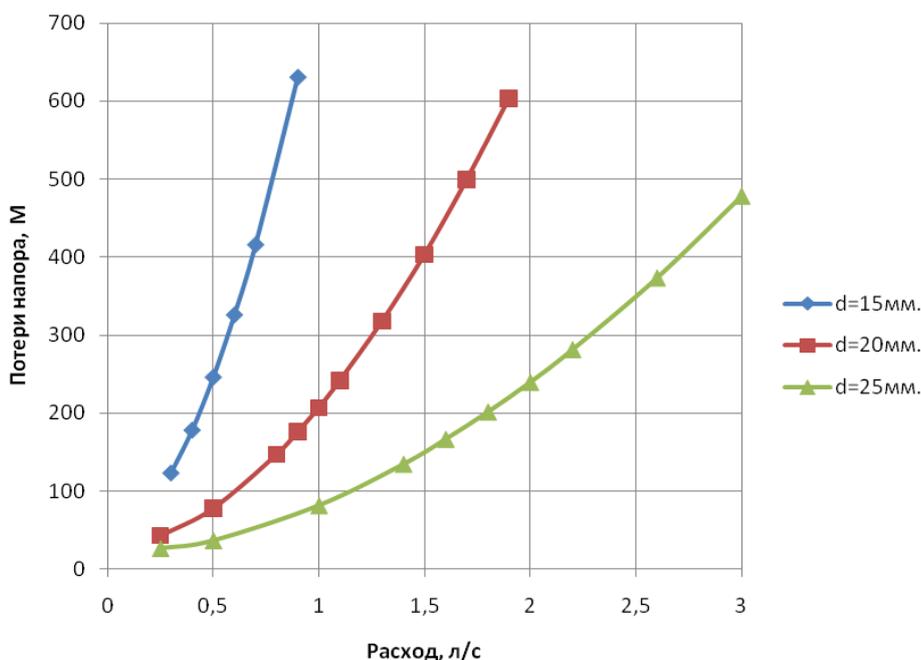


Рис. 4. Суммарные потери напора в устройстве промывки дренажа в зависимости от внутреннего диаметра промывочного рукава длиной 300 м и расхода воды

На рис. 5 приведен напор воды в промывочной насадке с учетом потерь напора в устройстве промывки дренажа, а также в зависимости от внутреннего диаметра промывочного рукава и рабочего давления водяного насоса 5,0 МПа.

Европейская комиссия по дренажу рекомендует рабочее давление в промывочной

насадке 0,9...1,1, но не более 1,3 МПа. Исходя из данного положения при давлении 0,9...1,1 МПа, расход при комплектовании устройства промывки дренажа промывочным рукавом с внутренним диаметром 15 мм составит всего 0,6... 0,7 л/с, что не в полной мере обеспечит необходимый объем воды для транспортировки размытых отложений.

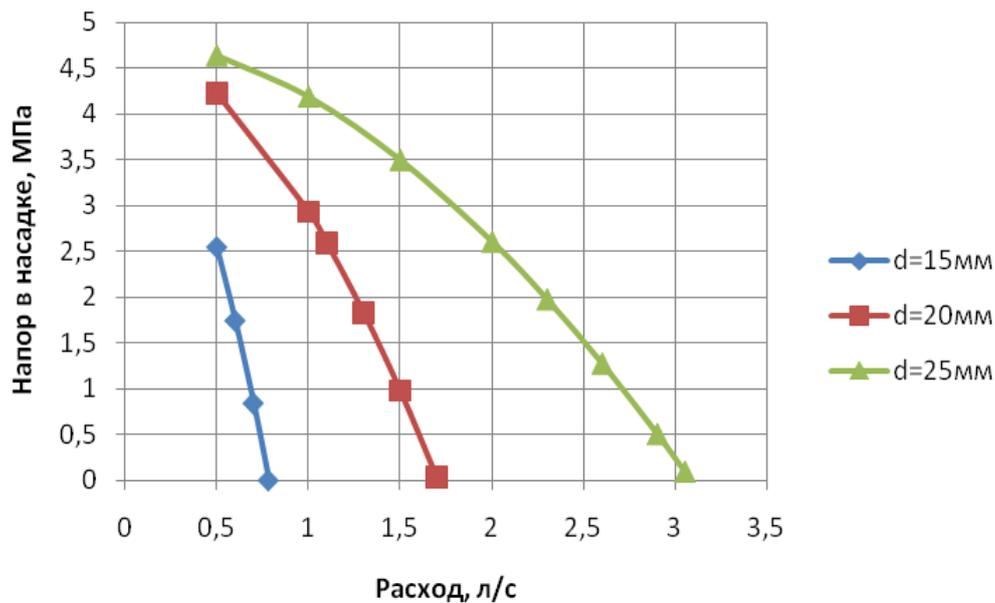


Рис. 5. Напор воды в промывочной насадке устройства промывки дренажа в зависимости от внутреннего диаметра промывочного рукава при давлении водяного насоса 5,0 МПа

Промывочный рукав диаметром 25 мм также нерационален по причине высокого остаточного давления в промывочной насадке, которое составляет от 1,5 до 4,2 МПа. В данном случае при диаметре рукава 25 мм целесообразно использовать водяной насос с более низким давлением. Однако увеличение диаметра промывочного рукава приведет к повышению его массы, стоимости и необходимых усилий по его продвижению по дренажному трубопроводу.

Исходя из вышеизложенного, предпочтительно оборудовать установку промывки дрена-

жа УПД-120 промывочным рукавом с внутренним диаметром 20 мм при длине 300 м. Длина промывочного рукава 300 м предпочтительна с той точки зрения, что в большинстве случаев длина промываемых коллекторов на объектах реконструкции составляет более 200 м, в связи с чем установка УПД-120 при очистке дренажного трубопровода может постоянно располагаться у его устья, без дополнительного перемещения по трассе, что существенно сократит время промывки и снизит себестоимость работ.

### Выводы

1. Выполнены расчеты по определению потерь напора в водопроводящих элементах установки промывки дренажа с учетом используемого для промывки расхода воды, внутреннего диаметра промывочного рукава и его длины.

2. С учетом выполненных расчетов установку промывки дренажа УПД-120 целесообразно комплектовать промывочными рукавами с внутренним диаметром 20 мм и длиной 300 м.

### Библиографический список

1. Чугаев, Р. Р. Гидравлика / Р. Р. Чугаев. – Л. : Энергия, 1971. – 552 с.
2. Примеры расчета по гидравлике / А. Д. Альтшуль [и др.]. – М. : Стройиздат, 1977. – 255 с.
3. Павловский Н. Н. Краткий гидравлический справочник / Н. Н. Павловский ; под ред. Р. Р. Чугаева. – Л. – М. : Госиздат , 1940. – 314 с.

Поступила 26.05.2020 г.

## ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ С ПРОВОДЯЩЕЙ СЕТЬЮ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

**А. И. Митрахович**, технических наук, доцент

**В. М. Макоед**, ведущий научный сотрудник

**С. М. Лавушев**, младший научный сотрудник

**А. П. Сергееня**, инженер

РУП «Институт мелиорации»,  
г. Минск, Беларусь

### Аннотация

Обосновывается необходимость разработки принципиальных схем мелиоративных систем с применением полимерных трубопроводов в ряде случаев вместо проводящих каналов. Приводится разработанная конструкция полимерных колодцев-регуляторов на данных трубопроводах.

Принципиальные схемы проводящей сети основываются на конструктивных решениях мелиоративных систем с учетом гидрогеологических и природных условий объектов. В конструкциях систем предлагается применять горизонтальный дренаж совместно с водоемами-копанями и отстойниками на сбросных трубопроводах. Конструктивные решения принципиальных схем обуславливаются существовавшей тенденцией укрупнения площадей дренажных систем, позволяющей повысить коэффициент земельного использования

**Ключевые слова:** мелиоративная система, контурность полей, дренаж, трубы большого диаметра, принципиальная схема, канал, коллектор, широкозахватная сельскохозяйственная техника, длина гона.

### Abstract

**A. I. Mitrakhovich, V. M. Makoed, S. M. Lavushev, A. P. Sergeenya**

### SCHEMATIC DIAGRAMS OF RECLAMATION SYSTEMS WITH CONDUCTIVE NETWORK OF POLYMER PIPES OF LARGE DIAMETER

The article justifies the need to develop basic schemes of reclamation systems using polymer pipelines in some cases instead of conducting channels. The developed design of polymer wells-regulators on these pipelines describes.

Basic diagrams of conducting network are based on design solutions of melioration systems taking into account hydrogeological and natural conditions of objects. In the system structures it is proposed to use horizontal drainage together with water dug-out reservoir and settling tanks on discharge pipelines.

The design solutions of the basic diagrams are due to the existing tendency to increase the area of drainage systems, which allows to increase the coefficient of land use.

**Keywords:** reclamation system, contour of fields, drainage, large diameter pipes, schematic diagram, channel, collector, wide-grip agricultural machinery, length of the run.

### Введение

Повышение эффективности действия мелиоративных систем по регулированию водного режима почв в складывающихся климатических условиях становится как никогда настоящей необходимостью. Выбор способа их реконструкции должен базироваться на конструктивных решениях, повышающих технический уровень и в необходимых случаях предусматривающих замену способов осушения, а также основных функциональных элементов систем с учетом природных условий.

При этом необходимо принимать в расчет и требования механизаторов по созданию условий, обеспечивающих интенсивную нормальную работу широкозахватной сельскохозяйственной техники при обработке мелиорированных земель с мелкоконтурными участками. Одним из способов решения этой проблемы является замена части осушительных каналов трубопроводами большого диаметра.

Для эффективного выбора конструктивных решений и способов реконструкции мелиора-

тивных систем необходимо учитывать климатические, ландшафтные, почвенные, гидрогеологические, хозяйственные и другие особенности регионов. Особенно это касается мелиорации слабОВОДПРОНИЦАЕМЫХ суглинистых и глинистых почв, а также земель с холмисто-западинным рельефом и лессовыми почвами. Характерной особенностью этих земель является наличие многочисленных понижений, влияние которых негативно сказывается на сельскохозяйственных угодьях из-за переувлажнения и застоя поверхностных вод.

Применение полиэтиленовых трубопроводов на мелиоративных системах в качестве сбросных и дренажных коллекторов имеет важное значение при проектировании конструкций систем. Основной целью применения трубопроводов является уменьшение контурности полей, повышение коэффициента использования земли и создание условий для интенсивного, экономически выгодного использования сельскохозяйственной техники [1].

Разработаны принципиальные схемы мелиоративных систем, рекомендуемые при реконструкции и использовании полиэтиленовых гофрированных труб большого диаметра в качестве проводящей сети и частичной замены открытых каналов. Целесообразность приме-

нения систем должна определяться экономическим расчетом с учетом их назначения в конкретных природных условиях [2].

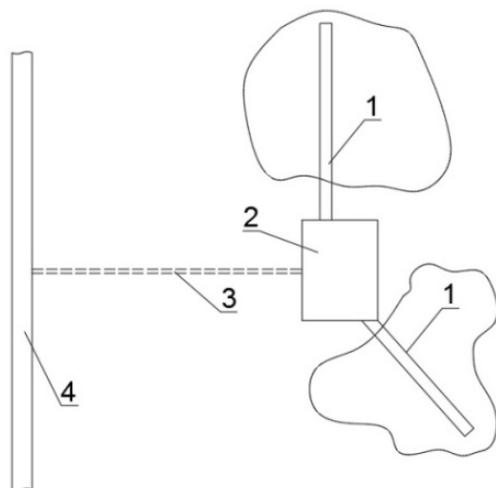
Принципиальные схемы проводящей сети основываются на конструктивных решениях мелиоративных систем и их назначении. На слабОВОДПРОНИЦАЕМЫХ почвах основной задачей систем является отвод поверхностных вод (в том числе и из понижений) и удаление почвенно-грунтовых вод посредством дренажа при дополнительных мероприятиях, усиливающих его осушительное действие (колонки, колодцы-поглотители). Организация поверхностного стока на мелиоративных системах с открытой осушительной сетью предусматривает засыпку старых ликвидируемых каналов, староречий, планировку площадей, раскрытие замкнутых понижений, устройство выводных борозд и водопоглощающих элементов [3].

Принципиальные схемы определяют конструктивные особенности систем и условия их применения в различных почвенно-грунтовых условиях.

На основе данных принципов осушения предлагается ряд схем с применением трубопроводов из полиэтиленовых гофрированных труб.

### Схема № 1. Мелиоративная система на землях с холмисто-западинным рельефом и слабОВОДПРОНИЦАЕМЫМИ почвами (рис. 1).

Система рекомендуется для осушения земель с холмисто-западинным рельефом и большим количеством понижений на слабОВОДПРОНИЦАЕМЫХ суглинистых и лессовых почвах. Земли используются в полевом севообороте.



- 1 – канал;
- 2 – водоем-копань;
- 3 – сбросной полиэтиленовый трубопровод;
- 4 – магистральный канал

Рис. 1. Схема мелиоративной системы на землях с холмисто-западинным рельефом и слабОВОДПРОНИЦАЕМЫМИ почвами

Осушение понижений предусматривается открытой сетью каналов, впадающих в водоем-копань. Сброс поверхностных вод из водоема предусматривается пластмассовым трубопроводом диаметром 200–250 мм вместо открытого канала. При устройстве сбросного канала глубина его может достигать 3 м, что вызывает необходимость крепления его откосов

и значительное удорожание строительства. Отсутствие сбросного канала позволит усовершенствовать технологию обработки почвы за счет увеличения длины гона, при этом отпадет необходимость устройства трубы-переезда, улучшатся условия применения широкозахватной сельскохозяйственной техники.

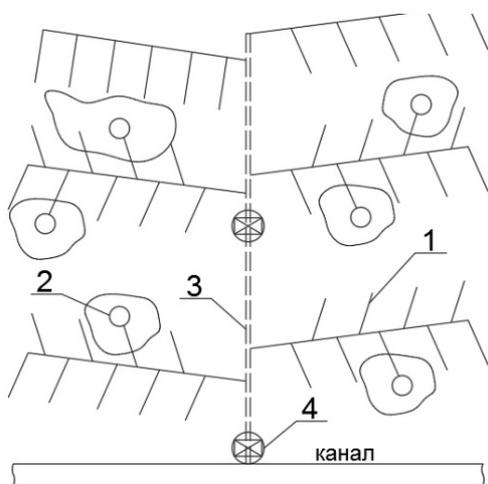
**Схема № 2. Дренажная система с коллектором из полиэтиленовых труб диаметром 300 мм (рис. 2).**

По всей площади участка имеются замкнутые понижения, затапливаемые весной и после обильных осадков. Запроектирован выборочный дренаж с колонками-поглотителями на участке с мелкозалежным торфяником и грунтово-напорным питанием. Строительство проводящего канала в таких условиях нецелесообразно, так как откосы его неустойчивы и требуют капитального крепления. В противном случае дно канала будет постоянно заиливаться и создавать подпор в дренаже, что может ухудшить водный режим на участке. Поэтому вместо открытого проводящего канала запроектирован сбросной коллектор из полиэтиленовых гофрированных труб диаметром 300 мм и длиной 500 м. Площадь

мелиорированного участка около 20 га. Участок используется под полевые севообороты и пастбище для скота.

Применение коллектора из труб большого диаметра существенно повысило надежность и эффективность системы, так как при этом на каналах нет открытых устьев, которые при подчистке канала в большинстве случаев разрушаются или заиливаются, что ухудшает работу дренажа [4].

Для регулирования уровня грунтовых вод на коллекторе установлены смотровые колодцы с запорными устройствами (типа шиберной задвижки), при помощи которых можно регулировать сброс воды путем открытия и закрытия дисков.



- 1 – дренаж;
- 2 – колонки-поглотители;
- 3 – коллектор из полиэтиленовых труб;
- 4 – смотровой регулирующий колодец

Рис. 2. Схема дренажной системы с коллектором из полиэтиленовых труб диаметром 300 мм

**Схема № 3. Дренажная система с каскадом водоемов-копаней (рис. 3).**

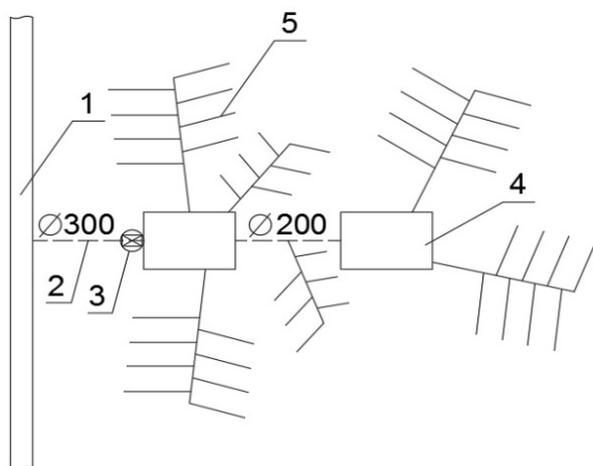
При осушении земель с западным рельефом и большим количеством понижений предусматривается горизонтальный дренаж, впадающий в проводящий канал с трубой-переездом, который будет препятствовать обра-

ботке полей широкозахватной техникой из-за малой длины гона.

Для увеличения эффективности технологической обработки полей, уборки и транспортировки урожая планируется устройство каскада водоемов-копаней, соединенных

между собой полиэтиленовыми гофрированными трубами диаметром 200 мм. На сбросном трубопроводе диаметром 300 мм, отводящем воду из последнего водоема-копани, устанавливается регулирующее устройство.

При длине транспортирующего трубопровода более 400 м запорное устройство может устанавливаться и в других местах для регулирования водного режима почв.



- 1 – водоприемник;
- 2 – полиэтиленовый трубопровод;
- 3 – регулирующее устройство;
- 4 – водоем-копань;
- 5 – дренаж

Рис. 3. Схема дренажной системы с каскадом водоемов-копаней

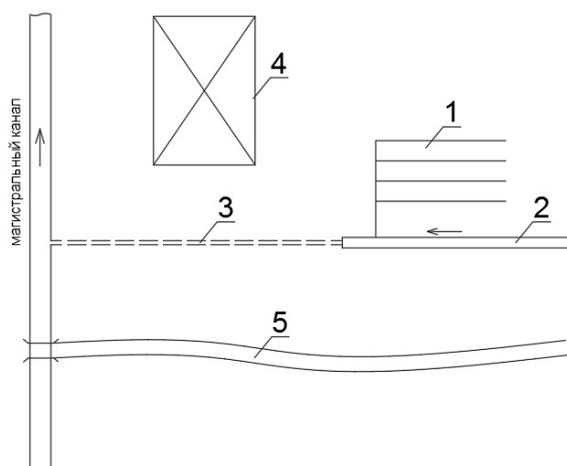
**Схема № 4. Реконструкция мелиоративной системы в зоне расположения сельхозобъекта (рис. 4).**

Трубы диаметром 300–500 мм используются не только при строительстве коллекторов новых осушительных систем. В ряде случаев практикуется замена участков открытых проводящих каналов закрытыми трубопроводами на территории населенных пунктов, глубоких перекопах в тех случаях, когда устройство трубопровода позволит снизить объемы крепления русла открытого канала.

На мелиоративной системе с дренажем и проводящим каналом в зоне расположения молочно-товарной фермы (МТФ) вынуждены

были провести реконструкцию, так как проводящий канал, который проходил в узком месте между дорогой и МТФ, затруднял обслуживание скота (выгон его на пастбище, к полевому стану и др.).

Вместо проводящего канала, впадающего в магистральный, заложен полиэтиленовый трубопровод диаметром 200 мм на длине 55 м, что значительно улучшило условия обслуживания содержания скота и экологию мелиорированного участка в месте расположения МТФ.



- 1 – дренаж;
- 2 – проводящий канал;
- 3 – полиэтиленовый трубопровод;
- 4 – молочно-товарная ферма;
- 5 – дорога

Рис. 4. Схема реконструкции мелиоративной системы в зоне расположения сельхозобъекта

Применение труб большого диаметра позволяет проектировать и строить крупные дренажные системы. При этом одной из основных проблем является отвод поверхностных вод, причем модуль поверхностного стока в различных природных условиях изучен недостаточно. Некоторые исследователи, например, в Литве, принимали для расчета диаметра дрен модуль стока 0,4–0,5 л/с га, который был примерно в 10–15 раз меньше весеннего или летнего стока паводковых вод. В эти периоды дренажные собиратели в состоянии отвести лишь незначительную их часть. Другая же часть этих вод должна быть отведена поверхностным путем. В Латвии расчетные значения модуля дренажного стока принимались в пределах 0,4–0,9 л/с га, а поверхностного – 0,3–0,7 л/с га [6].

### Выводы

1. Установлено, что при проектировании конструкций мелиоративных систем с проводящей сетью из полимерных труб большого диаметра одной из основных проблем является определение величины модулей дренажного и поверхностного стока в зависимости от расчетных периодов.

При расчете дренажных коллекторов модули дренажного и поверхностного стока суммировались. Их пропускная способность была вполне достаточной для отвода поверхностных вод в летний период. В Беларуси при проектировании дренажных систем модули дренажного стока принимают порядка 0,5–0,7 л/с га.

При отсутствии балансовых наблюдений рекомендуется принимать следующий модуль дренажного стока для различных грунтов [7]:

- глины, суглинки тяжелые и средние – 0,4–0,5 л/с га;
- суглинки легкие, супеси – 0,6 л/с га;
- пески, торфяники низинные – 0,7–0,8 л/с га.

2. При разработке принципиальных схем мелиоративных систем для осушения земель с наличием большого количества замкнутых понижений одним из важных их элементов должно предусматриваться устройство водоемов-копаней, позволяющих аккумулировать поверхностный сток для использования его при необходимости на орошение.

### Библиографический список

1. Фортуна, В. И. Технология механизированных сельскохозяйственных работ / В.И. Фортуна, С. К. Миронюк. – М. : Агропромиздат, 1986. – 302 с.
2. Сакалаускас, А. И. Экономическая эффективность замены проводящих каналов коллекторами большого диаметра / А. И. Сакалаускас // *Вопр. осушения земель гончарным дренажем : сб. науч. тр. / Латв. с.-х. ун-т. – Елгава, 1978. – Вып. 2. – С. 131–139.*
3. Рекомендации по проектированию и возведению мелиоративных систем и сооружений / Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», РУП «Институт мелиорации». – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 99 с.
4. Зеленков, Л. Д. Оценка работоспособности дренажных коллекторов больших диаметров / Л. Д. Зеленков // *Вопросы эксплуатации осушительно-увлажнительных систем : сб. науч. работ БелНИИМВХ / Мин-во мелиорации и вод. хозяйства СССР, Белорус. науч.-исслед. ин-т мелиорации и вод. хозяйства ; [редкол.: В. Ф. Карловский (отв. ред.) и др.]. – Минск, 1983. – С. 173–180.*
5. Сакалаускас, А. И. Закрытые коллекторы вместо открытых каналов / А. И. Сакалаускас // *Гидротехника и мелиорация. – 1968. – № 8. – С. 67–72.*
6. Риекстс, И. А. Опыт строительства крупных дренажных систем в Латвийской ССР / И. А. Риекстс // *Гидротехника и мелиорация. – 1968. – № 5. – С. 41–48.*
7. Мелиорация и водное хозяйство : справочник : т. 3 : Осушение / под ред. Б. С. Маслова. – М. : Агропромиздат, 1985. – 447 с.

Поступила 16.04.2020 г.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШЛЮЗА-РЕГУЛЯТОРА НА Р. ЛАНЬ

**Г. Г. Круглов**, кандидат технических наук, доцент,  
**Н. Н. Линкевич**, кандидат технических наук, доцент

Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь

### Аннотация

Приведены методика натурных обследований и результаты исследований технического состояния конструктивных элементов шлюза-регулятора. Выявлено их техническое состояние, наличие различного рода дефектов и разрушений. Даны рекомендации по ремонту и реконструкции.

**Ключевые слова:** шлюз-регулятор, обследование, дефекты, разрушения, прочность, рекомендации по ремонту.

### Abstract

**G. G. Kruglov, N. N. Linkevich**

### THE STUDY OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE GATEWAY REGULATOR ON THE LAN RIVER

The article presents the methodology of field surveys and the results of studies of the technical condition of the structural elements of the gateway regulator. Their technical condition, the presence of various kinds of defects and damage are revealed. Recommendations for repair and reconstruction are given.

**Keywords:** gateway regulator, surveys, defects, damage, strength, recommendations for repairing.

### Введение

Гидротехнические сооружения находятся в сложных условиях эксплуатации, обусловленных их значительными объемами, взаимодействием с основанием, воздушной и водной средами, воздействием волн, льда, атмосферных осадков, температуры, солнечной радиации, землетрясений и т. д. По серьезности последствий авария на гидротехнических сооружениях не может сравниться с аварией технологического оборудования. Серьезная авария крупного водоподпорного сооружения может привести к человеческими жертвам и большому материальному ущербу вследствие не только выхода из строя самих сооружений, но и разрушений волной прорыва населенных пунктов, промышленных предприятий и транспортных коммуникаций, расположенных ниже по течению. Тяжелые катастрофические последствия возможных аварий гидротехнических сооружений, особенно работающих под напором воды, предъявляют повышенные требования к их надежности.

В составе мелиоративных систем около 176 тыс. км мелиоративных каналов и водоприем-

ников, 89 тыс. гидротехнических сооружений (ГТС), в том числе 24,4 тыс. труб-регуляторов и 52,4 труб-переездов, 975 тыс. км закрытых дренажных коллекторов и дрен, 488 польдерных насосных станций, 918 прудов и водохранилищ и др. По данным государственного учета на 01.01.2015 г., мелиоративные системы на площади 426,4 тыс. га нуждались в реконструкции, 121,7 тыс. га – в ремонте, 23,8 тыс. км открытой сети заилены сверх допустимого, 12,3 тыс. км заросли древесно-кустарниковой растительностью, 16,8 тысяч гидротехнических сооружений требуют ремонта.

Начиная с 1990-х гг. из-за уменьшения ресурсного обеспечения ремонтно-эксплуатационных работ начали развиваться процессы ускоренного износа мелиоративных систем, повторного заболачивания, образования мезорельефа и др. Так, 90 % разрушений в шлюзах-регуляторах приходится на камеру шлюза и рисберму: раковины в стенках и днище камеры, разрушение бетона в бычках и устоях, разрушение стыков плит и блоков. Разрушения в основном находятся на уровне стояния быто-

вых вод (диапазон колебания – 20 см) в период осенне-зимних и весенних заморозков. Глубина разрушения фиксируется до 0,5 м, что определяется глубиной промерзания. Аналогичные повреждения (опор, устоев) имеют место у пешеходных и автомобильных мостов, труб-переездов и труб-регуляторов. Кроме того, у трубчатых сооружений часто наблюдаются разрушения стыков во входном и выходном оголовках и в теле трубы.

Оценка состояния объектов потенциальной опасности требует наличия объективной информации о техническом состоянии упомянутых сооружений и инженерных систем. В связи с этим была разработана методика натурных обследований, изучена техническая докумен-

тация по шлюзу-регулятору, проведен визуальный осмотр сооружений и их конструктивных элементов, определена прочность на сжатие бетонных конструкций шлюза-регулятора неразрушающим методом с помощью измерителя прочности бетона ИПС-МГ4.03, описано техническое состояние сооружений, обнаружены различного рода дефекты, и все наиболее значительные из них сфотографированы.

Обследование шлюза-регулятора на р. Лань выявило серьезные проблемы в работе сооружения. На основании проведенных исследований разработаны рекомендации по ремонту и реконструкции шлюза-регулятора, которые использованы при разработке проекта его реконструкции.

### Описание конструкции шлюза-регулятора на р. Лань

По территории Брестской и Минской областей протекает Лань, левый приток Припяти. Длина реки 161 км, площадь водосборного бассейна 2190 км<sup>2</sup>, среднегодовой расход воды в устье 11,3 м<sup>3</sup>/с. Ее исток находится около д. Габруны на Копыльской гряде, в среднем и нижнем течении река протекает по Припятскому Полесью, практически на всем протяжении она канализирована, зарегулирована водохранилищем Локтыши. В верхнем течении ее ширина 4–8 м, в нижнем – до 20 м; ширина поймы 0,6–1 км. Берега реки торфянистые, местами песчаные и супесчаные, их

высота 1–2 м. Долина реки шириной 1–1,5 км покрыта смешанными лесами, заболочена, имеется сеть мелиоративных каналов. Основные притоки справа – Бабка, Нача, Люта, слева – Цепра, Болванка.

Шлюз-регулятор построен в 1975 г. на пикете 374. Исходными данными для составления проекта послужили материалы изысканий, проведенные РУП «Белгипроводхоз» в 1970 г. Шлюз-регулятор совмещен с мостовым переходом автомобильной дороги Гоцк – Пузичи, его общий вид приведен на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид шлюза-регулятора на р. Лань

Шлюз-регулятор имеет 4 водосливных отверстия шириной 5,5 м и высотой 3,0 м. Конструкция шлюза-регулятора базируется на типовом проекте ШРА 3,5–4 × 5,5, так как типовый проект не соответствует требуемым параметрам (расходу, высоте отверстий и др.).

Камера шлюза-регулятора имеет доковую конструкцию, разделенную быками на четыре водосливных отверстия. Отметка порога шлюза принята на отметке дна – 137,38 м. Толщина железобетонного монолитного днища шлюза – 0,8 м, длина – 19,3 м. Днище шлюза-регулятора совмещено с водобойным колодцем глубиной 0,5 м. За низовым зубом водобойного колодца устроен трехслойный обратный фильтр общей толщиной 0,95 м. Над фильтром, по дну реки и береговым откосам, выполнена монолитная железобетонная плита длиной 3,6 м и толщиной 20 см.

Для снятия фильтрационного давления на плиту и обеспечения выхода фильтрационного потока в нижний бьеф в ней устроено два ряда разгрузочных колодцев. Участок рисбермы за монолитной плитой длиной 7,2 м закреплен плитами ПП 1,8 × 1,2 м толщиной 15 см, уложенными на подготовку из гравия толщиной 15 см, остальная часть рисбермы закреплена сборными железобетонными плитами ПР 1,8 × 1,2 м. По углам плиты скреплены провололочной скруткой. Для сопряжения рисбермы с руслом реки и для предотвращения подмыва рисбермы в ее конце устроен зуб из камня диаметром 16–25 см, глубиной 1,3 м.

Для удлинения пути фильтрационного потока под шлюзом-регулятором и уменьшения его градиента в состав подземного контура входят понур и шпунтовый ряд. Понур гибкий выполнен из глины толщиной 60 см. Место сопряжения понура с фундаментальной плитой шлюза-регулятора уплотнено двумя слоями брезента, пропитанного битумом длиной 1,5 м. Над понуром выполнен защитный слой из песка толщиной 25 см и подготовки из гравия толщиной 15 см. По гравийной подготовке уложены плиты крепления ПР 1,8 × 1,2 м. Дли-

на понура 7,2 м. Перед понуром для его сопряжения с дном реки выполнен зуб из камня глубиной 1,2 м.

Монолитные конструкции шлюза-регулятора и сборные плиты креплений выполнены из гидротехнического бетона марки 200, марка по морозостойкости МРЗ-150, по водонепроницаемости В-6. Плиты пролетного строения моста выполнены из бетона марки 300, морозостойкости МРЗ-200. Арматура железобетонных конструкций принята горячекатаная гладкая класса А-I и горячекатаная периодического профиля класса А-II. Арматурные сети и каркасы сварные. Рабочие затворы плоские, колесные, они перекрывают отверстия шириной 5,5 м и высотой 3,0 м. Для маневрирования рабочими затворами установлены электрифицированные двухвинтовые подъемники 20 ЭВД. Ремонтные затворы выполнены в виде шандор, для маневрирования которыми предусмотрены ручные тали грузоподъемностью 0,5 т.

Конструкция металлического перильного ограждения сварная, выполнена из швеллеров, труб и полос. Перильные ограждения крепятся к закладным деталям плит тротуаров и служебных мостиков. Ширина полотна подъездов к шлюзу-регулятору принята 10 м. Покрытие подъездов в пределах шлюза асфальтовое, толщиной 5 см по основанию из камня, диаметром 14–15 см. Заложение откосов подъездов 1 × 1,5. Откосы подъездов в пределах шлюза закреплены сплошной одерновкой, далее – одерновка в клетку с подсыпкой растительного грунта и посевом трав.

Для проведения наблюдений за уровнями воды в реке, а также в целях возможности в дальнейшем устроить автоматическое регулирование маневрированием затворами устроены два колодца диаметром 60 см. Трубопроводы к колодцам выполнены из металлических труб диаметром 76 мм и выведены на понур и рисберму. Крепятся трубопроводы металлическими скобами, замоноличенными в стыки между плитами. На концах трубопроводов бетонные упоры и фильтры.

### Методика натурных обследований

Обследование шлюза-регулятора на р. Лань проводилось силами и средствами организации-исполнителя, то есть сотрудниками БНТУ,

по предварительно разработанной методике. Методика натурных обследований составлена на основании опыта подобных работ, а также

обзора и анализа источников [1–10]. Заказчик оказывал исполнителю содействие по всем вопросам, предоставлял всю техническую документацию, имеющуюся в его подразделениях, активно помогал в проведении натурных обследований гидротехнических сооружений.

Основные задачи натурных обследований – оценка общего состояния конструкций, соответствие их проекту, выявление дефектов, повреждений и неблагоприятных процессов, вскрытие возможных причин их появления и разработка профилактических или восстановительных мероприятий по устранению повреждений и дефектов для обеспечения надежной и безопасной работы сооружения, предотвращения отказов и аварий, улучшения режимов эксплуатации и оценки уровня безопасности и риска аварий.

Обследования проводились группой, результаты сопоставлялись, и все обнаруженные дефекты и повреждения повторно проверялись. Записи и фотографирование проводились непосредственно на месте.

Для определения прочностных свойств бетонных конструкций использовался неразрушающий метод ударного импульса с помощью измерителя прочности бетона ИПС-МГ4.03 (сертификат № 31204). Диапазон измерений прочности  $3 \div 100$  МПа, пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений  $\pm 8$  %. Измерения проводились для основных конструктивных элементов бетонных сооружений шлюзов-регуляторов (береговые устои, плиты крепления и др.). Каждое измерение осуществлялось на участке сооружения размером не менее  $100 \text{ см}^2$ . Число измерений на каждом участке было не менее 15. После проведения 15 измерений прибор проводит автоматическую обработку результатов и на дисплее высвечивается конечный результат: прочность бетона в мегапаскалях и класс бетона.

Таким образом, в состав работ, выполняемых в рамках натурных обследований, включены:

- изучение технической документации;
- обследование общего состояния сооружений и их элементов;
- установление повреждений и дефектов отдельных конструкций сооружений;

- выявление причин, вызывающих повреждение конструкций;
- определение прочностных свойств бетонных конструкций;
- разработка рекомендаций по устранению выявленных дефектов и повреждений.

*Изучение технической документации по гидротехническим сооружениям.*

К технической документации, подлежащей изучению, относится проектная (включающая все внесенные в проект изменения и данные об инженерно-геологических, гидрогеологических, гидрологических, топографических и природно-климатических условиях строительства); исполнительная; документация по реконструкции, проведению текущих ремонтов; акты приемки скрытых работ; материалы предшествующих обследований и исследований; акты инспекторских проверок и комиссионных обследований состояния гидротехнических сооружений, расследований повреждений и аварий; книги текущего состояния сооружений и видов ремонта; данные о службе эксплуатации ГТС и уровне культуры эксплуатации ГТС (укомплектованность и квалификация штатов, наличие необходимых методических материалов, средств измерений и контроля, регулярность обследований состояния ГТС и проведения текущих ремонтов, привлечение к анализу данных натурных наблюдений специализированных организаций и пр.) и др. Эти материалы изучаются в первую очередь в эксплуатирующей организации, а в случае их отсутствия – в организациях, выполнявших указанные работы.

При изучении материалов разных лет необходимо обратить особое внимание на отражение в них идентичности и взаимной увязки элементов сооружений, их размеры и высотное расположение и др. Если такое несоответствие выявляется, то требуется сопоставление с натурой, установление истинного положения или состояния, что отражается в отчете.

В результате изучения технической документации должны быть получены следующие материалы:

- проектная и другая техническая документация;
- данные о предшествующих обследованиях или исследованиях, принятых ре-

шениях, связанных с ремонтом или реконструкцией, и их выполнении;

- сведения о несоответствии в материалах разных лет;
- документация, которую необходимо восстановить.

Техническая документация изучалась в ГУП «Солигорское ПМС», которое осуществляет эксплуатацию шлюза-регулятора.

### Результаты натурных обследований шлюза-регулятора на р. Лань

Техническое состояние бетонных конструкций шлюза-регулятора в целом удовлетворительное. Было зафиксировано нерабочее состояние электрифицированных двухвинтовых подъемников затворов, вследствие чего маневрирование последними осуществля-

лось автомобильным подъемным краном. Таким образом, потребовалась замена подъемного оборудования.

Назовем основные дефекты и разрушения бетонных конструкций.

1. Разрушение облицовки, каверны и оголение арматуры на напорной грани бычков; разрушение уплотнений стыков сборных железобетонных плит крепления берегов в верхнем бьефе (рис. 2).



Рис. 2. Напорная грань бычков в зоне переменного уровня и стыки сборных железобетонных плит крепления

2. Разрушение защитного слоя бетона, каверны, оголение и коррозия арматуры (рис. 3).



Рис. 3. Каверны, оголение и коррозия арматуры соответственно на боковых поверхностях бычков, плитах перекрытия автомобильного моста и береговом открылке устоя

3. Разрушение плит служебного мостика и уплотнения температурно-осадочного шва между стенкой камеры шлюза и открылков нижнего бьефа (рис. 4).

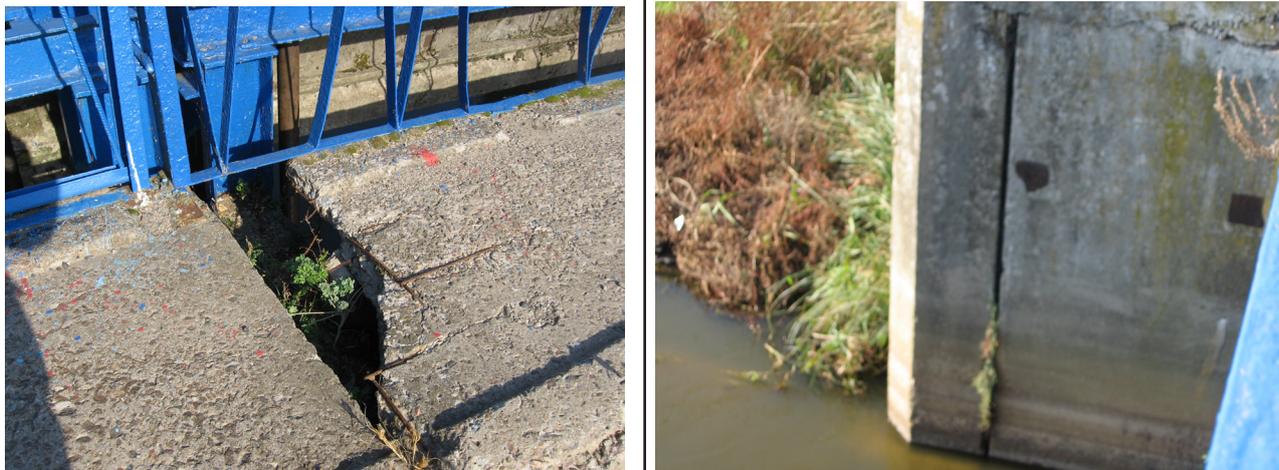


Рис. 4. Разрушение плиты служебного мостика и уплотнения конструктивного шва

4. Осадки и провалы грунта в зоне примыкания стенок шлюза к берегам (рис. 5).



Рис. 5. Провалы грунта в примыкании левобережного устоя

Результаты измерений прочности на сжатие бетонных конструкций шлюза-регулятора на р. Лань приведены в таблице.

Анализ данных таблицы показывает: прочность бетона больше 20 МПа, что соответствовало или было выше марки бетона М200, которая является допустимой для конструкций подпорных гидротехнических сооружений. Прочность бетона менее 20 МПа получена только для плиты крепления левого берега в верхнем бьефе шлюза-регулятора.

Т а б л и ц а. Прочность бетонных конструкций шлюза-регулятора на р. Лань

Наименование сооружения и конструктивного элемента шлюза-регулятора	Номера точек измерения	Прочность бетона на сжатие, МПа	Класс бетона
1. Верховой открьлок правобережного устоя	1	52,0	B50
	2	25,8	B25
2. Плиты крепления правого берега в верхнем бьефе «—» в зоне переменного уровня	1	20,7	B20
	2	20,0	B20
3. Низовой открьлок правобережного устоя	1	73,5	B70
	2	43,1	B40
4. Верховой открьлок левобережного устоя	1	66,4	B65
5. Плита крепления левого берега в верхнем бьефе	1	18,5	B15
6. Низовой открьлок левобережного устоя	1	54,2	B50
7. Плита крепления левого берега в нижнем бьефе	1	41,7	B40

### Заключение

Сегодня в Беларуси существует опасность возникновения риск-ситуаций на гидротехнических сооружениях. Полноценный контроль за состоянием сооружений, особенно местных и локальных, практически отсутствует. Одним из возможных подходов для решения проблемы контроля может явиться мониторинг состояния гидротехнических сооружений. Для реализации этой задачи разработана методика натурных обследований гидротехнических сооружений, которая должна выполняться поэтапно с учетом специфики объектов.

В качестве основных мероприятий по ремонту и реконструкции шлюза-регулятора на р. Лань рекомендуется проведение ремонтных работ и реконструкция шлюза-регулятора, несмотря на то что техническое состояние бетонных и железобетонных конструкций удовлетворительное. Подъемные устройства для маневрирования рабочими затворами необходимо демонтировать и заменить на новые. Пазовые конструкции и рабочие затворы следует отремонтировать, очистить от ржавчины и нанести антикоррозионные покрытия, а в ра-

бочих затворах заменить боковые и донные уплотнения. Оголенную арматуру на всех конструкциях шлюза-регулятора требуется зачистить от ржавчины и нанести защитный слой бетона. Ремонт дефектов бетонных конструкций (трещины, каверны, сколы и т. д.) можно выполнить зачисткой места повреждения до здорового бетона, зачеканкой цементно-песчаным раствором с последующим торкретированием или заделкой этих повреждений цементными смесями «Кальматрон», «Парад», «Эмако» и др. Разрушенные уплотнения стыков сборных железобетонных плит крепления берегов необходимо очистить от мусора и грунта, затем заполнить бетоном или битумной мастикой. Разрушенные уплотнения температурно-осадочных швов следует очистить, удалить мусор и зачеканить герметиком или битумной мастикой. В местах осадок и провалов грунта в примыкании стенок камер шлюза к берегам необходимо удалить растительный грунт и заполнить провалы песчаным грунтом с последующим тщательным уплотнением.

**Библиографический список**

1. Указания по организации натуральных наблюдений и исследований на строящихся гидротехнических сооружениях : ВСН 01–74. Минэнерго СССР, ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. – Л. : Энергия, 1974. – 22 с.
2. Типовая техническая программа обследования гидротехнических сооружений эксплуатируемых электростанций. – М. : СПО «Союзтехэнерго», 1982. – 40 с.
3. Линкевич, Н. Н. Эксплуатация гидротехнических сооружений : учеб. пособие / Н. Н. Линкевич, М. В. Нестеров. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 514 с.
4. Круглов, Г. Г. Исследование технического состояния судходной плотины гидроузла «Стахово» Лунинецкого района Брестской области / Г. Г. Круглов, Н. Н. Линкевич // Мелиорация. – 2018. – № 4 (86). – С. 31–37.
5. Инструкция по эксплуатации гидротехнических сооружений и водохранилищ гидроэлектростанций : СТП 09110.21.540-13. Введ. 01.04.2014. – Минск : ГПО «Белэнерго», 2013. – 54 с.
6. Круглов, Г. Г. Результаты натуральных обследований гидротехнических сооружений водохранилища «Заславское» и мероприятия по предотвращению их разрушения фильтрационным потоком / Г. Г. Круглов, Н. Н. Линкевич // Мелиорация. – 2015. – № 1 (73). – С. 160–165.
7. Обследование строительных конструкций зданий и сооружений. Порядок проведения : ТКП 45-1.04-37-2008\* (02250) / М-во стр-ва и архитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2014. – 42 с.
8. Методы обследования и способы ремонта бетонных гидротехнических сооружений / сост. М. М. Трункова. – М. : Информэнерго, 1979. – 83 с.
9. Бечин, А. П. Исследование бетона эксплуатируемых гидротехнических сооружений / А. П. Бечин, М. М. Трункова, В. А. Рябов. – Л. : Энергия, 1970. – 33 с.
10. Физдель, И. А. Дефекты в конструкциях, сооружениях и методы их устранения / И. А. Физдель. – М. : Стройиздат, 1987. – 336 с.

Поступила 23.04.2020 г.

# ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 636.085:633.31:631.442

## КАЧЕСТВО УРОЖАЯ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ В УСЛОВИЯХ ПООЗЕРЬЯ

*П. Ф. Тиво, доктор сельскохозяйственных наук*

*Л. А. Саскевич, старший научный сотрудник*

*Д. А. Постникова, младший научный сотрудник*

*РУП «Институт мелиорации»,  
г. Минск, Беларусь*

### Аннотация

В результате проведенных исследований установлено преимущество бобовых культур над злаковыми травами по содержанию сырого протеина, нейтрально-детергентной клетчатке (НДК) и кислотно-детергентной (КДК). Запоздывание с уборкой многолетних трав, включая и люцерну, ухудшает качество зеленой массы из-за избыточного накопления клетчатки.

**Ключевые слова:** люцерна посевная, клевер луговой, углеводы, нейтрально-детергентная клетчатка, кислотно-детергентная клетчатка, гемицеллюлоза, сырой протеин, сырая клетчатка, сырой жир, сырая зола.

### Abstract

*P. Ph. Tivo, L. A. Saskevich, D. A. Postnikova*  
**QUALITY CROPPING ALFALFA CULTIVATED  
UNDER THE CONDITIONS OF POOZERIE**

As a result of the studies, the advantage of legumes over cereal herbs in the content of crude protein, neutral detergent fiber (NDF) and acid-detergent (ADF) was established. The delay in harvesting perennial herbs, including alfalfa, affects the quality of the green mass due to excessive accumulation of fiber.

**Keywords:** sowing alfalfa, meadow clover, carbohydrates, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, hemicellulose, crude protein, crude fiber, crude fat, crude ash.

### Введение

Люцерна является ценной кормовой культурой, высокообеспеченной белком, каротином и витаминами. По наличию сырого протеина люцерна превосходит остальные многолетние бобовые травы, сбор которого может достигать 1,5–2,6 т/га, причем его производство обходится многократно дешевле, чем приобретение дорогостоящего соевого шрота. Люцерна отличается и высоким выносом кальция по сравнению с другими растениями, что в значительной мере обуславливает повышенную потребность данной культуры в этом элементе. С последним фактором, как известно, связана высокая эффективность известко-

вания дерново-подзолистых почв при возделывании люцерны и других бобовых растений. Главное условие для ее произрастания на минеральных почвах – нейтральная реакция среды (рН 6,5–7,0), что активизирует азотфиксацию. Так, при рН 5,0 она составляет всего лишь 40 кг, в то время как в условиях оптимальных значений  $pH_{KCl} - 200-350$  кг/га [1].

Люцерна превосходит клевер луговой и лядвенец рогатый по продуктивному долголетию, качеству урожая и засухоустойчивости. Ее корневая система обладает высокой сосущей силой [2]. Несмотря на высокий коэффициент транспирации, люцерна способна использо-

вать воду из более глубоких слоев почвы. Это особенно актуально в условиях потепления климата и дефицита атмосферных осадков.

Существенная роль люцерны заключается также в повышении плодородия почв (возрастании содержания гумуса и азота) и ограничении эрозионных процессов на склоновых минеральных землях, преобладающих в Белорусском Поозерье. Не менее важно и то,

### Условия проведения исследований

При выращивании учитывались требования люцерны к водному и пищевому режимам. Для люцерны непригодны песчаные (прежде всего из-за недостатка влаги) и тяжелые по гранулометрическому составу суглинистые почвы из-за переувлажнения. Однако в Поозерье, где нами проводились исследования, наиболее распространены легкие суглинки и связные супеси, при этом содержание гумуса в пахотном слое составляло 1,7–2,0 %, плотность – 1,3 г/см<sup>3</sup>.

Успешное возделывание многолетних бобовых трав невозможно без внесения удобрений, тем более что люцерна – самая требовательная к содержанию в почве фосфора сельскохозяйственная культура, а на калий отзывается почти так же, как сахарная свекла. Дозы удобрений определялись по балансовому методу с учетом планируемой урожайности, содержания фосфора и калия в почве и выноса их растениями.

В полевых опытах фосфорные и калийные удобрения вносили перед посевом люцерны (сорт Будучыня) в основную заправку в дозах соответственно 90 и 120 кг/га д. в. Содержание в почве подвижных форм P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> составляло 170 мг/кг, планируемая урожайность зеленой массы – 400 ц/га. В данном случае проводилась ежегодная подкормка посевов трав фосфором (в один прием) дозой 60 кг/га д. в.

Повышенная потребность бобовых растений в этом элементе обусловлена ключевой ролью АТФ (аденозинтрифосфорная кислота) в энергетическом обеспечении азотфиксации. Считается, что на фиксацию 1-й молекулы азо-

что при возделывании многолетних бобовых трав отпадает необходимость в использовании дорогостоящих азотных удобрений. В итоге снижаются затраты на производство кормов.

В настоящее время в нашей республике под люцерной занято 221 тыс. га, с перспективой дальнейшего увеличения ее посевной площади.

та растениями затрачивается 15–20 молекул АТФ [1].

Из микроэлементов применяли молибден (для обработки семян – 20 г/ц и некорневой подкормки – 40 г/га д. в.) и бор – 20–30 г/ц и 50 г/га соответственно. Улучшение питания растений молибденом существенно повышает продуктивность и содержание люцерны в травостое, а следовательно, и сырого протеина в растениях.

Учитывалась также высокая отзывчивость люцерны на калийные удобрения, хотя дозы их не должны быть чрезмерными: иначе произойдет излишнее обогащение корма калием и ухудшение соотношения калия к натрию и калия к кальцию и магнию. Поэтому при наличии в пахотном слое обменного K<sub>2</sub>O порядка 200 мг/кг в первый год пользования травостоем следует отказаться от подкормки калийными удобрениями. В последующий период необходимо под каждый укос вносить по 40–60 кг/га K<sub>2</sub>O.

В наших исследованиях суммарные дозы калия ежегодно за вегетационный период при трехукосном использовании многолетних трав составляли 120 и 180 кг/га д. в. Контролем являлся вариант без удобрений. Однократное внесение таких доз калия может привести к избыточному содержанию этого элемента в растениях, что существенно ухудшит минеральный состав травяных кормов.

Азотные удобрения на бобово-злаковых травостоях с содержанием люцерны или клевера не менее 30–40 % не применялись.

### Современные представления о качестве углеводов

Для жвачных животных основой рациона являются объемистые корма, которые содер-

жат структурные и неструктурные углеводы (рис. 1).

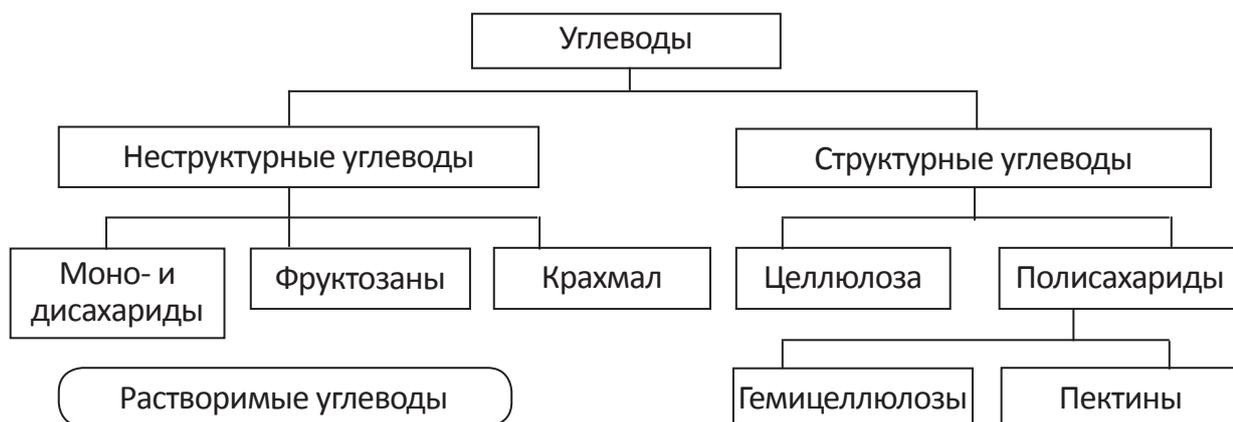


Рис. 1. Группы углеводов в растительных кормах [3]

Оценка кормовых культур, включая люцерну и клевер луговой, предусматривало определение содержания структурных и неструктурных углеводов, а также сырой клетчатки. Несмотря на то что жвачные животные обладают сложной системой, приспособленной к перевариванию клетчатки, последняя далеко не полностью усваивается в их пищеварительном тракте. Сырая клетчатка дает лишь приблизительное представление о степени переваримости кормов. Проблемой определения сырой клетчатки является то, что в процессе химического анализа корма под действием кислот и щелочей часть гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина растворяется и фильтруется; при подсчете учитывается в БЭВ (безазотистые экстрактивные вещества). Таким образом, истинная картина содержания углеводов искажается [4, 5]. В результате этого становится невозможной разработка научно обоснованного рациона кормления животных, что не лучшим образом сказывается на их продуктивности.

Клетчатка является необходимым элементом питания для всех сельскохозяйственных животных, прежде всего для жвачных. Она обеспечивает нормальную моторику желудочно-кишечного тракта и образование в рубце уксусной кислоты и других летучих жирных кислот, необходимых для синтеза молочного жира [6]. Недостаток углеводов приводит к расщеплению жиров тела с образованием повышенного количества ацетоуксусной и бета-оксимасляной кислот, что вызывает заболевание животных кетозом. Малое количество структурных веществ и легкогидролизуемых углеводов в траве служит причиной нарушения обмена веществ у животных [7]. При содержании в рационе НДК и КДК меньше соответственно 35 и 19 % не исключается заболевание животных ацидозом [8]. В то же время избыточное количество клетчатки снижает переваримость корма, умень-

шает концентрацию энергии в сухом веществе и молочную продуктивность. Основная причина этого – заготовка кормов из перестоявших трав [9].

С учетом важной роли клетчатки современные подходы к определению качества корма и его питательности предлагают введение новых параметров для характеристики качества кормов: так, при анализе корма вместо общепринятой сырой клетчатки определяется НДК и КДК [10, 11].

Оптимальное содержание структурообразующих углеводов в корме – одно из основных условий нормальной работы пищеварительного тракта, а также улучшения переваримости и использования органических веществ рациона жвачными животными.

НДК в сухом веществе рациона для высокоудойных коров составляет около 37–38 %, причем основное ее количество должно поступать от грубых кормов [12].

Избыточное содержание структурных углеводов в рационе ингибирует переваримость питательных веществ кормов.

По исследованиям российских ученых, оптимальный уровень НДК и КДК в расчете на сухое вещество в рационах коров после 100 дней лактации находится в пределах 32–37 и 25,0–25,5 % соответственно. Для третьих 100 дней лактации целесообразно использовать рационы с НДК 38–40 %, которые не способствуют излишнему жиронакоплению и подготавливают коров к запуску, сухостойному периоду и увеличению потребления объемистых кормов [13]. В. П. Лазаренко указывает, что уровень НДК в рационах высокопродуктивных коров должен быть в пределах 30–35 %, КДК – 20–22 % [14]. По оценке Ю. В. Сизовой, оптимальное содержание НДК в рационах коров составляет 31–35 % [15]. Со-

гласно рекомендациям *National Research Council* (США, 2001), в сухом веществе рационов для высокопродуктивных молочных коров должно содержаться НДК от 25 до 28 % [16]. Примерно такие же данные называют и другие специалисты [17, 18]. Применительно к объемистым кормам в Нидерландах называются более высокие цифры [19]. Согласно стандарту, разработанному в США, в сене бобово-злаковых трав НДК может составлять 54–65 %, а КДК – 32–41 %. В отноше-

нии бобовых трав уровень этих показателей несколько ниже [20].

Репрезентативны в этом отношении данные специалистов Ленинградской области, где достигнут самый высокий годовой надой коров в Российской Федерации (в среднем 8 тыс. кг). Здесь выработан уникальный подход к качеству кормов, когда классифицируют корма, заготавливаемые из бобовых и бобово-злаковых трав, следующим образом (табл. 1) [21].

Таблица 1. **Классность бобовых и бобово-злаковых объемистых кормов**

Класс	Сырой протеин, % СВ	КДК, % СВ	НДК, % СВ	Относительная кормовая ценность, баллы
1	>19	<31	<40	>140
2	17–19	31–35	40–46	124–140
3	13–17	36–41	47–51	101–123
4	<13	>41	>51	<100

По-видимому, полученные результаты могут быть использованы в условиях нашей

республики, где ставится задача существенно повысить продуктивность молочных коров.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Данные, полученные на минеральных почвах Витебской опытно-мелиоративной станции (далее – ВОМС), выявили в 1-м укосе многолетних трав следующую закономерность: сухая масса люцерны в фазе ветвления характеризовалась более низким содержанием НДК и КДК, чем коострец безостый в фазе трубкования (табл. 2). Так, в первом случае их величина составляла соответственно 45,4 и 25,1 %, а во втором – 59,0 и 35,6 %. То же имело место и у клевера лугового первого года пользования. Сложнее дело обстояло с влиянием минеральных удобрений на содержание структурных углеводов. Применительно к данной фазе развития растений можно говорить пока о тенденции повышения количества НДК и КДК в травостое люцерны на фоне  $P_{60}K_{120}$  относительно контроля (без удобрений). В фазах бутонизации и цветения две дозы удобрений увеличивали концентрации НДК и КДК. У клевера лугового, наоборот, наблюдалось увеличение содержания структурных углеводов в варианте с повышенной дозой калия. Не выявлено особых различий между осушенным и неосушенным участками по качеству урожая этой бобовой травы, что в определенной мере можно объяснить погодными условиями 2019 г., когда в июне выпало в 2,5

раза меньше осадков по сравнению с нормой. Аналогичная закономерность отмечалась и при определении качества трав в фазах бутонизации бобовых растений и колошения злаковых.

Между тем, по утверждению В. В. Прокошева и И. П. Дерюгина, калий усиливает синтез целлюлозы, что увеличивает толщину клеточных стенок [22]. Однако содержание лигнина (отрицательно влияющего на переваримость корма), наоборот, снижается относительно контроля (без удобрений) [23]. Не исключено, что это обусловлено совместным внесением фосфора и калия, а не односторонним внесением одних калийных удобрений. Но в любом случае данная проблема требует более детальных исследований.

Независимо от вида многолетних бобово-злаковых трав, количество кислотно-детергентной клетчатки в них было существенно ниже содержания нейтрально-детергентной клетчатки. В свою очередь кислотно-детергентная клетчатка превосходила по содержанию сырую клетчатку, что согласуется с данными других исследований.

Таблица 2. Качество урожая 1-го укоса многолетних трав, ВОМС, 2019 г.

№	Травостой, год пользования (г. п.) и фаза (ф.) развития	Вариант	СП	СЗ	НДК	КДК	СК	СЖ
1	Люцерна 7 г. п., ф. ветвления	P K <sub>0 0</sub>	26,1	12,8	45,4	25,1	18,4	2,6
		P K <sub>60 120</sub>	24,5	12,2	46,8	26,6	19,1	2,5
		P K <sub>60 180</sub>	22,6	11,4	42,6	22,5	20,8	2,4
2	Люцерна 7 г. п., ф. бутонизации	P K <sub>0 0</sub>	20,6	10,6	49,0	28,3	25,4	2,3
		P K <sub>60 120</sub>	20,5	10,9	52,5	31,0	28,1	2,2
		P K <sub>60 180</sub>	22,0	11,8	52,5	30,7	25,9	2,3
3	Люцерна 7 г. п., ф. цветения	P K <sub>0 0</sub>	16,9	9,4	50,6	29,2	31,1	2,2
		P K <sub>60 120</sub>	18,2	9,5	47,5	26,9	28,9	2,4
		P K <sub>60 180</sub>	17,1	9,3	49,4	28,1	30,7	2,4
4	Кострец 7 г. п., ф. трубкования	P K <sub>0 0</sub>	17,7	11,3	59,0	35,6	28,5	2,1
		P K <sub>60 120</sub>	17,2	10,8	58,9	35,5	28,9	2,2
		P K <sub>60 180</sub>	12,4	9,3	55,2	32,8	26,7	2,2
5	Кострец 7 г. п., ф. цветения	P K <sub>0 0</sub>	17,5	11,5	62,5	38,8	31,5	2,0
		P K <sub>60 120</sub>	14,3	9,7	63,2	39,3	34,9	2,0
		P K <sub>60 180</sub>	11,8	8,8	59,3	36,4	33,5	1,8
6	Клевер 1 г. п., ф. ветвления	P K <sub>0 0</sub>	25,1	12,6	42,6	23,5	15,2	2,6
		P K <sub>60 120</sub>	22,4	12,1	41,1	21,7	16,3	2,6
		P K <sub>60 180</sub>	20,5	11,8	44,9	24,6	19,1	2,4
7	Клевер 1 г. п., ф. бутонизации	P K <sub>0 0</sub>	20,2	11,1	47,2	27,1	21,6	2,4
		P K <sub>60 120</sub>	18,7	10,7	48,4	27,7	23,9	2,4
		P K <sub>60 180</sub>	17,1	10,0	49,4	28,8	25,9	2,3
8	Осушенный участок, клевер 1 г. п., ф. ветвления	P K <sub>0 0</sub>	22,5	11,6	41,0	22,4	14,7	2,5
		P K <sub>60 120</sub>	22,5	11,7	43,6	24,0	17,1	2,5
		P K <sub>60 180</sub>	22,0	11,9	43,2	23,2	17,9	2,4
9	Осушенный участок, клевер 1 г. п., ф. бутонизации	P K <sub>0 0</sub>	16,8	9,8	49,3	28,6	26,3	2,3
		P K <sub>60 120</sub>	19,2	10,6	46,7	26,5	23,2	2,4
		P K <sub>60 180</sub>	17,2	10,1	48,4	27,7	24,8	2,4
10	Неосушенный участок, клевер 1 г. п., ф. ветвления	P K <sub>0 0</sub>	23,0	12,0	43,8	24,3	14,3	2,4
		P K <sub>60 120</sub>	20,5	11,4	42,0	22,4	17,4	2,4
		P K <sub>60 180</sub>	24,2	12,7	45,8	25,6	16,3	2,5
11	Неосушенный участок, клевер 1 г. п., ф. бутонизации	P K <sub>0 0</sub>	19,6	11,2	47,7	27,2	23,1	2,4
		P K <sub>60 120</sub>	18,8	10,4	45,5	25,9	23,1	2,4
		P K <sub>60 180</sub>	18,7	10,7	46,1	26,1	22,4	2,4

Примечание. № 1–7 – почва дерново-подзолистая глееватая; № 8–11 – почва дерново-глеевая; СП – сырой протеин; СЗ – сырая зола; НДК – нейтрально-детергентная клетчатка; КДК – кислотно-детергентная клетчатка; СК – сырая клетчатка; СЖ – сырой жир.

Содержание структурных углеводов нами контролировалось у многолетних бобовых трав (табл. 3).

Таблица 3. Качество урожая 2-го укоса многолетних трав, ВОМС, 2019 г.

№	Травостой, год пользования (г. п.) и фаза (ф.) развития	Вариант	СП	СЗ	НДК	КДК	СК	СЖ
1	Люцерна 1 г. п., ф. ветвления	$P_{60}K_{120}$	19,5	10,2	41,6	21,8	19,9	2,3
2	Люцерна 1 г. п., ф. бутонизации	$P_0K_0$	18,3	10,2	45,2	25,5	23,9	2,1
		$P_{60}K_{120}$	17,9	10,0	49,3	28,1	26,0	1,9
3	Люцерна 1 г. п., ф. цветения	$P_0K_0$	18,3	10,2	45,2	25,5	23,9	2,1
		$P_{60}K_{120}$	17,9	10,0	49,3	28,1	26,0	1,9
4	Люцерна 7 г. п., ф. ветвления	$P_0K_0$	24,7	12,6	48,8	27,8	20,5	2,7
		$P_{60}K_{120}$	20,7	10,9	50,8	29,4	20,7	2,3
		$P_{60}K_{180}$	25,4	13,2	50,0	28,7	19,3	2,6
5	Люцерна 7 г. п., ф. бутонизации	$P_0K_0$	22,4	11,7	51,4	29,6	26,5	2,1
		$P_{60}K_{120}$	23,2	12,6	54,7	32,5	22,8	2,3
		$P_{60}K_{180}$	24,0	12,6	52,2	30,4	23,2	2,5
6	Люцерна 7 г. п., ф. цветения	$P_0K_0$	14,0	9,8	57,7	34,1	27,6	1,7
		$P_{60}K_{120}$	12,6	9,2	56,0	49,3	28,5	1,8
7	Осушенный участок, клевер 1 г. п., ф. бутонизации	$P_{60}K_{120}$	18,7	11,6	51,5	29,7	24,6	1,8
8	Неосушенный участок, клевер 1 г. п., ф. бутонизации	$P_{60}K_{120}$	19,2	11,1	50,8	28,9	24,4	1,9

Примечание. № 1–6 – почва дерново-подзолистая глееватая; № 7–8 – почва дерново-глеевая.

Содержание НДК, КДК и других показателей в урожае бобовых трав определялись и по завершении их вегетации (табл. 4).

Таблица 4. Качество урожая 3-го укоса многолетних трав, ВОМС, 2019 г.

№	Травостой, год пользования (г. п.) и фаза (ф.) развития	Вариант	СП	СЗ	НДК	КДК	СК	СЖ
1	Люцерна 7 г. п., ф. ветвления	$P_0K_0$	16,8	9,6	47,2	25,7	26,3	1,9
		$P_{60}K_{120}$	16,1	10,3	53,0	30,2	27,4	1,8
		$P_{60}K_{180}$	14,1	9,5	55,6	32,2	30,1	1,8
2	Люцерна 1 г. п., ф. бутонизации	$P_0K_0$	19,9	11,1	46,8	25,2	24,9	1,7
		$P_{60}K_{120}$	19,0	10,8	47,5	25,7	26,2	1,6
		$P_{60}K_{180}$	20,1	11,2	44,5	23,7	24,2	1,9

Наблюдались некоторые различия по содержанию НДК и КДК между люцерной 1-го и 7-го годов пользования: меньшим оно было у молодого травостоя. Аналогичная закономерность отмечается применительно к сырому протеину и сырой клетчатке.

Нами также установлено, что прежняя методика определения сырой клетчатки занижает ее содержание. В этой связи возникла необходимость в использовании системы детергентного анализа для контроля качества травостоя в отношении углеводов, что дает возможность

объективно оценить качество растительного сырья и заготавливаемых кормов.

Определение НДК и КДК получило широкое распространение в странах Запада. Присутствуют эти показатели и в российской системе нормирования рационов, особенно

в хозяйствах с наличием высокопродуктивных коров. Согласно нашим данным по трем укосам и фазам развития растений, можно рассчитать содержание неструктурных углеводов (НСУ) и гемицеллюлозы по следующим формулам:

$$\text{НСУ (\%)} = 100 - (\text{СП (\%)} + \text{СЖ (\%)} + \text{СЗ (\%)} + \text{НДК (\%)});$$

$$\text{гемицеллюлоза (\%)} = \text{НДК (\%)} - \text{КДК (\%)}.$$

На рис. 2 и 3 представлено среднее содержание неструктурных углеводов и гемицеллюлозы в травостое люцерны посевной 7-го года пользования.

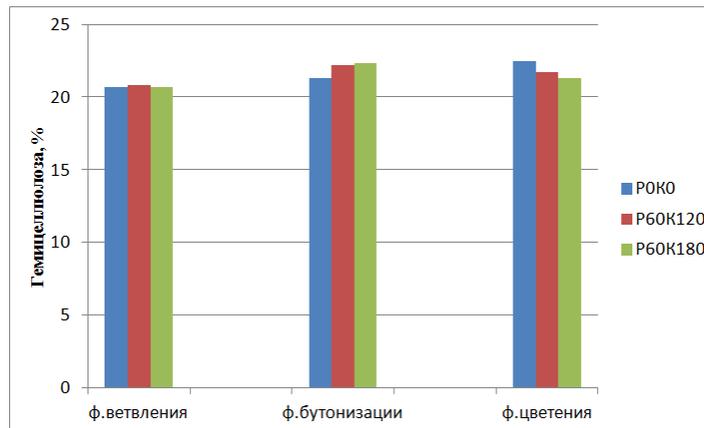


Рис. 2. Среднее содержание неструктурных углеводов (НСУ) в травостое люцерны посевной 7-го года пользования

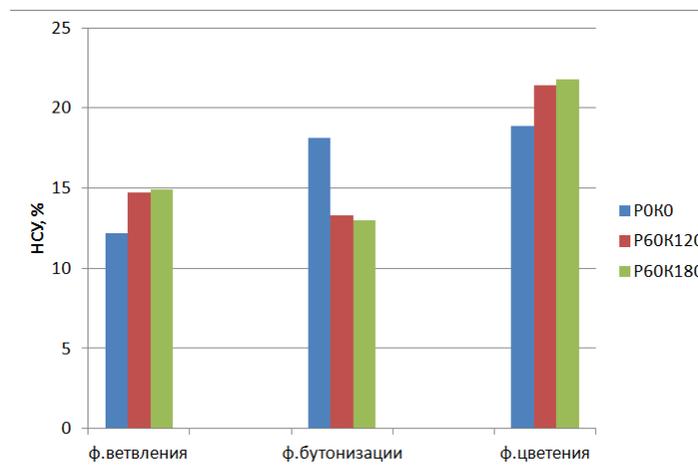


Рис. 3. Среднее содержание гемицеллюлозы в травостое люцерны посевной 7-го года пользования

Приведенные данные свидетельствуют, что на контрольном варианте в фазах ветвления и цветения растения содержали неструктурных углеводов несколько меньше, чем в вариантах с фосфорно-калийными удобрениями. Относительно гемицеллюлозы устоявшей закономерности не установлено.

Что касается травостоя люцерны посевной 1-го года пользования, то НСУ здесь составляли 20,5–28,4 % и гемицеллюлоза – 19,0–21,6 %.

Известно, что большое значение в питании животных имеет сырой протеин. В нашей республике он пока в дефиците, и для его устранения приходится ежегодно закупать за рубежом 380–420 тыс. т белкового сырья, что приводит к

удорожанию производства животноводческой продукции. Поэтому расширение посевных площадей многолетних бобовых трав, особенно люцерны, при строгом соблюдении технологии их возделывания ускорит решение данной проблемы. Тем более, что содержание сырого протеина в бобовых растениях значительно выше,

чем у злаков. Это нашло подтверждение в наших исследованиях. Срок уборки растительной массы существенно сказывается на ее качестве. На более ранней фазе развития бобовых трав содержание сырого протеина самое высокое. Последнее схематично изображено на рис. 4.

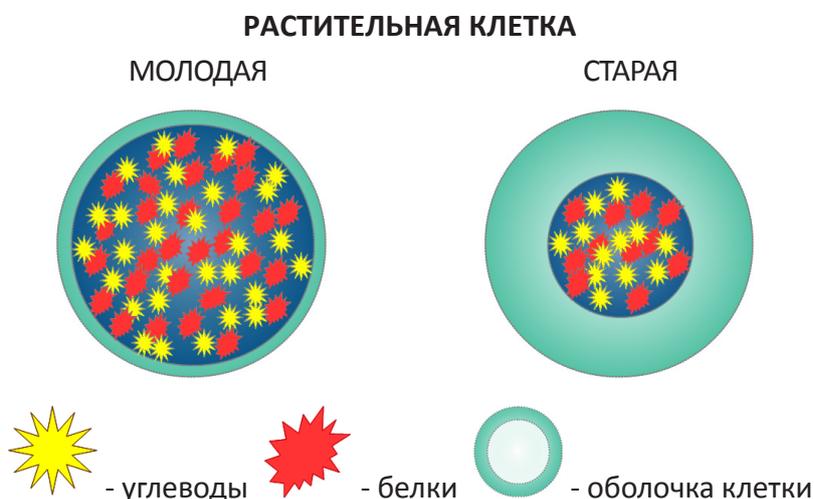


Рис. 4. Разница в соотношении содержимого клеток в молодой и перестоявшей траве [9]

#### *Выводы*

1. Независимо от вида многолетних трав, количество КДК в них было существенно ниже содержания НДК, в свою очередь КДК превосходило по содержанию сырую клетчатку.

2. Прежняя методика определения сырой клетчатки занижает ее содержание. В этой связи возникла необходимость в использовании системы детергентного анализа для контроля качества травостоя в отношении углеводов, что дает возможность объективно оценить качество растительного сырья, используемого для заготовки кормов.

3. Содержание детергентной клетчатки возрастает в более позднюю фазу развития: в период бутонизации ее содержится больше, чем во время ветвления бобовых растений. Аналогичная ситуация наблюдается и в злаковых травах, если сравнивать фазы выхода в трубку и колошения. Это имеет практическое значение для времени сбора урожая.

4. Содержание сырого протеина в многолетних бобовых и злаковых травах резко снижается при запаздывании с уборкой урожая.

5. Не установлено устойчивого влияния минеральных удобрений на содержание в растениях НДК и КДК. Следовательно, эта проблема требует более детального изучения.

6. Рассчитывалось содержание гемицеллюлозы в растениях люцерны с использованием значений НДК и КДК. Различия в содержании гемицеллюлозы в зависимости от удобрений проявились только в фазе бутонизации, чего нельзя сказать о фазах ветвления и цветения.

7. Что касается неструктурных углеводов, то растения на фоне удобрений отличались их повышенным количеством в фазах ветвления и цветения. Растения в названных фазах отличались на фоне удобрений повышенным количеством неструктурных углеводов.

8. Наблюдались некоторые различия в содержании нейтрально-детергентной клетчатки и кислотно-детергентной клетчатки между люцерной 7-го и 1-го годов пользования: меньше НДК и КДК было у молодого травостоя. Аналогичная закономерность отмечается применительно к сырому протеину и сырой клетчатке.

9. Кострец безостый при пониженных посевных нормах в травосмесях не оказывает угнетающего влияния на бобовый компонент.

## Библиографический список

1. Посыпанов, Г. С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка : монография / Г. С. Посыпанов. – М. : ИНФРА-М, 2015. – 251 с.
2. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / Байер Я. [и др.]; пер. с чеш. 3. К. Благовещенской. – М. : Колос, 1984. – 367 с.
3. Кормовые культуры. Производство, уборка, консервирование и использование грубых кормов: в 2 т. / Г. Гибелхаузен [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – 2-е изд., дораб. и доп. – М. : ДЛВ АГРОДЕЛО, 2009. – Т. 1. – 784 с.
4. Structural carbohydrates content in feeding mass of breeding of samples of perennial legume grasses / S. M. Dashkevich [et al.] // ISJ Theoretical & Applied Science. – 2016. – Vol. 5 (37). – P. 58–63. DOI: 10.15863/TAS.2016.05.37.12
5. Мошкина, С. В. Структурные углеводы в кормлении молочного скота : учеб.-метод. пособие / С. В. Мошкина, Н. В. Абрамкова, Т. Ю. Колганова. – Орел : Орлов. ГАУ, 2016. – 56 с.
6. Технологическое сопровождение животноводства : новые технологии : практ. пособие / Н. А. Попков [и др.] ; НАН Беларуси, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству». – 2-е изд. – Жодино : НПЦ НАН Беларуси по животноводству, 2013. – 490 с.
7. Новые методы оценки уровня и качества клетчатки в кормах / Н. Ф. Бондарь [и др.] // Агропанорама. – 2008. – № 5. – С. 15–19.
8. Воронов, Д. Ацидоз, кетоз и их влияние на молочную железу коровы / Д. Воронов // Белорус. сел. хоз-во. – 2019. – № 7. – С. 60–62.
9. Ганущенко, О. Клетчатка в рационах коров. Часть 1-я / О. Ганущенко // Белорус. сел. хоз-во. – 2017. – № 8. – С. 38–41.
10. Саханчук, А. И. Влияние фракционного состава клетчатки на переваримость кормов коровами в период сухостоя / А. И. Саханчук, А. А. Курепин // Животноводство и ветеринария, медицина. – 2012. – № 3. – С. 5–9.
11. Сизова, Ю. В. Роль нейтрально-детергентной клетчатки в кормлении молочных коров / Ю. В. Сизова // Инновационная наука. – 2015. – № 6. – С. 101–103.
12. Переднев, В. Базовые принципы физиологии и основы кормления КРС. Часть 1. / В. Переднев // Белорус. сел. хоз-во. – 2019. – № 4. – С. 36–40.
13. Влияние разного уровня НДК, КДК в рационах на молочную продуктивность коров / Н. С. Муратова, В. В. Танифа, В. И. Муратов [и др.] // Вестн. АПК Верхневолжья. – 2014. – № 2. – С. 39–43.
14. Лазаренко, В. П. Переваримость структурных и неструктурных углеводов кормов у коров / В. П. Лазаренко // Зоотехния. – 1996. – № 9. – С. 9–11.
15. Сизова, Ю. В. Влияние разного уровня нейтрально-детергентной клетчатки в рационе на обеспеченность коров аминокислотами / Ю. В. Сизова // Вестн. НГАУ. – 2014. – № 4. – С. 109–114.
16. Хотмирова, О. В. Сравнение методов переваримости кормов методами *in sacco* и *in vivo* / О. В. Хотмирова // Вестн. Брян. ГСХА. – 2013. – № 6. – С. 10–14.
17. Филинская, О. В. Практические методы контроля полноценности кормления высокопродуктивных коров в условиях современного комплекса / О. В. Филинская, С. А. Кеворкян // Вестн. АПК Верхневолжья. – 2018. – № 4. – С. 30–36.
18. Маслюк, А. Н. Эффективность оптимизации протеинового и углеводного питания высокопродуктивных коров / А. Н. Маслюк, М. А. Токарева // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101, № 4. – С. 164–171.
19. Буряков, Н. Нормирование рационов в России и Нидерландах / Н. Буряков, Е. Демидова // Животноводство России. – 2012. – № 5. – С. 61–63.
20. Попов, В. В. Интернет об оценке качества кормов / В. В. Попов, О. А. Гетьман // Кормопроизводство. – 1999. – № 4. – С. 27–30.
21. Богомолов, В. В. Как достоверно определить энергетическую питательность корма? / В. В. Богомолов, И. И. Малинин // Сельскохозяйств. вести. – 2009. – № 3. – С. 16–17.
22. Прокошев, В. В. Калий и калийные удобрения : практ. руководство / В. В. Прокошев, И. П. Дерюгин. – М. : Ледум, 2000. – 185 с.
23. Козырь, Г. С. Влияние минеральных удобрений на содержание углеводов и лигнина в пастбищном корме / Г. С. Козырь // Агрохимия. – 1976. – № 5. – С. 91–96.

Поступила 10.04.2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ СТРУКТУРНЫХ И НЕСТРУКТУРНЫХ УГЛЕВОДОВ В ТРАВСТОЕ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ НА АГРОТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

**О. В. Пташец**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Л. Н. Лученок**, кандидат сельскохозяйственных наук

**Л. В. Сижук**, младший научный сотрудник

РУП «Институт мелиорации»,  
г. Минск, Беларусь

### Аннотация

Определено содержание структурных углеводов в травостоях люцерны посевной 2–4 годов жизни, возделываемой на агроторфяных почвах Белорусского Полесья. Проведен расчет содержания гемицеллюлозы и неструктурных углеводов. Установлено, что в сухой массе люцерны посевной содержание нейтрально-детергентной клетчатки, кислотно-детергентной клетчатки и гемицеллюлозы находилось в пределах 36,8–59,3 %, 19,7–36,5 % и 16,4–22,9 % соответственно в зависимости от года использования и вариантов опыта. Содержание неструктурных углеводов по годам жизни составило 14,8–38,4 %.

**Ключевые слова:** люцерна посевная (*Medicago sativa*), структурные углеводы, неструктурные углеводы, нейтрально-детергентная клетчатка, кислотно-детергентная клетчатка, гемицеллюлоза, агроторфяные почвы.

### Abstract

**O. V. Ptashats, L. N. Luchanok, L. V. Sizhuk**

### THE CONTENT OF STRUCTURAL AND NON-STRUCTURAL CARBOHYDRATES IN PLANTS OF ALFALFA, CULTIVATED ON AGRO-PEAT SOILS

The data of structural carbohydrates content in the grasses of sowing alfalfa for 2–4 years of life cultivated on agro-peat soils of the Belarusian Polesye was presented. It was found that in the dry mass of lucerne the content of neutral detergent fiber, acid-detergent fiber and hemicellulose was in the range of 36,8–59,3%, 19,7–36,5% and 16,4–22,9 %, respectively, depending on the year of use and experience options. The content of non-structural carbohydrates by years of life was 14,8–38,4%.

**Keywords:** sowing alfalfa (*Medicago sativa*), structural carbohydrates, non-structural carbohydrates, neutral-detergent fiber, acid-detergent fiber, hemicellulose, agro-peat soils.

### Введение

В настоящее время площади под люцерной посевной увеличиваются и, по данным НПЦ НАН Беларуси по земледелию, могут достигать 300 тыс. га. В регионе Полесья эта культура стала единственной альтернативой клеверам, которые не выдерживают длительных периодов засухи, связанных с потеплением. Благодаря высокой, стабильной по годам продуктивности в складывающихся условиях люцерна посевная – основа устойчивого развития кормопроизводства. Однако качество ее зеленой массы, главным образом содержание углеводов, не изучено.

По разным данным, углеводы составляют 75–80 % от сухого вещества растений и являются основными компонентами в комплексе питательных веществ растительных кормов. Углеводы подразделяются на структурные (клетчатка) и неструктурные (сахара, крахмал, фруктозаны и др.). Количество и соотношение этих элементов углеводистого питания жвачных животных определенным образом влияет на обмен веществ, молочную продуктивность и воспроизводительную способности последних, что в конечном счете связано с использованием питательных веществ рациона [1, 2].

Сырая клетчатка дает лишь приблизительное представление о различиях в степени переваримости кормов. На сегодняшний день актуально ее разделение на кислотно-детергентную (КДК), которая включает целлюлозу и лигнин, и нейтрально-детергентную (НДК) – комплекс лигнина, целлюлозы и гемицеллюлозы [2, 3]. НДК наиболее полно отражает структурный состав клеточных стенок растений и оказывает первостепенное влияние на потребление и эффективность использования корма. КДК может служить показателем переваримости грубого корма, так как содержит высокий процент лигнина, который относится

### Объекты и методы исследования

Полевые эксперименты были проведены на землях ГП «Полесская опытная станция», типичном мелиоративном объекте для региона Белорусского Полесья (Лунинецкий р-н Брестской обл.). Почвы агроторфяные, подстилаемые песком с глубины 35–40 см. Агрохимические показатели: содержание ОВ 75–78 %;  $pH_{KCl}$  – 6,5; содержание  $P_2O_5$  ~ 410 мг/кг почвы;  $K_2O$  ~ 480 мг/кг почвы.

Люцерну посевную (сорт Превосходная) высевали беспокровно. Норма высева: 8 кг/га, 18 кг/га, 24 кг/га. Фон минерального питания:  $N_0P_0K_0$ ,  $N_0P_{40}K_{90}$ ,  $N_0P_{90}K_{90}$ . Применялось треху-

### Результаты исследования и их обсуждение

Средняя урожайность зеленой массы люцерны посевной составила 719,5–990,0 ц/га на второй год жизни, 468,0–629,0 ц/га и 275,0–391,0 ц/га на третий и четвертый годы жизни соответственно. В 2019 г. люцерна четвертого года жизни сформировала только два укоса.

Количество и оптимальное соотношение легкоусвояемых, или неструктурных, углеводов (НСУ) и труднопереваримых, или структурных, углеводов (СУ) – основополагающие требования при организации полноценного питания жвачных животных, особенно высокопродуктивных молочных коров, которые больше и чаще других видов животных испытывают на себе и прессинг низкокачественных кормов, и грубые недочеты при балансировании рационов. К сожалению, управлять уровнем содержания углеводов в рационе возможно только путем подбора соответству-

к низкопереваримой части клетчатки. Чрезмерно высокое содержание НДК в корме и, главным образом, ее основной составляющей КДК снижает переваримость корма и, как следствие, потребление сухого вещества корма [4]. Более полную характеристику клетчатки дает ее анализ по фракциям – целлюлозы и гемицеллюлозы [5, 6].

Цель исследования – определить содержание структурных и неструктурных углеводов, оценить качество травостоя люцерны посевной различных годов жизни, возделываемой на агроторфяных почвах в условиях Полесья.

косное использование в фазу бутонизации – начало цветения. Данные получены по двум закладкам опыта в различных погодных условиях вегетационного периода, что позволяет говорить о репрезентативности полученных данных.

Для определения качества сухой массы использовали следующие приборы и оборудование: БИК анализатор DA 7200, Анализатор азота «VELP», Электропечь SNOL 7,2/1100, Электрошкаф сушильный SNOL 67/350, Весы Adventurer AR-2140, Бюретка для титрования (2-й класс по ГОСТ 20292-74).

ющих кормов. Для этого следует четко знать содержание этих показателей в различных культурах (в зависимости от фаз развития) и создавать базы данных, которые можно быстро использовать для оптимизации содержания НДК, КДК, гемицеллюлозы и НСУ в рационах кормления [7].

В ходе исследования по определению структурных углеводов в сухой массе (СМ) разновозрастных (2-, 3- и 4-летних) травостоев люцерны посевной, возделываемых на агроторфяных почвах, установлено, что во второй год жизни в зависимости от норм высева и фона минерального питания содержание НДК и КДК находилось в пределах 36,8–59,3 % и 19,7–36,5 %; на третий и четвертый годы жизни соответственно 39,2–50,3 % и 20,5–29,4 %, 40,4–45,6 % и 21,5–25,6 % (рис. 1), и это согласуется с литературными данными, получен-

ными в других условиях [8, 9]. Так, согласно DLG-таблице (1997) и *Lf: Bayern* (2012), содержание НДК и КДК в люцерне перед формированием бутонов – период распускания составляет 470–574 и 275–315 г/кг СМ, в период начало цветения и до конца цветения 540–620 и 315–360 г/кг СМ соответственно [10].

Анализ данных показал, что наименьшее содержание НДК и КДК в травостое было в первом укосе, независимо от норм высева, года использования и фона минерального питания, и находилось на уровне 36,8–43,2 % и 19,7–24,0 % во второй год жизни, 38,5–41,9 % и 20,5–23,8 % в третий год жизни соответственно. В последующие укосы содержание НДК увеличивается на 14,3–21,9 % во второй год пользования и на 7,3–11,2 % в третий год, КДК – на 10,8–14,7 % и на 4,3–7,4 % соответственно.

На второй год жизни во втором укосе отмечено влияние доз минеральных удобрений на содержание структурных углеводов. Так, внесение  $N_0P_{40}K_{90}$  при норме высева 8 кг/га снизило содержание НДК на 2,8 % по сравнению с контролем и на 0,8 % при внесении  $N_0P_{90}K_{90}$  соответственно. При норме высева 18 кг/га и 24 кг/га – на 0,9 и 0,8 %, на 1,0 и 0,8 % соответственно. На третий и четвертый годы жизни влияние минеральных удобрений на содержание структурных углеводов не выявлено. Однако внесение  $N_0P_{90}K_{90}$  увеличивало содержание НДК на 0,38–1,15 % в третий год жизни и на 0,1–2,90 % в четвертый год жизни по сравнению с вариантом  $N_0P_{40}K_{90}$ .

Четкого влияния норм высева на содержание структурных углеводов в сухом веществе люцерны посевной не установлено.

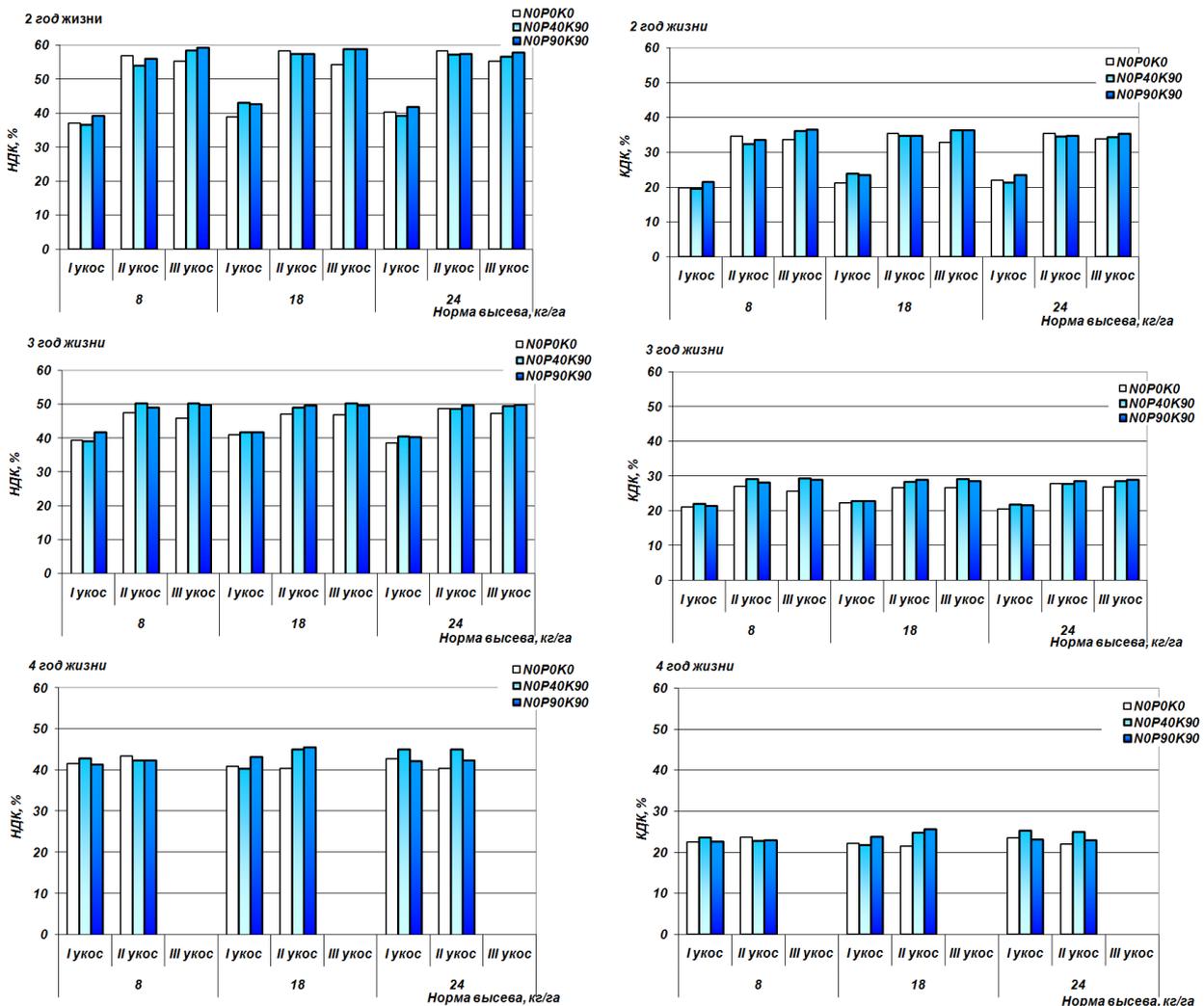


Рис. 1. Содержание НДК и КДК в разновозрастных травостоях люцерны посевной

Важной составляющей НДК является гемицеллюлоза, содержание которой в рационе напрямую коррелирует с количеством получаемого молока [11, 12]. Она может составлять 10–15 % сухого вещества рациона, является запасным питательным веществом в оболочках растительных клеток [13].

В ходе проведения оценки содержания гемицеллюлозы в сухой массе разновозрастных травостоев люцерны посевной установлено, что ее наименьшее среднее содержание за два года пользования отмечено в первый укос

и составило 17,9 % при норме высева 8 кг/га, 18,7 % – при 18 кг/га и 18,3 % – при 24 кг/га, что на 1,4–4,9 % ниже по сравнению со вторым и третьим укосами (табл.). Отмечено, что на второй год жизни трав содержание гемицеллюлозы во втором и третьем укосах на 0,7–5,3 % было выше, чем в аналогичном периоде третьего года жизни и составило 21,5–22,9 %.

Норма высева люцерны посевной и внесение минеральных удобрений не оказывали существенного влияния на содержание гемицеллюлозы в 1 кг сухой массы.

Таблица. Содержание гемицеллюлозы в травостое люцерны посевной второго и третьего года жизни, %

Вариант	Норма высева 8 кг/га			Среднее за 3 укоса	Норма высева 18 кг/га			Среднее за 3 укоса	Норма высева 24 кг/га			Среднее за 3 укоса
	укос				укос				укос			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Второй год жизни												
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	17,3	22,5	21,7	20,5	17,7	22,9	21,5	20,7	18,2	22,9	21,6	20,9
N <sub>0</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	17,1	21,8	22,5	20,5	19,2	22,7	22,5	21,5	18,0	22,7	22,3	21,0
N <sub>0</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	17,8	22,5	22,8	21,0	19,2	22,8	22,6	21,5	18,6	22,8	22,6	21,3
НСР <sub>05</sub>	0,86	1,14	1,11	–	0,93	1,18	1,16	–	0,94	1,19	1,15	–
Среднее по укосу	17,4	22,2	22,3	–	18,7	22,8	22,2	–	18,3	22,8	22,1	–
Среднее по варианту	20,6			–	21,2			–	21,0			–
Третий год жизни												
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	18,2	20,4	16,4	18,3	18,7	20,4	20,3	19,8	18,0	20,9	20,4	19,7
N <sub>0</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	17,2	21,2	21,3	19,9	19,0	20,7	21,1	20,2	18,5	20,9	20,9	20,1
N <sub>0</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	20,2	20,9	21,9	21,0	18,8	20,8	21,1	20,2	18,6	20,9	21,1	20,2
НСР <sub>05</sub>	0,90	1,06	1,07	–	0,94	1,01	1,10	–	0,91	1,07	1,09	–
Среднее по укосу	18,8	20,8	19,9	–	18,8	20,6	20,8	–	18,4	20,9	20,8	–
Среднее по варианту	19,7			–	20,1			–	20,0			–

Углеводы составляют большую группу питательных веществ кормов. Особенно велика доля неструктурных углеводов. Это быстро усваиваемые в организме углеводы, в число

которых входят крахмал, растворимые сахара, пектин [14]. НСУ быстро сбраживаются в рубце, образуя в большом количестве летучие жирные кислоты, которые составляют у жвачных

главный источник энергии (до 70 % от общей потребности) [15, 16]. По нормам NRC-2001, максимальное количество НСУ в рационах лактирующих коров должно составлять 36–44 %, сухостойных – 20–35 % сухого вещества [17]. С другой стороны, этот показатель необходимо учитывать и для жизнестойкости и долголетия люцерны. Так, по данным В. А. Харсеева, для обеспечения благоприятной динамики формирования площади листьев и высоких фотосинтетических потенциалов у травостоев многоукосных сортов люцерны перспективными являются сорта с содержанием неструктурных углеводов не менее 25,0–30,0 % [18]. НСУ определяется расчетным способом [14].

Содержание неструктурных углеводов в травостое люцерны посевной, возделываемой

на агроторфяных почвах, находилось на уровне 14,8–38,4 %. Отмечено, что в первом укосе содержание неструктурных углеводов значительно выше, чем во втором и третьем, независимо от фона минерального питания. Так, в сухой массе люцерны посевной второго года жизни в первом укосе содержание НСУ составило 34,6–38,4 %, 22,9–37,1 %, 31,0–32,1 % при норме высева 8 кг/га, 18 кг/га, 24 кг/га соответственно, что на 7,6–22,3 % и 7,1–22,06 % выше, чем во втором и третьем укосах. На третий год жизни разница составила 5,0–10,0 % и 7,3–11,2 % при уровне НСУ 32,1–33,7 %, 29,6–31,5 % и 31,9–33,9 % соответственно. На четвертый год жизни такой тенденции не установлено, НСУ находились в пределах 19,4–33,5 % (рис. 2).

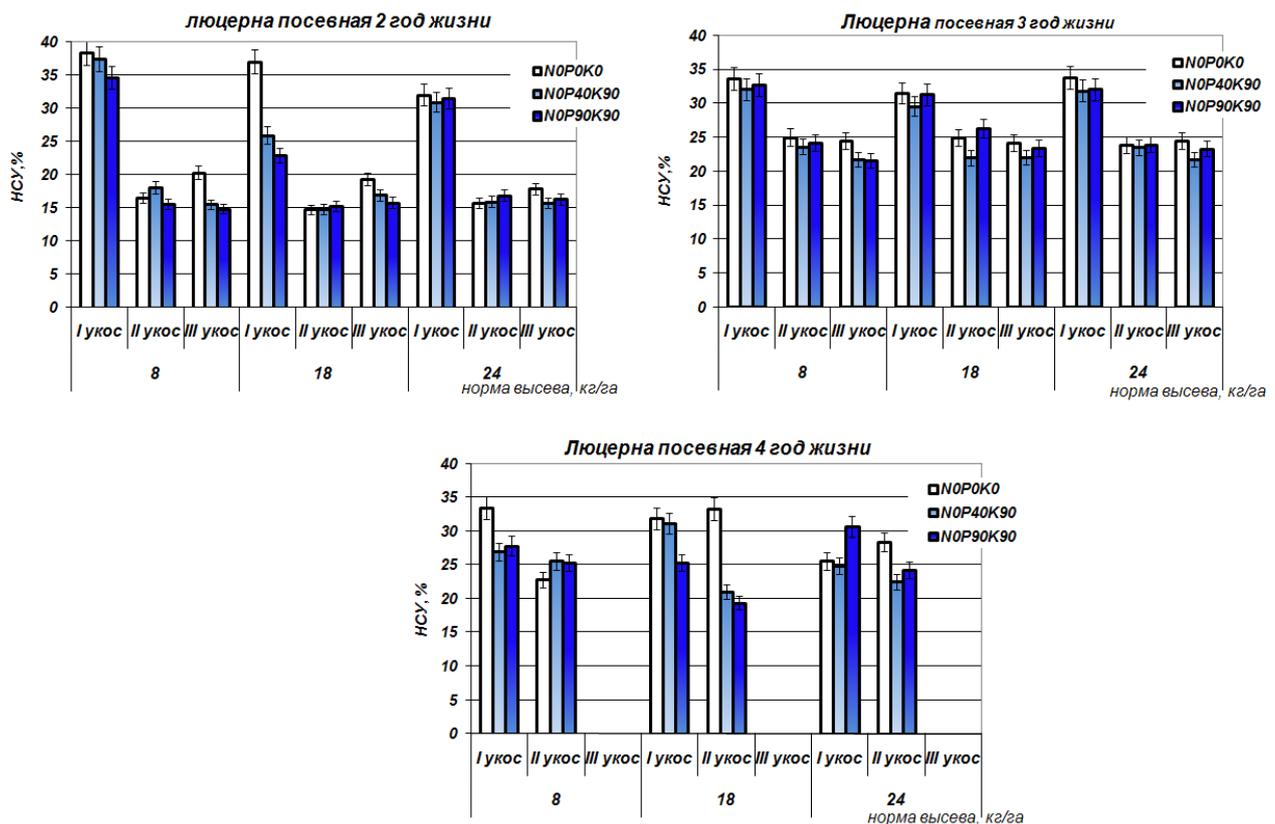


Рис. 2. Среднее содержание НСУ в разновозрастных травостоях люцерны посевной

### Выводы

В исследованиях, проведенных на агроторфяных почвах Белорусского Полесья по определению количества структурных и неструктурных углеводов в сухой массе разно-

возрастной люцерны посевной, содержание НДК и КДК находилось в пределах 36,8–59,3 и 19,7–36,5 % соответственно в зависимости от года использования и вариантов опы-

та. Содержание гемицеллюлозы – на уровне 16,4–22,9%. Наименьшее содержание этих показателей отмечено в первом укосе. Содержание НСУ по годам жизни находилось в пределах 14,8–38,4%. Установлено, что в сухой массе первого укоса люцерны посевной этот показатель выше, чем во втором и третьем. Максимальное содержание НДК и КДК отмечено на второй год жизни, НСУ – на третий.

Согласно полученным нами данным, содержание структурных углеводов в сухом ве-

ществе люцерны посевной выше требуемых при создании оптимальных рационов для КРС, что не позволяет использовать ее как монокультуру в рационе. Следовательно, управлять уровнем содержания питательных веществ в рационе возможно только путем подбора соответствующих кормов, а именно балансировать корм из люцерны другими кормовыми культурами.

### Библиографический список

1. Бреус, Д. А. Влияние структурных углеводов на формирование рубцового пищеварения и продуктивность бычков герефордской породы : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.02.02 / Д. А. Бреус ; ФГБНУ ВНИИМС. – Оренбург, 2006. – 20 с.
2. Харитонов, Е. Л. Принципы расчета образования субстратов и метаболитов в желудочно-кишечном тракте жвачных животных / Е. Л. Харитонов, А. М. Материкин // Докл. РАСХН. – 2001. – Вып. 3 (34). – С. 33–37.
3. Углеводный состав кормовых культур в Оренбуржье / А. В. Кудашева [и др.] // Кормопроизводство. – 2011. – № 11. – С. 33–34.
4. Structural carbohydrates content in feeding mass of breeding of samples of perennial legume grasses / S. M. Dashkevich [et al.] // Theoretical & Applied Science. – 2016. – Vol. 37, iss. 5. – P. 58–63. – DOI: <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2016.05.37.12>
5. Дусаева, Х. Б. Динамика накопления структурных углеводов в злаковых и бобовых травах / Х. Б. Дусаева // Вестн. ОГУ. – 2005. – № 2. – С. 25–27.
6. Сизова, Ю. В. Функционально-метаблическое значение углеводов в кормлении коров // Ю. В. Сизова // Вестн. НГИЭИ. – 2013. – С. 115–121.
7. Архипов, А. В. Углеводы кормов : функции, достоинства, проблемы / А. В. Архипов // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2014. – № 9. – С. 46–63.
8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справ. пособие / А. П. Калашников [и др.] ; под ред. А. П. Калашникова. – 3-е изд. – Москва : Россельхозакадемия, 2003. – 456 с.
9. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / М. Н. Антоненко [и др.] ; сост. : Я. Н. Бречко, М. Е. Сумонов ; ред. В. Г. Гусаков ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики НАН Беларуси. – Центр аграр. экономики. – Минск : Беларус. наука, 2006. – 709 с.
10. Питательная ценность кормовой люцерны [Электронный ресурс] // Информационный портал [soft-agro.com](http://soft-agro.com). – Режим доступа: <https://soft-agro.com/wp-content/uploads/2018/02/Luzerna-pitatelnaja-cennost.pdf/>. – Дата доступа : 26.05.2020.
11. Мошкина, С. В. Структурные углеводы в кормлении молочного скота : учеб.-метод. пособие / С. В. Мошкина, Н. В. Абрамова, Т. Ю. Колганова. – Орел : Орловский ГАУ, 2016. – 56 с.
12. Karayilanli, E. Investigation of feed value of alfalfa (*Medicago sativa* L.) harvested at different maturity stages / E. Karayilanli, V. Ayhan // Legume Research. – 2016. – Vol. 39, iss. 2. – P. 237–247. – DOI: 10.18805/lr.v0i0F.9292.
13. Сизова, Ю. В. Молочная продуктивность и азотистый обмен у коров в первую фазу лактации при разном уровне нейтрально-детергентной клетчатки и жира в рационе : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.27 / Ю. В. Сизова ; Всерос. науч.-исслед. ин-т физиологии, биохимии и питания с.-х. животных. – Боровск, 2010. – 23 с.

14. Рядчиков, В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных : учеб.-практ. пособие / В. Г. Рядчиков. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 328 с.
15. Эффективность использования питательных веществ рационов бычками и процессы рубцового пищеварения в зависимости от фракционного состава протеина в рационе / В. Ф. Радчиков [и др.] // Стратегия развития зоотехнической науки : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию зоотехн. науки Беларуси (Жодино, 22–23 октября 2009 г.) / РУП «Научно–практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2009. – С. 258–260.
16. Левахин, Г. И. Влияние энергетической ценности рациона на использование протеина бычками / Г. И. Левахин, А. Г. Мещеряков // Животноводство России. – 2006. – № 5. – С. 10–13.
17. Nutrient Requirements of Dairy Cattle : Seventh Revised Edition. – Washington, National Academies Press, 2001. – 405 p. – DOI/10.17226/9825.
18. Харсеев, В. А. Определение селекционных параметров для создания многоукосных сортов люцерны в центральных районах Нечерноземной зоны РСФСР: дис. ... к. с.-х. наук : 06.01.05 / В. А. Харсеев. – Москва, 1984. – 201 с.

Поступила 03.06.2020 г.

## РАВНОМЕРНОСТЬ ПОСТУПЛЕНИЯ КОРМА В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ БИНАРНЫХ ТРАВСТОЕВ НА ОСНОВЕ ФЕСТУЛОЛИУМА И ЛЮЦЕРНЫ

**Е. Р. Клыга**, кандидат сельскохозяйственных наук

**П. П. Васько**, кандидат биологических наук, доцент

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию,  
Жодино, Беларусь

### Аннотация

Проведен анализ влияния нормы высева на величину урожайности надземной биомассы при конструировании бинарных травостоев на основе фестулолиума (*Festulolium loliaceum* (Hudson) P.V. Fournier) и люцерны (*Medicago sativa*). По результатам исследований (2017–2018 гг.) оптимальной нормой высева следует считать 3 млн всхожих семян фестулолиума + 6 млн всхожих семян люцерны, что обеспечивает максимальную продуктивность и долевое участие люцерны в травостое до 63,3 %. В качестве количественного инструмента оценки равномерности поступления корма в течение вегетации предлагается использовать Индекс равномерности ( $I$ ), выражающий отношение минимальных и максимальных приростов надземной биомассы в среднем за определенный период ( $I = \min/\max$ ).

**Ключевые слова:** фестулолиум, люцерна, бинарные травостои, травосмесь, норма высева, индекс равномерности.

### Abstract

**A. R. Klyha, P. P. Vasko**

### THE UNIFORMITY OF THE FEED INTAKE DURING THE GROWING SEASON FORMATION OF BINARY GRASS STANDS BASED ON FESTULOLIUM AND ALFALFA

The analysis of the influence of the seeding rate on the yield of above-ground biomass in the design of binary grass stands based on *Festulolium loliaceum* (Hudson) P. V. Fournier) and alfalfa (*Medicago sativa*). According to the results of research (2017–2018), the optimal seeding rate should be considered 3 million germinating *Festulolium* seeds + 6 million germinating alfalfa seeds, which ensures maximum productivity and share of alfalfa in the herbage up to 63.3 %. As a mathematical tool for evaluating the uniformity of feed intake during the growing season, it is proposed to use the uniformity Index ( $I$ ), which expresses the ratio of minimum and maximum increases of the aboveground biomass on average over a certain period ( $I = \min/\max$ ).

**Keywords:** *festulolium, alfalfa, binary grass stands, grass mixture, seeding rate, uniformity index.*

### Введение

Люцерна – наиболее распространенная кормовая культура в мировом земледелии. В нашей республике посевные площади под данной культурой также имеют тенденцию к увеличению и, согласно инвентаризации 2019 г., составляют 202 тыс. га. Люцерна (*Medicago sativa*) характеризуется адаптивностью к засухе и умеренными требованиями к воде, так как способна использовать запасы влаги в почве более полно благодаря мощной (относительно других многолетних трав) корневой системе. Она имеет опушенные листо-

вые пластинки с заглубленными устьицами и в силу такого листового аппарата и направления расположения листьев может сокращать количество испаряемой влаги [1, 4].

Фестулолиум (*Festulolium loliaceum* (Hudson) P. V. Fournier)) – культура, позволяющая повысить генетическую вариабельность кормовых трав. Использование травостоев с доминированием фестулолиума в условиях недостаточной влагообеспеченности показало более высокую их продуктивность относительно травостоев райграса пастбищного и овсяни-

цы луговой, что позволяет более эффективно планировать зеленый и сырьевой конвейер в регионах с малым количеством осадков в период вегетации [2].

Совместное возделывание люцерны со злаковыми травами снижает потребность в азотных удобрениях и способствует повышению плодородия почвы. Наши исследования

### Методика и объекты исследования

Научные исследования проводились в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2017–2018 гг. на дерново-подзолистой, связно-супесчаной почве, подстилаемой на глубине 50–70 см песками, со следующей агрохимическими характеристиками: кислотность – рН 5,9–6,0; содержание подвижного фосфора – 199–232 мг/кг, подвижного калия – 201–254 мг/кг почвы, гумуса – 2,01–2,15 %. Общая площадь делянки – 60 м<sup>2</sup>, учетная – 50 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная.

Изучались следующие виды трав и их бинарные травосмеси:

- 1) фестулолиум – 6,0 млн семян/га;
- 2) люцерна – 6,0 млн семян/га;
- 3) фестулолиум + люцерна – 6+9 млн семян/га;
- 4) фестулолиум + люцерна – 3+9 млн семян/га;

### Результаты исследований и их обсуждение

В 2017 г. отмечалась прохладная весна с недостаточным количеством осадков в мае, впоследствии период вегетации характеризовался засушливыми условиями в июне, а вторая половина вегетации – высокими температурами с регулярными осадками. В 2018 г. теплые погодные условия благоприятствовали высокой интенсивности ростовых процессов многолетних трав. А период формирования 2-го и 3-го укосов характеризовался дефицитом влаги (влажность почвы в корнеобитаемом слое составляла лишь 6,5–6,9 %).

Погодными условиями было опосредовано доленое участие каждого из укосов изучаемых травостоев в суммарном урожае, что и определяло равномерность поступления зеленого корма в течение вегетации. Ранее для оценки равномерности мы уже использовали Индекс равномерности суточного хода линей-

были направлены на изучение влияния количественного соотношения компонентов бинарных травосмесей с участием фестулолиума и люцерны на уровень их продуктивности, а также на выявление роли состава травосмеси на равномерность поступления зеленого корма в течение вегетации.

5) фестулолиум + люцерна – 3+6 млн семян/га;

6) фестулолиум + люцерна – 3+3 млн семян/га соответственно.

Учет урожая проводили кормоуборочным комбайном «Hege-212» в фазу бутонизации люцерны согласно методике опытов на сенокосах и пастбищах [3].

Закладка опытов проводилась в 2016 г. В первый год жизни проводили подкашивание травостоев с целью снижения их засоренности.

Минеральные удобрения вносили в год закладки под предпосевную культивацию в дозе Р<sub>60</sub>, К<sub>90</sub> кг д.в./га. Азотные удобрения применяли в дозе N<sub>30</sub> в начале вегетации и в период формирования каждого последующего укоса.

ного роста (*I*), предложенный В. С. Шевелухой и П. П. Васько при изучении ими линейного роста растений ячменя, в результате чего выявлена взаимосвязь продуктивности ячменя с амплитудой колебаний линейного роста растений [5].

Рассчитывается *I* как отношение минимальных и максимальных приростов в среднем за определенный период ( $I = \min/\max$ ). Данный Индекс использовался нами как инструмент математической оценки равномерности поступления урожая надземной биомассы и рассчитывался как отношение минимального уровня урожайности, приходящегося, как правило, на 2-й или 3-й укос, к максимальному уровню урожайности, формировавшемуся в 1-м укосе. Значение Индекса, стремящееся к единице, свидетельствует о стабильном поступлении зеленой массы по

циклом отчуждения вследствие оптимизации использования травостоями условий жизнедеятельности в течение вегетации.

Благодаря адаптивности к засушливым погоднo-климатическим условиям, травостои люцерны в чистом виде в годы проведения исследований характеризовались наиболее выравненным поступлением зеленого корма по укосам. В 2017 г., более благоприятном по

увлажнению, долевое участие всех 3-х сформированных за вегетацию укосов распределялось примерно в равных долях – 32,2; 31,5; 36,3 % соответственно [рис. 1]. В 2018 г. долевое участие укосов было менее равномерным из-за дефицита влаги во второй половине вегетации, особенно при формировании 3-го укоса, и распределилось следующим образом: 37,0; 39,1; 23,9 % соответственно.

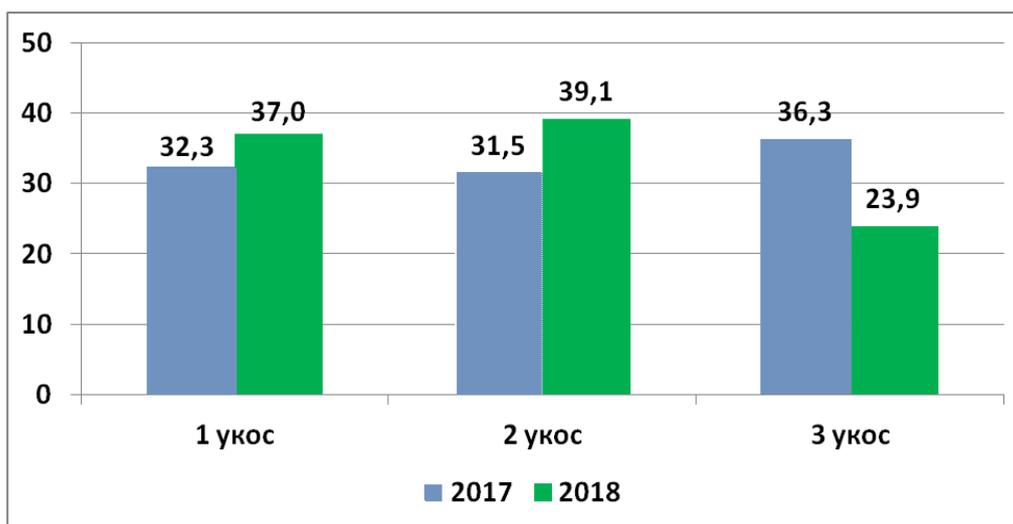


Рис. 1. Долевое распределение укосов в общем урожае травостоев люцерны в чистом виде, %

Травостои фестулолиума в чистом виде имели иной характер распределения долевого участия укосов, отличались менее равномерным поступлением зеленого корма в течение вегетации. В обоих годах исследований основная часть урожая формировалась в 1-м укосе, а доля последующих распределялась

в зависимости от условий увлажнения года. Так, в 2017 г. на долю 1-го укоса приходилось 60,2 % от общего урожая зеленой массы, доля 2-го составляла лишь 15,3 %, 3-го – 24,5 %. В 2018 г. распределение равномерности имело следующий характер – 55,3; 27,7; 17,0 % соответственно [рис. 2].

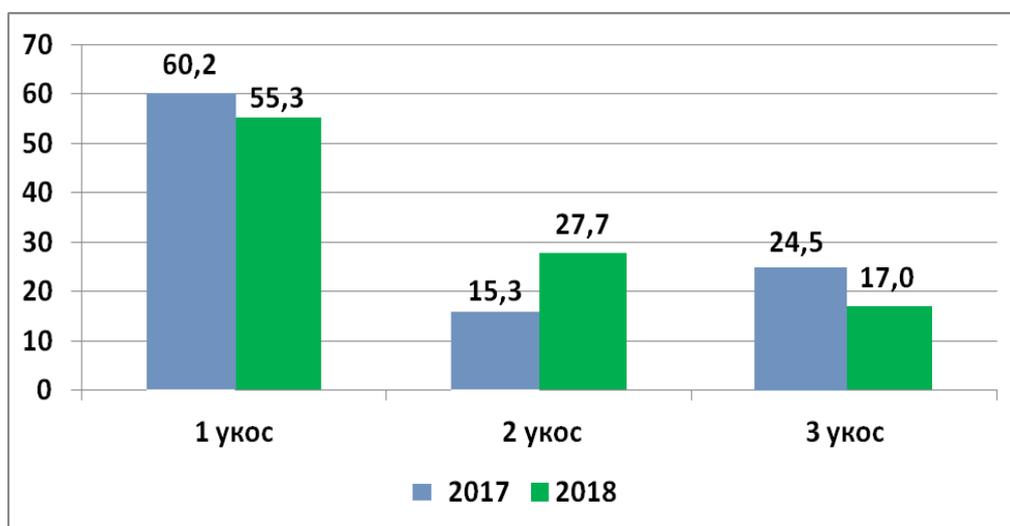


Рис. 2. Долевое распределение укосов в общем урожае травостоев фестулолиума в чистом виде, %

В 2017 г. Индекс равномерности поступления корма составил 0,26 у травостоев фестулолиума в чистом виде и 0,86 у травостоев люцерны в чистом виде; в 2018 г. – 0,31 (фестулолиум) и 0,61 (люцерна).

В процессе вегетации многолетние бобовые и злаковые травы каждого вида определяют динамику формирования урожайности, а травосмеси, включающие асинхронные по ритмам роста виды, могут использовать условия жизнедеятельности более полно. Тем самым объединение фестулолиума в смеси с люцерной обеспечило более высокую продуктивность и более равномерное по укосам поступление корма по отношению к чистым травостоям фестулолиума.

Тенденция распределения долевого участия укосов в общей массе урожая в травосмеси фестулолиум + люцерна сохранялась, что

определялось прежде всего наличием влаги [рис. 3]. Доля 1-го укоса на примере травосмеси фестулолиум + люцерна с нормой высева 3+6 млн всхожих семян соответственно в 2017 г. составила чуть более половины от общего урожая: 51,3 %, долевое участие последующих – 21,9 и 26,8 % соответственно. Значение *I* составило 0,43. В 2018 г. доля 1-го укоса была 46,9 %, доля 2-го – 34,8 %, доля 3-го – 18,3 %. Значение *I* – 0,39.

Объединение фестулолиума в бинарной травосмеси с люцерной позволило оптимизировать и обеспечить более выравненное в течение вегетации поступление корма по отношению к травостоям фестулолиума в чистом виде, о чем свидетельствует Индекс равномерности, значение которого возросло с 0,26 до 0,43 в исследовании 2017 г. и с 0,31 до 0,39 в исследовании 2018 г.

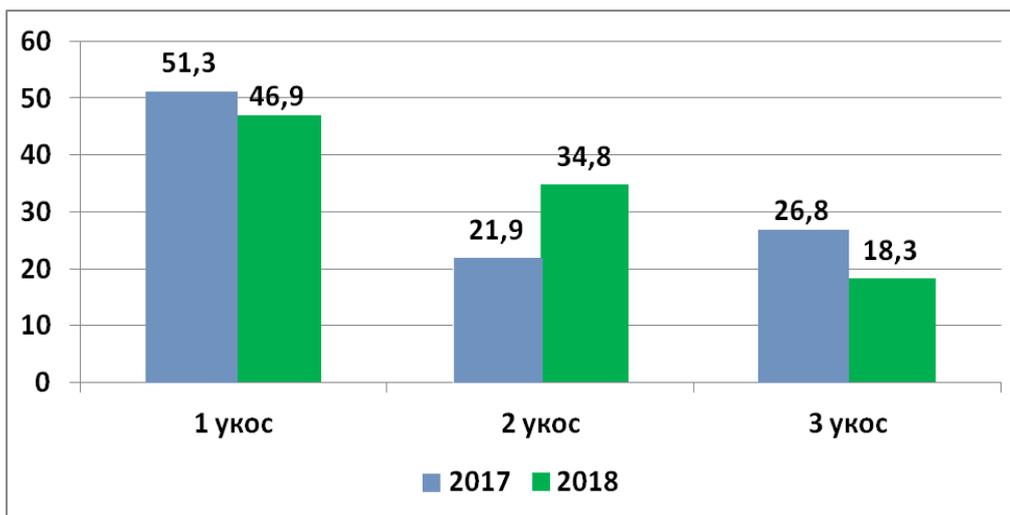


Рис 3. Долевое распределение укосов в общем урожае бинарного травостоя фестулолиума с люцерной, %

Таблица 1. Долевое участие люцерны в изучаемых травосмесях, %

Состав травосмеси	Норма высева, млн семян/га	Год исследований	
		2017	2018
Люцерна	6,0	93,6	95,4
Фестулолиум + люцерна	6+9	60,6	63,0
	3+9	57,4	62,1
	3+6	55,3	63,3
	3+3	43,1	58,4

При возделывании травосмесей важно учитывать конкурентоспособность составляющих компонентов, что в конечном итоге определяет их долголетие, равномерность поступления и качество получаемого корма. В наших исследованиях травостой люцерны в чистом виде были представлены на 93,6 % основным компонентом, то есть люцерной в 1-й год пользования (2017) и на 95,4 % во 2-й год пользования (2018), что свидетельствует о более мощном развитии травостоев люцерны ко 2-му году пользования благодаря стержневой корневой системе.

Остальная часть травостоев была представлена разнотравьем. Долевое участие люцерны в бинарных травосмесях с фестулолиумом зависело от нормы высева компонентов. Минимальное долевое участие 43,1 % отмечалось в 1-й год пользования при норме высева травосмеси фестулолиум + люцерна 3+3 млн семян. С дальнейшим увеличением нормы высева до 3+6 млн соответственно доля люцерны составила 55,3 %, до 3+9 млн семян – 57,4 %, и максимальное долевое участие было при норме 6+9 млн семян – 60,6 % [см. табл. 1].

В каждом из изучаемых вариантов с нормами высева доля люцерны увеличилась ко 2-му году пользования. В варианте фестулолиум + люцерна 3+3 млн – до 58,4 %, 3+6 млн – до 63,3 %, 3+9 млн – до 62,1 %, 6+9 млн – до 63,0 %. Доля разнотравья в изучаемых бинарных травостоях не превышала 5–6 %, остальную часть урожая составлял фестулолиум, характеризующийся активной кустистостью при благоприятных условиях роста и развития. При норме высева компонентов травосмеси фестулолиум + люцерна 3+6 млн семян соответственно отмечается максимальная доля люцерны в урожае (63,3 %), которая не увеличивается при дальнейшем повышении нормы высева люцерны и фестулолиума.

Следовательно, с помощью нормы высева можно регулировать продукционный процесс бинарных агрофитоценозов, конструируемых на основе фестулолиума и люцерны, так как не только ботанический состав, но и величина урожайности в сильной степени зависит от нормы высева составляющих компонентов [табл. 2].

Таблица 2. Урожайность сухого вещества, ц/га

Состав травосмеси	Норма высева, млн семян/га	Год исследований	Урожайность сухого вещества по укосам, ц/га			Суммарная урожайность сухого вещества, ц/га	Средняя за 2017–2018 гг. урожайность сухого вещества, ц/га	Индекс равномерности (I)
			1 укос	2 укос	3 укос			
Фестулолиум	6,0	2017	38,0	9,7	15,5	63,2	61,6	0,26
		2018	33,2	16,6	10,2	60,0		0,31
Люцерна	6,0	2017	34,1	33,4	38,4	105,9	99,9	0,86
		2018	34,7	36,7	22,5	93,9		0,61
Фестулолиум + люцерна	6+9	2017	46,6	21,0	26,1	93,7	95,5	0,45
		2018	46,6	32,9	17,7	97,2		0,38
	3+9	2017	51,6	22,0	28,2	101,8	102,6	0,43
		2018	48,4	37,3	17,7	103,4		0,37
	3+6	2017	53,0	22,6	27,7	103,3	102,8	0,43
		2018	47,9	35,6	18,7	102,2		0,39
	3+3	2017	41,1	20,9	27,3	89,3	93,7	0,51
		2018	46,1	33,1	18,8	98,0		0,41

В сложившихся погодных условиях 2017–2018 гг. изучаемыми бинарными травостоями было сформировано по 3 укоса в

каждом сезоне вегетации на фоне азотного питания  $N_{30}$  под каждый укос. Суммарная величина урожайности сухого вещества умень-

шилась ко 2-му году пользования травостоями как фестулолиума, так и люцерны в чистом виде и, напротив, возростала или оставалась на прежнем уровне в бинарных травостоях.

Травостои фестулолиума в чистом виде обеспечили в 1-й год пользования урожайность 63,2 ц/га сухого вещества, во 2-й год пользования – 60,0 ц/га. Люцерновые травостои сформировали урожайность 105,9 и 93,9 ц/га сухого вещества, что выше на 42,7 (67,6 %) и 33,9 (56,5 %) ц/га соответственно.

Уровень урожайности бинарных травостоев зависел от нормы высева компонентов и был минимальным при норме 3+3 млн семян – 89,3 ц/га сухого вещества в 1-й год пользования. Максимальный уровень урожайности был сформирован при норме высева травосмеси фестулолиум + люцерна 3+6 млн семян – 103,3 ц/га сухого вещества. При дальнейшем увеличении нормы высева до 3+9 млн и до 6+9 млн семян отмечалась тенденция снижения уровня урожайности надземной биомассы (101,8 и 93,7 ц/га соответственно). Это связано со снижением фотосинтетической деятельности загущенного посева и дефицитом влаги в почве в период формирования 2-го и 3-го укосов.

Величина сформированной урожайности на примере травосмеси с нормой высева 3+6 млн (фестулолиум + люцерна) составила 53,0 ц/га сухого вещества в 1-м укосе, 22,6 ц/га во 2-м укосе и 27,7 ц/га в 3-м укосе. Равномерность распределения величины урожайности сухого вещества имела тот же характер и в других вариантах. Следует отметить, что величина сформированного урожая зависела от нормы высева. Так, при норме высева фестулолиума с люцерной 3+3 млн семян урожайность сухого вещества составила 41,1 ц/га, с увеличением нормы высева до 3+6 млн урожайность сухого вещества увеличилась до 53,0 ц/га, при увеличении нормы высева до 3+9 млн семян уже отмечается снижение урожайности травостоев до 51,6 ц/га, а с нормой высева 6+9 млн – до 46,6 ц/га.

Во 2-й год пользования изучаемые травостои сформировали суммарную за вегетацию урожайность сухого вещества 97,2–103,4 ц/га, при этом величина урожайности по-прежнему в сильной степени зависела от нормы высева компонентов. При норме высева 3+6 млн се-

мян сформировано 102,2 ц/га сухого вещества, при норме 3+9 млн – 103,4 ц/га, а с увеличением нормы высева до 6+9 млн была сформирована урожайность сухого вещества меньшая, чем при норме высева 3+3 млн семян – 97,2 и 98,0 ц/га соответственно. Объясняется это конкуренцией растений за питательные вещества и свет при загущенных посевах и, как следствие, их худшей фотосинтетической деятельностью.

В сложившихся погодно-климатических условиях вегетации 2018 г. основная часть урожая надземной биомассы формировалась в 1-м укосе: 46,1 (3+3 млн семян) – 48,4 (3+9 млн семян) ц/га сухого вещества. Во 2-м укосе было сформировано 32,9 (6+9 млн семян) – 37,3 (3+9 млн семян) ц/га сухого вещества. Доля 3-го укоса была наименьшей: от 17,7 ц/га сухого вещества при нормах высева фестулолиума и люцерны 3+9 и 6+9 млн семян соответственно до 18,7 (3+6 млн семян) – 18,8 (3+3 млн семян) ц/га сухого вещества.

Зависимость величины урожая сухого вещества от нормы высева составляющих травосмесь компонентов подтверждают результаты математического анализа. Величина достоверности ( $R^2=0,99$ ) выражает сильную степень зависимости. В среднем за 2 года пользования урожайность сухого вещества изучаемых бинарных травосмесей с участием фестулолиума и люцерны составила 93,7 ц/га сухого вещества при минимальной норме высева компонентов 3+3 млн семян соответственно, 102,8 ц/га при норме высева 3+6 млн семян. С дальнейшим увеличением нормы высева до 3+9 млн семян средняя урожайность сухого вещества незначительно снижается до 102,6 ц/га и загущенные посевы с нормой высева 6+9 млн семян сформировали лишь 95,5 ц/га сухого вещества. Следовательно, при выращивании травосмесей на основе фестулолиума и люцерны нормой высева можно регулировать продукционный процесс закладываемого травостоя и при соблюдении технологии возделывания оптимальной нормой высева компонентов будет 3,0 млн семян фестулолиума и 6,0 млн семян люцерны. Дальнейшее увеличение нормы высева не обеспечивает существенной прибавки урожая надземной биомассы.

**Выводы**

1. Величина урожайности в сильной степени зависит от нормы высева компонентов ( $R^2=0,99$ ) бинарных травосмесей на основе фестулолиума и люцерны. Итак, нормой высева следует регулировать продукционный процесс создаваемых агрофитоценозов.

2. Оптимальной нормой высева компонентов, обеспечившей в среднем за 2 года пользования урожайность 102,8 ц/га сухого вещества на фоне  $N_{90}$ , будет 3,0 млн семян фестулолиума и 6,0 млн семян люцерны. Дальнейшее увеличение нормы высева не обеспечивает существенной прибавки урожая надземной биомассы.

3. При норме высева компонентов травосмеси фестулолиум + люцерна 3+6 млн семян соответственно отмечается максимальная доля люцерны в урожае (63,3 %), которая

не увеличивается при дальнейшем повышении нормы высева люцерны и фестулолиума.

4. Математическим инструментом оценки равномерности поступления зеленого корма в течение вегетации может быть использован Индекс равномерности ( $I$ ), выражающий отношение минимальных и максимальных приростов в среднем за определенный период ( $I = \min/\max$ ).

5. Объединение фестулолиума в бинарной травосмеси с люцерной позволило обеспечить более выравненное в течение вегетации поступление корма по отношению к травостоям фестулолиума в чистом виде, о чем свидетельствует Индекс равномерности ( $I$ ), значение которого возросло с 0,26 до 0,43 в 2017 г. и с 0,31 до 0,39 в 2018 г.

**Библиографический список**

1. Казарин, В. Ф. Использование индекса засухоустойчивости для оценки полевой засухоустойчивости образцов люцерны в Поволжском регионе / В. Ф. Казарин, А. А. Курьянович, И. А. Володина // Кормопроизводство. – 2015. – № 12. – С. 7–11.
2. Клыга, Е. Р. Фестулолиум: агробиологические аспекты возделывания / Е. Р. Клыга, П. П. Васько. – Минск : «ИВЦ Минфина», 2016. – 68 с.
3. Методика опытов на сенокосах и пастбищах / В. Г. Игловиков [и др.] ; Ч. 1. – М. : ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, 1971. – 233 с.
4. Писковацкий, Ю. М. Люцерна для многовидовых агроценозов / Ю. М. Писковацкий // Кормопроизводство. – 2012. – № 11. – С. 25–26.
5. Шевелуха, В. С. Связь продуктивности ячменя с процессами роста и фотосинтеза / В. С. Шевелуха, П. П. Васько // Устойчивость зерновых культур к факторам среды : сб. науч. тр. – Минск : Ураджай, 1978. – С. 91–107.

Поступила 01.06.2020 г.

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И ОРОШЕНИЯ НА ДИНАМИКУ РОСТА И УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

**С. В. Набздоров**, старший преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки

### Аннотация

Изложены результаты исследований, проведенных в 2017–2019 гг. в восточной части Могилевской области, по изучению роста, развития и урожайности сахарной свеклы на разных дозах удобрений при орошении. Одним из факторов повышения урожайности сахарной свеклы является удобрение, но как отреагирует сахарная свекла и на дополнительное орошение, в Беларуси было неизвестно до настоящего времени. Опыт проводился на фоне двух доз удобрений –  $N_{120}P_{90}K_{180}$  и  $N_{150}P_{110}K_{300}$ . Для опытов использован районированный сорт сахарной свеклы – Белполь односемянная. Полевые опыты по орошению сахарной свеклы проводились на опытном поле «Тушково» БГСХА в Горечком районе Могилевской области. Почва – дерново-подзолистая, легкосуглинистая, развивающаяся на легком пылеватом лессовидном суглинке, подстилаемым мореным суглинком с глубины около 1 м. Велось наблюдение за поддержанием влажности почвы в границах 60 % НВ, 70 % НВ, 80 % НВ. Варианты орошались широкозахватной дождевальными машинами *Lindsay-Europe Omega «Zimmatik»*. В результате проведенных исследований выявлено, что наибольшее влияние на урожайность оказала нижняя граница регулирования 70 % НВ при фоне  $N_{150}P_{110}K_{300}$ .

**Ключевые слова:** доза удобрения, орошение, сахарная свекла, урожайность, сахаристость.

### Abstract

**S. V. Nabzdorov**

### THE INFLUENCE OF FERTILIZERS AND IRRIGATION ON THE DYNAMICS OF GROWTH AND YIELD OF SUGAR BEETS

The article presents the results of studies that were conducted in 2017–2019 in the eastern parts of Mogilev region on the growth, development and yield of sugar beet at different doses of fertilizers during irrigation. One of the factors for increasing the yield of sugar beets is fertilizer, but its reaction to additional irrigation has not been known in Belarus until now. Two doses of fertilizers,  $N_{120}P_{90}K_{180}$  and  $N_{150}P_{110}K_{300}$ , were used in the experiment. For experiments, a zoned variety of sugar beet – single-seeded Belpol was used. Field experiments on sugar beet irrigation were conducted in the Tushkovo experimental field of the Belarusian State Agricultural Academy. The soil is a sod-podzolic light loam, developing on a light pulverized loess-like loam, underlain by a morainic loam from a depth of about 1 m. Maintaining soil moisture level within the boundaries of 60 % HB, 70 % HB, 80 % HB was monitored. Variants were irrigated with a wide-reach *Lindsay-Europe Omega «Zimmatik»* sprinkler. As a result of research, it was found that the greatest impact made on the yield was the lower limit of regulation of 70 % HB against the background of  $N_{150}P_{110}K_{300}$ .

**Keywords:** fertilizer dose, irrigation, sugar beet, productivity, sugar content.

### Введение

Исследования, проведенные в разных регионах Европы, показали, что сахарная свекла очень требовательна к уровню питания [1, 2]. Питательные вещества используются культурой на протяжении всего вегетационного периода. В начальный период роста сахарная свекла поглощает относительно небольшое количество азота, фосфора и калия. Корневая система в это время еще слабо развита, однако молодые растения очень чувствительны к недостатку доступных питательных веществ в

почве, преимущественно фосфора. Поэтому для получения дружных, хорошо развивающихся всходов сахарная свекла должна быть обеспечена элементами минерального питания с самого начала вегетации. В дальнейшем потребление элементов питания резко усиливается, особенно во время интенсивного листообразования и в начале роста корнеплодов. Максимум поступления элементов питания приходится на середину вегетации (июль – август), поэтому очень важно, чтобы

в данный период все элементы питания находились в легкодоступных формах при достаточной влажности почвы. При недостаточной естественной влагообеспеченности вегетационного периода орошение, помимо удобрений, является одним из главных факторов повышения урожайности сахарной свеклы.

Рекомендуемые виды и нормы внесения удобрений изменяются в зависимости от почвенно-климатических и хозяйственных условий, причем на первом месте по значимости для сахарной свеклы стоит азот, на втором – фосфор, на третьем – калий [3].

Большое значение для свеклы имеют и органические удобрения. Применение навоза из расчета 40 т/га повышает на поливных землях урожайность корнеплодов на 127–206 ц/га. Например, для получения 750–800 ц/га корнеплодов сахарной свеклы на черноземе малогумусном юга Украины рекомендуется вносить 40 т/га навоза  $N_{200}P_{160}K_{60}$ , а на темно-каштановых солонцеватых суглинковых почвах этого же региона –  $N_{160}P_{240}K_{120}$  [4].

Сахарная свекла по отзывчивости на орошение занимает первое место среди полевых культур. Использование культурой оросительной воды зависит от погодных условий, агротехники и урожайности. Например, в опытах,

проведенных в Восточной Германии, повышение урожайности сахарной свеклы от полива колебалось от 44 до 141 ц/га, а использование воды при этом возрастало от 74 до 105 кг/мм. При орошении на фоне выполнения всех агротехнических мероприятий, кроме урожайности, повышаются также качество свеклы и содержание в корнеплодах сахара [5].

Необходимость проведения орошения, а также сроки и нормы поливов зависят от погоды и текущей потребности посевов сахарной свеклы в воде, причем культура реагирует как на недостаточную, так и на чрезмерную почвенную влажность. Порог влажности почвы, ниже которого в зависимости от температуры и испарения наблюдается недостаток воды, сопровождающийся снижением урожайности, находится примерно в пределах 35–45 % от полной влагоемкости. На черноземах и лесовых почвах урожайность снижается, когда длительное время почвенные влагозапасы поддерживаются выше 65 % полной влагоемкости (недостаток кислорода в корневой зоне). В свою очередь на песчаных почвах урожайность сахарной свеклы и выход сахара растет почти линейно до влажности почвы, равной 80 % от полной влагоемкости [6].

### Методы исследования

Одной из задач наших исследований являлось изучение влияния доз удобрений на рост, развития и урожайности сахарной свеклы при орошении. Для решения данной задачи на территории опытного поля «Тушково» Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, расположенном в Горецком районе Могилевской области, в 2017 г. был заложен и проводился полевой эксперимент по следующим схемам.

А. Доза удобрения  $N_{120}P_{90}K_{180}$ .

Вариант 1 – без орошения (контроль);

Вариант 2 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 60 % НВ;

Вариант 3 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 70 % НВ;

Вариант 4 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 80 % НВ.

Б. Доза удобрения  $N_{150}P_{110}K_{300}$ .

Вариант 5 – без орошения (контроль);

Вариант 6 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 60 % НВ;

Вариант 7 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 70 % НВ;

Вариант 8 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 80 % НВ.

Опыт заложен с систематическим размещением вариантов со смещением по повторностям. Повторность проведения опыта четырехкратная. Делянки имеют прямоугольную форму, площадь делянки составляет 56 м<sup>2</sup>. Ширина защитных полос между вариантами равна удвоенному значению ширины захвата дождевальная машины и составляет 10 м, защитные полосы между делянками имеют ширину 2 м.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины около 1 м.

Почва опытного участка типична для восточного региона Беларуси и пригодна для возделывания сахарной свеклы.

Агрохимические показатели в годы исследования пахотного слоя (0–20 см) следующие: рН в KCl 5,7 – 6,3, содержание гумуса (по Тюрину) 1,7–2,1 %, подвижных оснований  $P_2O_5$  – 203–320 мг и  $K_2O$  – 247–423 мг на 1 кг почвы.

Дозы удобрений для изучения их влияния на фоне орошения сахарной свеклы были рекомендованы Опытной научной станцией по сахарной свекле. Минеральные удобрения карбамид, аммофос и хлористый калий вносились вручную на каждую делянку.

Учет и анализ проводили по следующим общепринятым методикам.

### Основная часть

В опытах использован районированный гибрид сахарной свеклы – Белполь односемянная. Сорт включен в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород с 2015 г. С 2016 г. гибрид Белполь включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Центрально-Черноземной зоне Российской Федерации (№ 62756/8654401).

Диплоидный гибрид Белполь отличается достаточно высокой урожайностью и сахаристостью; обладает высокой технологичностью благодаря равномерной густоте и расположению головки корнеплода в почве; имеет высокие технологические качества корнеплодов, что положительно влияет на снижение потерь сахара при переработке. Он устойчив к ризомании, толерантен к церкоспорозу, может

1. Фенологические наблюдения за сроками наступления очередных фаз развития проводили визуально. Началом очередной фазы развития считалось наступление ее у 10 % растений, а полная фаза отмечалась при наступлении ее у 75 % растений на делянках.

2. Рост корнеплодов учитывался путем взвешивания с 1 июля по 1 октября через 10 дней с делянок всех повторений.

3. Учет урожайности сахарной свеклы в полевом опыте проводился путем сплошной уборки учетных делянок 1 октября.

4. Сахаристость корнеплодов определялась поляриметрическим методом на автоматической линии в лаборатории Опытной научной станции по сахарной свекле (г. Несвиж).

возделываться во всех регионах Беларуси, в том числе там, где существует угроза поражения ризоманией; пригоден для средних сроков уборки.

В 2017 г. вегетационный период сахарной свеклы составил 148 дней (с 6 мая по 1 октября), в 2018 г. – 147 дней (с 7 мая по 1 октября), в 2019 г. – 158 дней (с 26 апреля по 1 октября).

Посевы сахарной свеклы орошались широкозахватной дождевальными машинами *Linsday-Europe Omega «Zimmatik»*. За весь период исследований оросительные нормы различались по величине в результате недостаточного количества и неравномерного распределения атмосферных осадков в течение вегетационных периодов на вариантах с орошением (табл. 1).

Таблица 1. Режимы орошения сахарной свеклы в годы исследований

Вариант	Даты полива	Количество поливов	Поливная норма, м <sup>3</sup> /га	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
2017 г.				
Контроль	–	–	–	–
80 % НВ	16.06	3	250	750
	11.07		250	
	11.08		250	
70 % НВ	12.06	2	300	600
	19.08		300	
60 % НВ	26.06	1	300	300

Продолжение таблицы 1

2018 г.				
Контроль	–	–	–	–
80 % НВ	04.06	3	250	750
	10.08		250	
	17.08		250	
70 % НВ	11.06	2	300	600
	13.08		300	
60 % НВ	17.08	1	300	300
2019 г.				
Контроль	–	–	–	–
80 % НВ	02.06	2	250	500
	11.06		250	
70 % НВ	06.06	1	300	300
60 % НВ	11.06	1	300	300

В ходе анализа метеорологических условий вегетационных периодов 2017–2019 гг. можно отметить, что в 2017 г. осадков было меньше по сравнению со среднемноголетними значениями. Но по общему количеству осадков (387,3 мм) год можно отнести к средневлажному. Он отличался также ливневым характером дождей: например, за пять дней выпало около 200 мм осадков.

Масса корнеплода зависела от доз удобрений, водопотребления культуры, количества выпавших осадков и от режима орошения. Наблюдения за приростом корнеплодов проводились начиная с 1 июля через каждые 10 дней. Результаты показывают существенное различие в формировании урожая по вариантам увлажнения. Так, в годы исследований наибольшие различия в приросте веса корнеплодов наблюдались в периоды наибольших дефицитов почвенной влаги (рис. 1).

Как видно на рисунке, при достаточно благоприятной сумме атмосферных осадков в целом за вегетацию 2017 г. различия в приросте веса корнеплодов по всем вариантам опыта проявляются начиная с конца мая и зависят от удобрительного фона (рис. 1 а, 1 б, 1 в).

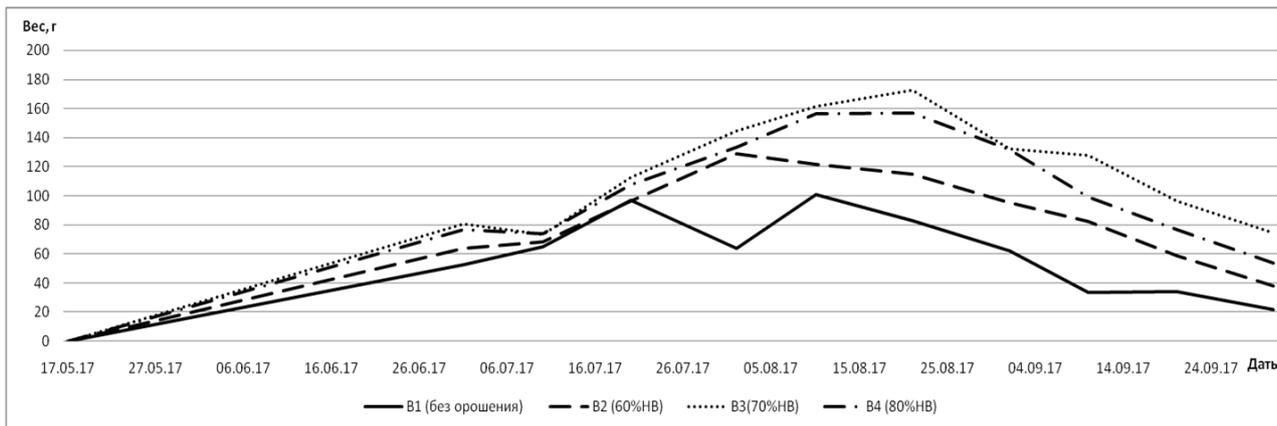
Максимальный рост корнеплодов наблюдался во вторую декаду августа 2017 г. на вариантах полива с дозами удобрений  $N_{120}P_{90}K_{180}$ . На варианте 3 (с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 70 % НВ) он

достигал 17,3 г/сутки, а на варианте 4 – 15,7 г/сутки. На варианте 2 и контроле максимальный прирост зафиксирован в первую декаду августа – 12,2 и 10,1 г/сутки соответственно.

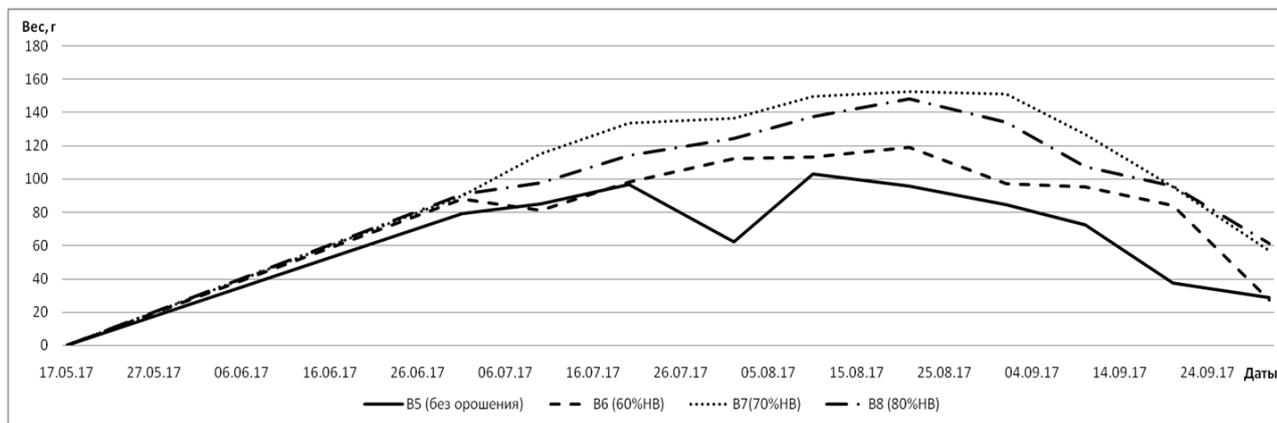
На фоне  $N_{150}P_{110}K_{300}$  максимальный прирост наблюдался также во вторую декаду августа указанного года, но уже на трех вариантах: на варианте 6 – 11,9 г/сутки; на варианте 7 – 15,3 г/сутки; на варианте 8 – 14,8 г/сутки. На контроле максимальный прирост наблюдался в первую декаду августа – 10,3 г/сутки.

В начале вегетационного периода 2018 г. атмосферных осадков было достаточно, наибольший недостаток влаги наблюдался в августе (рис. 2). Из-за дефицита осадков на контроле отмечалось снижение прироста корнеплодов, что привело к снижению урожая и в вариантах с удобрениями. Максимальный прирост при дозе удобрений  $N_{120}P_{90}K_{180}$  зафиксирован в третью декаду июля и составил: на варианте 1 – 10,1 г/сутки; на варианте 2 – 10,9 г/сутки; на варианте 3 – 13,6 г/сутки; на варианте 4 – 11,3 г/сутки. При дозе удобрений  $N_{150}P_{110}K_{300}$  максимальный прирост отмечен также в третью декаду июля, но уже на трех вариантах: на варианте 5 – 11,8 г/сутки; на варианте 6 – 12,7 г/сутки; на варианте 8 – 13,1 г/сутки. На варианте 7 практически одинаковый прирост наблюдался на протяжении четырех декад и составил 13,1–13,5 г/сутки.

а)



б)



в)

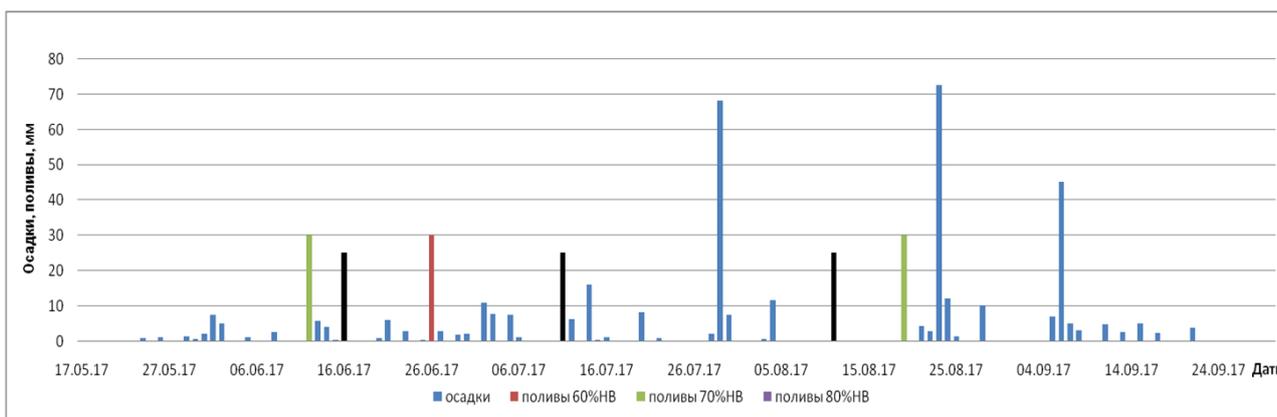
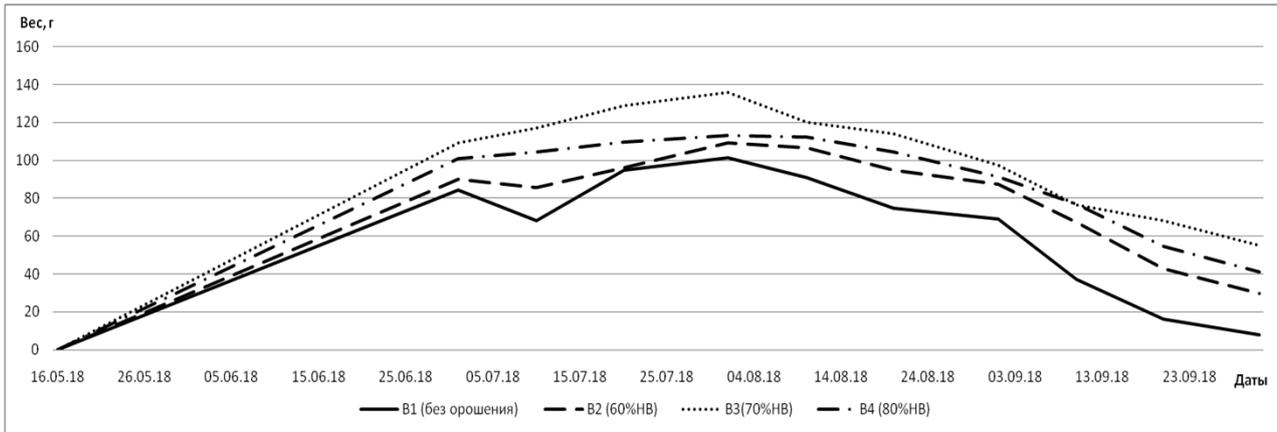
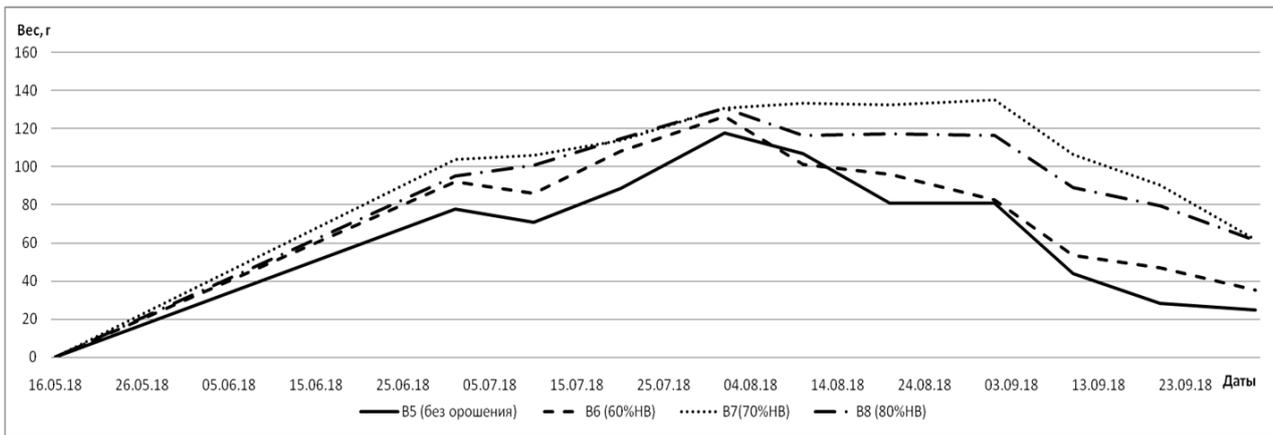


Рис. 1. Динамика прироста корнеплода сахарной свеклы за 2017 г., г:  
 а)  $N_{120}P_{90}K_{180}$ ; б)  $N_{150}P_{110}K_{300}$ ; в) осадки и поливы

а)



б)



в)

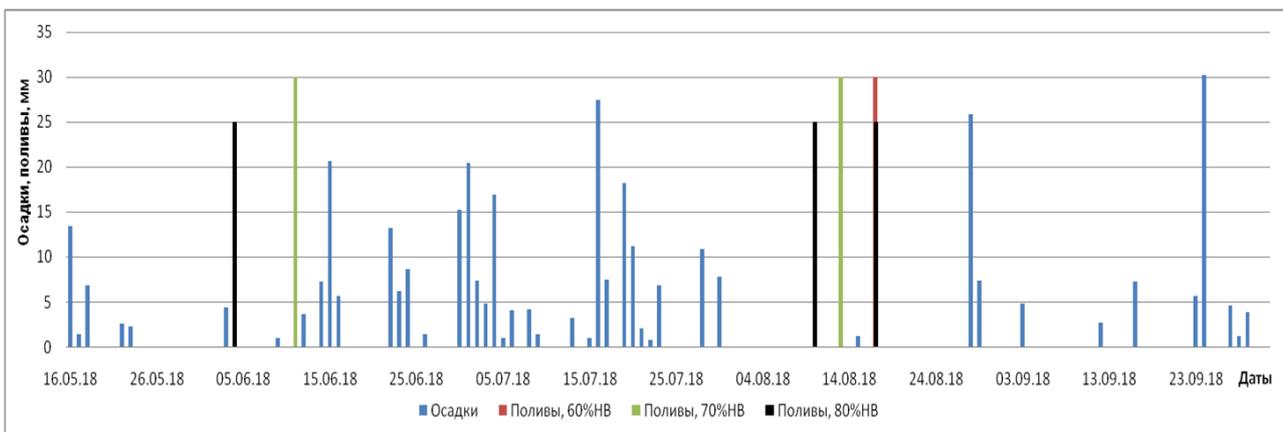
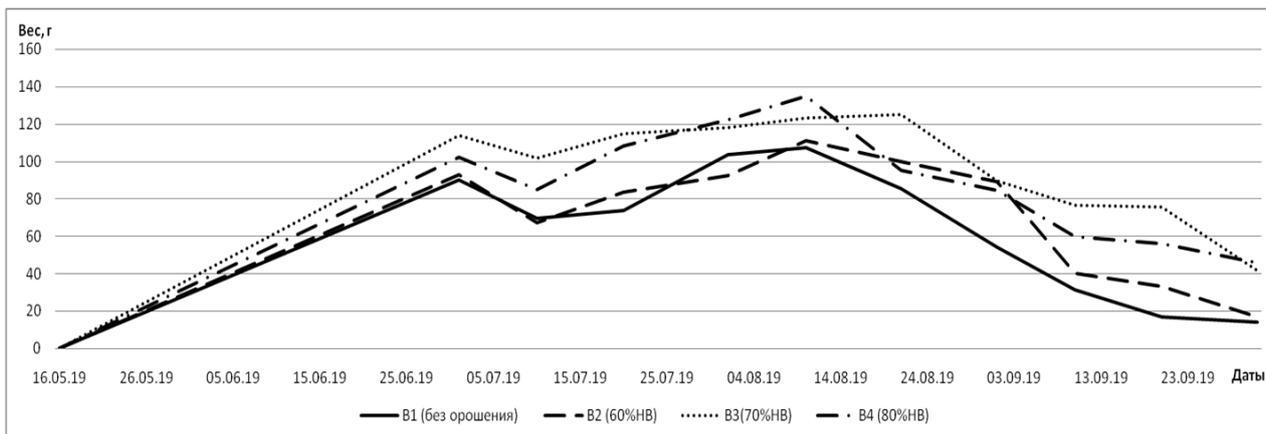
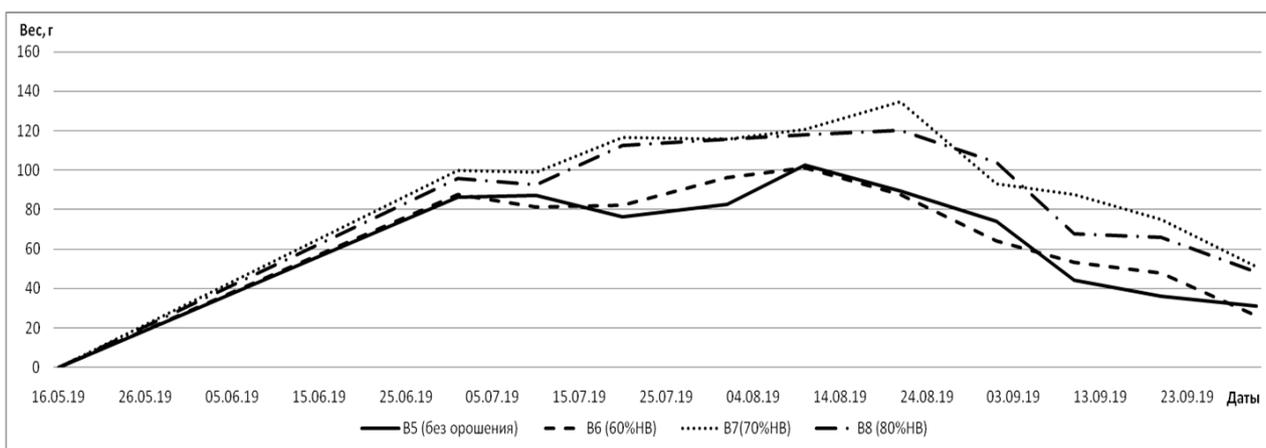


Рис. 2. Динамика прироста корнеплода сахарной свеклы за 2018 г., г:  
 а)  $N_{120}P_{90}K_{180}$ ; б)  $N_{150}P_{110}K_{300}$ ; в) осадки и поливы

а)



б)



в)

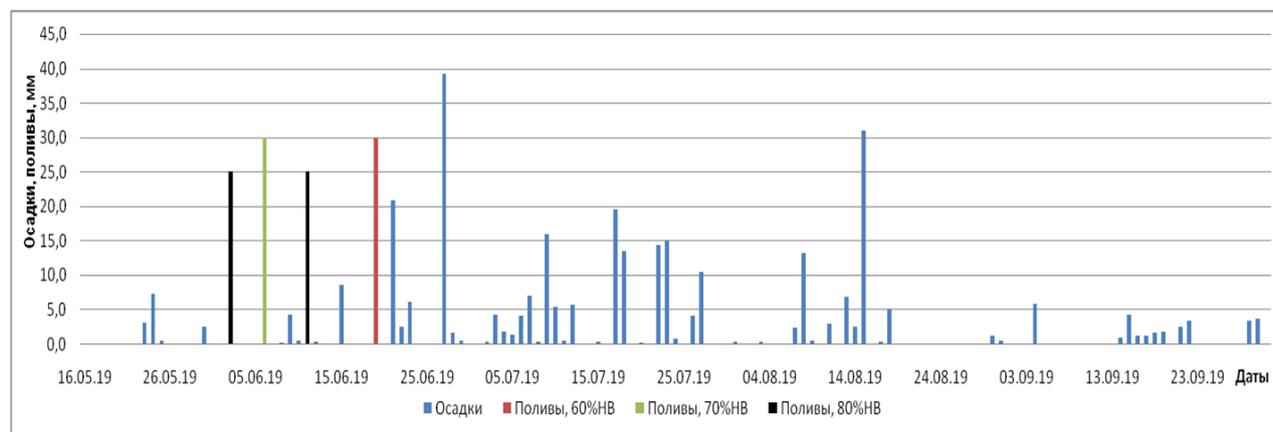


Рис. 3. Динамика прироста корнеплода сахарной свеклы за 2019 год, г:  
 а)  $N_{120}P_{90}K_{180}$ ; б)  $N_{150}P_{110}K_{300}$ ; в) осадки и поливы

В 2019 г. количество выпавших атмосферных осадков составило 312,1 мм, причем 138,1 мм выпало за пять дней. Данные за 2017–2019 гг. показали, что максимальный пророст приходится на период с конца июля по середину августа (рис. 3). Максимальный прирост веса корнеплодов сахарной свеклы в 2019 г. на всех вариантах наблюдался в первую декаду августа. На фоне  $N_{120}P_{90}K_{180}$  он составил: на варианте 1 – 10,7 г/сутки; на варианте 2 – 11,1 г/сутки; на варианте 3 – 12,3 г/сутки; на варианте 4 – 13,5 г/сутки. На удобрительном фоне  $N_{150}P_{110}K_{300}$  максимальный прирост веса корнеплодов сахарной свеклы наблюдался также во вторую декаду августа: на варианте 7 – 13,5 г/сутки; на варианте 8 – 12,0 г/сутки. На вариантах 5 и 6 максимальный прирост имел место в первую декаду августа – 10,2 и 10,1 г/сутки соответственно.

При анализе результатов трехлетних исследований мы видим, что наибольшее нарастание массы корнеплодов отмечается в июле и августе и максимальная масса корнеплода в среднем за три года наблюдалась на варианте 70 % НВ. Так, масса при дозе удобрения  $N_{120}P_{90}K_{180}$  на 1 июля 2017 г. составила 81 г, в 2018 г. – 109 г и в 2019 г. – 114 г. При дозе удобрений  $N_{150}P_{110}K_{300}$  эти массы равнялись 90 г, 104 г и 100 г соответственно. Наименьший вес корнеплода наблюдался на варианте без орошения при всех дозах удобрений.

В среднем за три года при дозе удобрений  $N_{120}P_{90}K_{180}$  прирост массы корнеплода составил: за июль на варианте 1 – 7,9 г/сутки, на варианте 2 – 8,9 г/сутки, на варианте 3 – 11,3 г/сутки, на варианте 4 – 10,3 г/сутки;

за август на варианте 1 – 7,8 г/сутки, на варианте 2 – 9,9 г/сутки, на варианте 3 – 12,2 г/сутки, на варианте 4 – 11,5 г/сутки;

в сентябре на варианте 1 – 2,4 г/сутки, на варианте 2 – 4,5 г/сутки, на варианте 3 – 7,7 г/сутки, на варианте 4 – 6,3 г/сутки.

При дозе удобрений  $N_{150}P_{110}K_{300}$  средний прирост массы корнеплода был следующим:

за июль на варианте 5 – 8,3 г/сутки, на варианте 6 – 9,4 г/сутки, на варианте 7 – 11,5 г/сутки, на варианте 8 – 10,8 г/сутки;

за август на варианте 5 – 8,8 г/сутки, на варианте 6 – 9,3 г/сутки, на варианте 7 – 13,0 г/сутки, на варианте 8 – 12,0 г/сутки;

в сентябре на варианте 5 – 3,8 г/сутки, на варианте 6 – 5,2 г/сутки, на варианте 7 – 8,3 г/сутки, на варианте 8 – 7,5 г/сутки.

Полученный в опытах результат подчеркивает необходимость достаточного увлажнения почвы для получения высокой массы корнеплодов. Как видим, орошение сахарной свеклы способствовало получению значительно большего урожая на любом удобрительном фоне (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность сахарной свеклы, т/га

Год	Без орошения	Нижняя граница регулирования 60% НВ	Нижняя граница регулирования 70% НВ	Нижняя граница регулирования 80% НВ
$N_{120}P_{90}K_{180}$				
2017	61,2	87,1	117,7	107,1
	Прибавка	25,9	56,5	45,9
2018	67,4	80,4	102,5	91,1
	Прибавка	13,0	35,1	23,7
2019	77,3	84,4	112,4	108,5
	Прибавка	7,1	35,1	31,2
Среднее по годам	68,6	84,0	110,9	102,2
	Прибавка	15,4	42,3	33,6

N <sub>150</sub> P <sub>110</sub> K <sub>300</sub>				
2017	74,3	91,9	121,2	111,9
	Прибавка	17,6	46,9	37,6
2018	72,7	83,1	111,7	102,5
	Прибавка	10,4	39,0	29,8
2019	72,7	83,1	111,7	102,5
	Прибавка	10,4	39,0	29,8
Среднее по годам	77,5	88,3	117,1	108,6
	Прибавка	10,8	39,6	31,1

Особенно заметна разница на варианте при нижней границе регулирования влажности почвы 70 % НВ в слое 0–40 см. Так, в 2017 г. получено 117,7 т/га при дозе удобрения N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub>. В 2018 г. при такой же дозе урожай составил 102,5 т/га и 2019 г. 112,4 т/га. В 2017–2019 гг. при дозе удобрения N<sub>150</sub>P<sub>110</sub>K<sub>300</sub> получено 121,2 т/га, 111,7 т/га и 118,3 т/га соответственно.

В среднем за три года при нижней границе регулирования влажности почвы 70 % НВ в слое 0–40 см прибавка урожая составила при дозе N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub> – 61 %, а при дозе N<sub>150</sub>P<sub>110</sub>K<sub>300</sub> – 51 % по отношению к варианту без орошения. Остальные варианты также дали прибавку,

которая составила на варианте с поддержанием влажности почвы в слое 0–40 см на уровне 60% НВ при дозе N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub> – 22 % и 14 % при дозе N<sub>150</sub>P<sub>110</sub>K<sub>300</sub>. На варианте с поддержанием влажности почвы в слое 0–40 см на уровне 80% НВ при дозе N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub> – 49 %, а при дозе N<sub>150</sub>P<sub>110</sub>K<sub>300</sub> – 40 %.

Главный показатель, определяющий качество сахарной свеклы как сырья для выработки сахара, – это сахаристость корнеплодов. Отбор образцов на сахаристость во все годы проводился 1 октября. Полученные результаты за три года исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3. Сахаристость сахарной свеклы, т/га

Год	Без орошения	Нижняя граница регулирования 60% НВ	Нижняя граница регулирования 70% НВ	Нижняя граница регулирования 80% НВ
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>				
2017	15,65	16,9	16,9	16,85
2018	17,6	18,2	17,85	18,2
2019	17,25	17,95	17,95	18,3
Среднее по годам	16,8	17,7	17,6	17,8
N <sub>150</sub> P <sub>110</sub> K <sub>300</sub>				
2017	16,1	16,2	16,6	16,0
2018	17,8	17,35	17,8	17,9
2019	18,35	16,6	17,9	17,15
Среднее по годам	17,4	16,7	17,4	17,0

При определении сахаристости корнеплодов в годы исследований отмечено незначительное различие по этому показателю по вариантам опыта. Сахаристость изменялась в среднем за три года от 16,8 до 17,8 % при дозе

удобрений  $N_{120}P_{90}K_{180}$  и от 16,7 до 17,4 % при дозе удобрений  $N_{150}P_{110}K_{300}$ . Таким образом, орошение дает существенную прибавку урожая и при этом не снижает содержания сахара в корнеплоде.

### Заключение

Сахарная свекла является культурой, которая хорошо отзывается на орошение. В условиях орошения для получения высокого урожая необходимо создать такой удобрительный фон и режим поливов, которые способствовали бы высокому урожаю.

В результате проведенных исследований установлено, что нарастание массы корнепло-

дов сахарной свеклы приходится, в основном, на вторую половину вегетации. Наибольшие приросты корнеплодов отмечаются в июле и августе.

Наилучший вариант орошения сахарной свеклы, на котором получена максимальная урожайность, – начало полива при нижней границе регулирования влажности 70 % НВ.

### Библиографический список

1. Уваров, Г. И. Влияние агротехнологии на сахаристость и элементный состав корнеплодов / Г. И. Уваров, Я. Ю. Боровская. – Сахарная свекла. – 2011. – № 8. – С. 23–25.
2. Филимонов, И. Н. Элементы агротехники и продуктивность сахарной свеклы / И. Н. Филимонов // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 38.
3. Вострухин Н. П. Сахарная свекла / Н. П. Вострухин. – Минск : МФЦП, 2011. – 384 с.
4. Лысогоров, С. Д. Орошаемое земледелие / С. Д. Лысогоров, В. А. Ушкаренко. – 4-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1981. – 382 с.
5. Шпаар Д. Регулирование производства сахарной свеклы и сахара в Германии / Л. Шпаар, Д. Шпихер. – Сахарная свекла. – 1997. – № 6. – 20 с.
6. Шпаар Д. Сахарная свекла / Д. Шпаар, Д. Дрегер, А. Захаренко [и др.] ; под ред. Д. Шпаара. – Минск : ФУ Аинформ, 2000. – 163 с.

Поступила 13.05.2020 г.

УДК 631.445.22:631.4:631.95

## ОСУШЕННЫЕ ТОРФЯНЫЕ ПОЧВЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ В НАЧАЛЕ XXI В.

**А. С. Мееровский**<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Н. М. Авраменко**<sup>2</sup>, кандидат технических наук

<sup>1</sup> РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь,

<sup>2</sup> Государственное предприятие «Полесская опытная станция»,  
пос. Полесский, Лунинецкий р-н, Брестская обл., Беларусь

### Аннотация

Приводятся данные о современном площадном состоянии торфяных и дегроторфяных почв в Белорусском Полесье. В состав территории Полесского региона включено 36 административных районов Республики Беларусь, в том числе по областям: Брестской – 11, Гомельской – 21, Минской – 3 и Могилевской – 1. В настоящее время в составе их сельскохозяйственных земель находятся 556,7 тыс. га органогенных почв, из которых 359, 4 тыс. га с содержанием органогенного вещества более 50 %.

**Ключевые слова:** осушенные торфяные низинные почвы: торфянисто-глеевые, торфяно-глеевые, торфяные маломощные, торфяные среднемощные, торфяные мощные; осушенные торфяные переходные, осушенные торфяные верховые, осушенные аллювиальные иловато-торфяные, осушенные дегроторфяные, нарушенные органогенные, рекультивированные нарушенные органогенные почвы; пахотные, луговые сельскохозяйственные угодья.

### Abstract

**A. S. Meerovsky, N. M. Avramenko**

### DRAINED PEAT SOILS IN BELARUSIAN POLESIE AT THE BEGINNING OF THE XXI CENTURY

Provides information about contemporary area state and degratory peat soils in the Byelorussian Polesie. The territory of the Polesie region includes 36 administrative districts of the Republic of Belarus, including the following regions: Brest – 11, Gomel – 21. Minsk – 3 and Mogilev – 1. From the comparison of the original area of drained peat soils with the current area of degrotorfian soils, it follows that as a result of long-term agricultural use and mineralization, 35 % of the area of drained peat soils in Polesie turned into degrotorfian.

**Keywords:** drained lowland peaty soils: peaty-gley soils, peat-gley soils, peat shallow soils, medium peat soils, peat soils powerful; drained peat transient soils, drained peat upland soils, well drained alluvial Lovato-peat soils, drained degratory soils, disturbed organic soils, reclaimed disturbed organic soils; agricultural land: arable land, meadow land .

### Введение

В Республике Беларусь в составе сельскохозяйственных земель более 1 млн га составляют осушенные торфяные почвы (13, 1 % всех земель). Наибольшие их площади сосредоточены на территории Белорусского Полесья, в Брестской, Гомельской и Минской областях. Эти земли играют важную роль в земледелии

и в целом в аграрной экономике. Проблемы плодородия и сохранения торфяных почв актуальны в течение многих десятилетий, в том числе и в настоящее время, характеризующееся ощутимой трансформацией климата. Принципиальные положения их рационального использования разработаны и закреплены за-

конами Республики Беларусь «О мелиорации земель» (от 23 июля 2008 г., № 423-3), и «Об охране и использовании торфяников» (от 18 декабря 2019 г., № 272-3).

В настоящей работе актуализирован вопрос учета и площадного распространения торфяных почв применительно к территории Белорусского Полесья. Рассмотрено 36 адми-

нистративных районов Беларуси, в том числе по областям: Брестской – 11, Гомельской – 21, Минской – 3, Могилевской – 1. В Брестской обл. в анализируемый состав не включены Барановичский, Брестский, Каменецкий, Ляховичский и Пружанский р-ны. В Минской обл. включены Любанский, Солигорский, Стародорожский р-ны, в Могилевской – Глусский р-н.

### Результаты исследования и их обсуждение

Системное картографирование почв сельскохозяйственных земель Беларуси началось в 1957 г. и продолжается до настоящего времени. Данная работа осуществлялась в периоды 1957–1964, 1968–1986, 1986–1998, 2005–2015 гг.

Неизменным оставался масштаб картографирования: 1:10000. Применительно к торфяным почвам первый и особенно второй туры обследований совпали с наиболее интенсивным проведением мелиоративных работ и вводом осушенных земель в производство. В республике после 1990 г. нового осушения практически не велось. Результаты картирования торфяных почв опубликованы [1–4], причем в [2, 4] они представлены в разрезе административных районов. Объективные сведения пространственно-площадного распространения осушенных торфяных почв за конкретный период времени несомненно полезны, прежде всего для организации их рационального сельскохозяйственного использования. Они важны для оценки потенциальных возможностей территорий, различающихся по наличию торфяных почв в составе сельскохозяйственных земель. Поскольку почвы являются зеркалом агроландшафта, необходимо максимально сохранить их, что имеет исключительное значение для мелиорированных земель.

Для оценки наличия и состояния торфяных почв очень существенна методология их картографирования. На первом этапе использовалась классификация [1], где основной таксономической единицей являлся генетический тип. В зависимости от условий водно-минерального питания и произрастающей растительности болота подразделяют на три типа: низинный, переходный

и верховой. Это деление использовано для торфяных почв с добавлением аллювиальных (пойменных). По мощности торфа выделялись торфянисто-глеевые (< 0,3 м), торфяно-глеевые (0,3–0,5 м), торфяные маломощные (0,5–1 м), среднемощные (1–2 м), мощные (больше 2 м).

В дальнейшем эта классификация была дополнена антропогенно-преобразованными почвами с содержанием органического вещества (ОВ) менее 50 % и дегроторфяными с содержанием ОВ менее 50 %. Последние подразделяются на торфяно-минеральные почвы (50–20 % ОВ), минеральные остаточные торфяные (20,0–5,1 %) и минеральные постторфяные – менее 5 % ОВ [5, 6]. Кроме того, дегроторфяные торфяно-минеральные почвы ранжируются по степени минерализации ОВ (слабоминерализованные – 50–40,1 %, среднеминерализованные – 40,0–30,1 % и сильноминерализованные – 30,0–20,1 %). Картографирование торфяных почв с выделением территорий по содержанию органического вещества в полевых условиях, на наш взгляд, практически невозможно. Поскольку другой информации о распространении торфяных почв в Беларуси нет, нами использовались практическое пособие [4], подготовленное РУП «Институт почвоведения и агрохимии» и РУП «Проектный институт Бегипрозем».

Осушенные торфяные низинные почвы в Белорусском Полесье занимают 295481,4 га. В составе осушенных торфяных низинных почв преобладают (39,5%) торфяные маломощные с мощностью торфа 0,5–1,0 м. Наибольшее их количество (43,1 %) находится в Гомельской обл. (табл. 1).

Осушенные торфяные переходные почвы в Полесье расположены на площади 4301,8 га. В осушенных площадях торфяных переходных

почв преобладают (38,4 %) почвы с мощностью торфа 0,5–1,0 м. Также наибольшее их количество (46,8 %) расположено в Гомельской обл. (табл. 2).

Осушенные торфяные верховые почвы на рассматриваемой территории Полесья расположены на площади 4985,6 га. В осушенных торфяных верховых почвах преобладают площади с мощностью торфа 0,5–1,0 м. Их большинство (64,7 %) размещено в Гомельском регионе (табл. 3).

Осушенные аллювиальные иловато-торфяные почвы в Белорусском Полесье занимают в составе сельскохозяйственных земель 54591,5 га. В составе этих почв опять-таки преобладают (37,4 %) почвы с мощностью торфа 0,5–1,0 м. Большинство их (51,6 %) расположено в Брестской обл. (табл. 4).

Осушенные торфяные почвы в Белорусском Полесье главным образом подстилаются рыхлыми породами (песчаными отложениями) (табл. 1–4). Общая площадь осушенных торфяных почв в составе сельскохозяйственных угодий составляет 359360,3 га, из которых преобладают низинные торфяники (82,2 %) и иловато-торфяные почвы (15,2 %). На долю переходных и верховых торфяных почв приходится соответственно 1,2 и 1,4 % осушенных сельскохозяйственных угодий. В среднем 60 % осушенных торфяных почв используются под луговые угодья (табл. 5).

В Белорусском Полесье 197292,1 га сельскохозяйственных угодий представлены осушенными дегроторфяными почвами. Из них 51,3 % площади занимают торфяно-минеральные почвы, 46 % – минеральные остаточнo-торфяные и 2,7 % – постторфяные почвы; 96,9 % площади всех этих почв развиваются на

песчаной основе (табл. 6). К сильноминерализованным почвам относятся 56062,7 га площадей торфяно-минеральных почв, или 55,4 % (табл. 7). В среднем 57,1 % площади всех видов дегроторфяных почв используется под луговые угодья (табл. 8).

Суммируя земли сельскохозяйственных угодий с торфяными и дегроторфяными почвами (табл. 5 и 8), получим площадь осушенных органогенных почв в Белорусском Полесье, которая составляет 556652,4 га. В среднем на один административный район анализируемой территории приходится почти 15 тыс. га таких земель. В целом они характеризуются относительной устойчивостью. По сравнению с данными обследований 1986–1998 гг. [2] площадь органогенных почв в 36 районах Белорусского Полесья уменьшилась на 3,2 %.

Мелиоративное освоение болот региона началось 150 лет назад. Все эти годы торфяные почвы работали и служили человеку. Несомненно, время существенно влияет на их свойства и плодородие. Это подтверждают материалы последнего обследования [4], в результате которого 313 тыс. га отнесено к дегроторфяным. Основные изменения органогенных почв фиксируется в зависимости от мощности торфа, запасов и содержания органического вещества. Методы их определения и учета далеки от совершенства. Оценка торфяных почв, их роль и значения в сельском хозяйстве Полесья претерпели большие колебания. Однако по нашему глубокому убеждению, основанному на результатах многолетних исследований, никакая равновеликая площадь почв региона не в состоянии конкурировать с ними по широкому спектру показателей.

Таблица 1. Осушенные торфяные низинные почвы в Белорусском Полесье

Область, регион, вид земель	Всего торфяных низинных га	Мощность торфа, м																																						
		Торфянисто-глеевые (ТСГ), до 0,3 м						Торфяно-глеевые (ТГ), 0,3–0,5 м						Торфяные маломощные (ТММ), 0,5–1,0 м						Торфяные среднемощные (ТСМ), 1,0–2,0 м						Торфяные мощные (ТМ), > 2,0 м														
		всего		связанными породами		рылыми породами		подстилаемые		всего		связанными породами		рылыми породами		подстилаемые		всего		связанными породами		рылыми породами		подстилаемые		всего		связанными породами		рылыми породами		подстилаемые								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22																			
<b>Брестская</b>																							<b>(11 административных районов)</b>																	
С.-Х., в том числе:	107417,4	14991,9	539,3	14452,6	-	36989,5	515,2	36474,3	-	37096,5	-	37096,5	-	15907,1	-	15907,1	-	2432,4	-	2432,4	-																			
пахотные	43508,0	5144,1	94,4	5049,7	-	13980,5	100,1	13880,4	-	14408,4	-	14408,4	-	8237,7	-	8237,7	-	1737,3	-	1737,3	-																			
луговые	63909,4	9847,8	444,9	9402,9	-	23009,0	415,1	22593,9	-	22688,1	-	22688,1	-	7669,4	-	7669,4	-	695,1	-	695,1	-																			
<b>Гомельская</b>																							<b>(21 административный район)</b>																	
С.-Х., в том числе:	124791,5	9961,1	3,9	9957,2	-	33628,3	163,6	33454,7	10,0	50328,7	102,5	50236,2	-	27353,8	57,9	27295,9	-	3519,6	-	3519,6	-																			
пахотные	50222,3	3420,1	-	3420,1	-	12783,0	55,1	12717,9	10,0	20059,7	22,8	20036,9	-	11725,0	19,3	11705,7	-	2234,5	-	2234,5	-																			
луговые	74569,2	6541,0	3,9	6437,1	-	20845,3	108,5	20736,8	-	30269,0	79,7	30189,3	-	15628,8	38,6	15590,2	-	1285,1	-	1285,1	-																			
<b>Минская</b>																							<b>(3 административных района)</b>																	
С.-Х., в том числе:	55193,3	1210,7	10,4	1200,3	-	7138,5	2,9	6842,0	293,6	26250,3	25,9	26217,3	7,1	16584,1	-	16462,4	121,7	4009,7	-	3994,3	15,4																			
пахотные	34351,4	780,3	-	780,3	-	4046,8	0,5	3854,3	192,0	15688,9	1,0	15687,6	0,3	10999,9	-	10935,9	64,0	2835,5	-	2825,9	9,6																			
луговые	20841,9	430,4	10,4	420,0	-	3091,7	2,4	2987,7	101,6	10561,4	24,9	10529,7	6,8	5584,2	-	5526,5	57,7	1174,2	-	1168,4	5,8																			
<b>Могилевская</b>																							<b>(1 административный район)</b>																	
С.-Х., в том числе:	8079,2	122,7	-	122,7	-	1734,2	-	1734,2	-	3154,0	-	3154,0	-	2546,2	-	2546,2	-	522,1	-	522,1	-																			
пахотные	466,9	4,9	-	4,9	-	94,8	-	94,8	-	118,5	-	118,5	-	210,1	-	210,1	-	38,6	-	38,6	-																			
луговые	7612,3	117,8	-	117,8	-	1639,4	-	1639,4	-	3035,5	-	3035,5	-	2336,1	-	2336,1	-	483,5	-	483,5	-																			
<b>Белорусское Полесье</b>																							<b>(36 административных районов)</b>																	
С.-Х., в том числе:	295481,4	26286,4	553,6	25732,8	-	79490,5	681,7	78505,2	303,6	116829,5	128,4	116674,0	7,1	62391,2	57,9	62211,6	121,7	10483,8	-	10468,4	15,4																			
пахотные	128548,6	9349,4	94,4	9255,0	-	30905,1	155,7	30547,4	202,0	50275,5	23,8	50251,4	0,3	31172,7	19,3	31089,4	64,0	6845,9	-	6836,3	9,6																			
луговые	166932,8	16937,0	459,2	16477,8	-	48585,4	526,0	47957,8	101,6	66554,0	104,6	66442,6	6,8	31218,5	38,6	31122,2	57,7	3637,9	-	3632,1	5,8																			

Таблица 2. Осушенные торфяные переходные почвы в Белорусском Полесье

Область, регион, вид земель	Всего торфяных переходных, га	Мощность торфа, м																	
		до 0,3 м				0,3–0,5 м				0,5–1,0 м				1,0–2,0 м				> 2,0 м	
		всего	связанными породами	рыхлыми породами	всего	связанными породами	рыхлыми породами	всего	связанными породами	рыхлыми породами	всего	связанными породами	рыхлыми породами	всего	связанными породами	рыхлыми породами			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
<b>Брестская</b> (11 административных районов)																			
с.-х., в том числе:	<b>1987,2</b>	<b>432,2</b>	429,8	2,4	<b>770,5</b>	735,1	35,4	<b>608,7</b>	-	608,7	<b>169,2</b>	-	169,2	<b>6,6</b>	-	6,6			
пахотные	530,8	95,0	95,0	-	221,0	211,0	-	183,0	-	183,0	35,9	-	35,9	5,9	-	5,9			
луговые	1456,4	337,2	334,8	2,4	559,5	524,1	35,4	425,7	-	425,7	133,3	-	133,3	0,7	-	0,7			
<b>Гомельская</b> (21 административный район)																			
с.-х., в том числе:	<b>1779,2</b>	<b>194,6</b>	-	194,6	<b>443,0</b>	-	443,0	<b>772,1</b>	-	772,1	<b>343,0</b>	-	343,0	<b>26,5</b>	-	26,5			
пахотные	1132,6	127,4	-	127,4	292,5	-	292,5	531,1	-	531,1	177,7	-	177,7	3,9	-	3,9			
луговые	646,6	67,2	-	67,2	150,5	-	150,5	241,0	-	241,0	165,3	-	165,3	22,6	-	22,6			
<b>Минская</b> (3 административных района)																			
с.-х., в том числе:	<b>316,3</b>	<b>4,3</b>	2,4	1,9	<b>40,1</b>	-	40,1	<b>159,0</b>	-	159,0	<b>112,9</b>	-	112,9	-	-	-			
пахотные	102,6	2,7	1,3	1,4	4,1	-	4,1	33,5	-	33,5	62,3	-	62,3	-	-	-			
луговые	213,7	1,6	1,1	0,5	36,0	-	36,0	125,5	-	125,5	50,6	-	50,6	-	-	-			
<b>Могилевская</b> (1 административный район)																			
с.-х., в том числе:	<b>219,1</b>	-	-	-	<b>89,7</b>	-	89,7	<b>110,9</b>	-	110,9	<b>18,5</b>	-	18,5	-	-	-			
пахотные	1,7	-	-	-	1,3	-	1,3	0,4	-	0,4	-	-	-	-	-	-			
луговые	217,4	-	-	-	88,4	-	88,4	110,5	-	110,5	18,5	-	18,5	-	-	-			
<b>Белорусское Полесье</b> (36 административных районов)																			
с.-х., в том числе:	<b>4301,8</b>	<b>631,1</b>	432,2	198,9	<b>1343,3</b>	735,1	608,2	<b>1650,7</b>	-	1650,7	<b>643,6</b>	-	643,6	<b>33,1</b>	-	33,1			
пахотные	1767,7	225,1	96,3	128,8	508,9	211,0	297,9	748,0	-	748,0	275,9	-	275,9	9,8	-	9,8			
луговые	2534,1	406,0	335,9	70,1	834,4	524,1	310,3	902,7	-	902,7	367,7	-	367,7	23,3	-	23,3			

Таблица 3. Осушенные торфяные верховые почвы в Белорусском Полесье

Область, регион, вид земель	Всего торфяных верховых, га	Мощность торфа, м																		
		до 0,3 м				0,3–0,5 м				0,5–1,0 м				1,0–2,0 м				> 2,0 м		
		Всего	Связанными породами	Рыхлыми породами	Всего	Связанными породами	Рыхлыми породами	Всего	Связанными породами	Рыхлыми породами	Всего	Связанными породами	Рыхлыми породами	Всего	Связанными породами	Рыхлыми породами	Всего	Связанными породами	Рыхлыми породами	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
<b>Брестская</b>		<b>(11 административных районов)</b>																		
с.-х., в том числе:	<b>1580,6</b>	<b>331,0</b>	-	331,0	<b>580,0</b>	-	580,0	<b>510,2</b>	-	510,2	<b>153,8</b>	-	153,8	<b>5,6</b>	-	5,6				
пахотные	330,5	99,8	-	99,8	161,5	-	161,5	56,8	-	56,8	11,9	-	11,9	0,5	-	0,5				
луговые	1250,1	231,2	-	231,2	418,5	-	418,5	453,4	-	453,4	141,9	-	141,9	5,1	-	5,1				
<b>Гомельская</b>		<b>(21 административный район)</b>																		
с.-х., в том числе:	<b>3262,8</b>	<b>538,0</b>	-	538,0	<b>786,0</b>	-	786,0	<b>1022,2</b>	-	1022,2	<b>745,0</b>	41,3	703,7	<b>171,6</b>	-	171,6				
пахотные	1227,5	130,9	-	130,9	254,7	-	254,7	312,6	-	312,6	378,4	41,3	337,1	150,9	-	150,9				
луговые	2035,3	407,1	-	407,1	531,3	-	531,3	709,6	-	709,6	366,6	-	366,6	20,7	-	20,7				
<b>Минская</b>		<b>(3 административных района)</b>																		
с.-х., в том числе:	<b>130,0</b>	<b>20,8</b>	-	20,8	<b>59,6</b>	-	59,6	<b>40,2</b>	-	40,2	<b>9,3</b>	-	9,3	<b>0,1</b>	-	0,1				
пахотные	39,4	4,8	-	4,8	14,8	-	14,8	13,4	-	13,4	6,4	-	6,4	-	-	-				
луговые	90,6	16,0	-	16,0	44,8	-	44,8	26,8	-	26,8	2,9	-	2,9	0,1	-	0,1				
<b>Могилевская</b>		<b>(1 административный район)</b>																		
с.-х., в том числе:	<b>12,2</b>	<b>1,2</b>	-	1,2	<b>3,1</b>	-	3,1	<b>7,9</b>	-	7,9	-	-	-	-	-	-				
пахотные	2,7	-	-	-	1,3	-	1,3	1,4	-	1,4	-	-	-	-	-	-				
луговые	9,5	1,2	-	1,2	1,8	-	1,8	6,5	-	6,5	-	-	-	-	-	-				
<b>Белорусское Полесье</b>		<b>(36 административных районов)</b>																		
с.-х., в том числе:	<b>4985,6</b>	<b>891,0</b>	-	891,0	<b>1428,7</b>	-	1428,7	<b>1580,5</b>	-	1580,5	<b>908,1</b>	41,3	866,8	<b>177,3</b>	-	177,3				
пахотные	1600,1	235,5	-	235,5	432,3	-	432,3	384,2	-	384,2	396,7	41,3	355,4	151,4	-	151,4				
	3385,5	655,5	-	655,5	996,4	-	996,4	1196,3	-	1196,3	511,4	-	511,4	25,9	-	25,9				

Таблица 4. Осушенные аллювиальные иловато-торфяные почвы в Белорусском Полесье

Область, регион, вид земель	Мощность торфа, м																							
	до 0,3 м						0,3–0,5 м						0,5–1,0 м						1,0–2,0 м				> 2,0 м	
	Всего	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
Всего аллювиальных иловато-торфяных, га																								
<b>Брестская</b>	<b>(11 административных районов)</b>																							
С.-х., в том числе:	3903,4	1311,3	2592,1	-	9532,2	571,5	8960,7	-	10557,6	154,4	10403,2	-	4198,3	15,0	4183,3	-	440,2	-	440,2	-	-			
пахотные	727,9	179,2	548,7	-	1714,8	124,4	1590,4	-	2158,8	30,0	2128,8	-	944,2	-	944,2	-	66,3	-	66,3	-	-			
луговые	3175,5	1132,1	2043,4	-	7817,4	447,1	7370,3	-	8398,8	124,4	8274,4	-	3254,1	15,0	3239,1	-	373,9	-	373,9	-	-			
<b>Гомельская</b>	<b>(21 административный район)</b>																							
С.-х., в том числе:	14825,9	1627,4	3,9	1623,5	-	2563,2	-	2563,2	-	5216,5	3,5	5213,0	-	4758,7	-	4758,7	-	660,1	-	660,1	-			
пахотные	1575,7	113,9	-	113,9	-	396,6	-	396,6	-	694,2	-	694,2	-	371,0	-	371,0	-	-	-	-	-			
луговые	13250,2	1513,5	3,9	1509,6	-	2166,6	-	2166,6	-	4522,3	3,5	4518,8	-	4387,7	-	4387,7	-	660,1	-	660,1	-			
<b>Минская</b>	<b>(3 административных района)</b>																							
С.-х., в том числе:	9420,9	173,7	1,2	173,7	-	950,8	-	950,8	-	3834,2	-	3792,5	41,7	4209,6	-	4011,6	198,0	251,4	-	251,4	-			
пахотные	4042,3	51,5	-	51,5	-	389,9	-	389,9	-	1727,3	-	1713,4	13,9	1748,7	-	1600,3	148,4	124,9	-	124,9	-			
луговые	5378,6	122,2	1,2	122,2	-	560,9	-	560,9	-	2106,9	-	2079,1	27,8	2460,9	-	2411,3	49,6	126,5	-	126,5	-			
<b>Могилевская</b>	<b>(1 административный район)</b>																							
С.-х., в том числе:	1713,0	2,0	-	2,0	-	202,4	-	202,4	-	832,6	-	832,6	-	629,3	-	629,3	-	46,7	-	46,7	-			
пахотные	19,0	0,1	-	0,1	-	4,1	-	4,1	-	13,4	-	13,4	-	1,4	-	1,4	-	-	-	-	-			
луговые	1694,0	1,9	-	1,9	-	198,3	-	198,3	-	819,2	-	819,2	-	627,9	-	627,9	-	46,7	-	46,7	-			
<b>Белорусское Полесье</b>	<b>(36 административных районов)</b>																							
С.-х., в том числе:	54591,5	5707,7	1316,4	4391,3	-	13248,6	571,5	12677,1	-	20440,9	157,9	20241,3	41,7	13795,9	15,0	13582,9	198,0	1398,4	-	1398,4	-			
пахотные	11249,0	893,4	179,2	714,2	-	2505,4	124,4	2381,0	-	4593,7	30,0	4549,8	13,9	3065,3	-	2916,9	148,4	191,2	-	191,2	-			
луговые	43342,5	4814,3	1137,2	3677,1	-	10743,2	447,1	10296,1	-	15847,2	127,9	15691,5	27,8	10730,6	15,0	10666,0	49,6	1207,2	-	1207,2	-			

Таблица 5. Площади осушенных торфяных почв в Белорусском Полесье

Вид земель	Всего, га	Торфяные			
		низинные	переходные	верховые	аллювиальные ило- ва- торфяные
сельскохозяйственные, в том числе:	<b>359360,3</b>	<b>295481,4</b>	<b>4301,8</b>	<b>4985,6</b>	<b>54591,5</b>
пахотные	143165,4	128548,6	1767,7	1600,1	11249,0
луговые	216194,9	166932,8	2534,1	3385,5	43342,5

Таблица 6. Осушенные деградированные почвы в Белорусском Полесье

Область, регион, вид земель	Всего деградированных почв, га	торфяно-минеральные				минеральные остаточно- торфяные				посторфяные			
		подстилаемые		песками		подстилаемые		песками		подстилаемые		песчаные	
		всего	суглинками	супесями	песками	всего	суглинками	супесями	песками	всего	суглинками	супесями	песчаные
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		<b>(11 административных районов)</b>											
<b>Брестская</b>													
с.-х., в том числе:	<b>86959,5</b>	<b>44495,1</b>	1447,5	261,8	42785,8	<b>39274,7</b>	1047,0	2366,5	35861,2	<b>3189,7</b>	6,2	<b>205,5</b>	2978,0
пахотные	34637,0	17688,3	469,6	139,2	17079,5	15508,3	329,0	962,4	14216,9	1440,4	0,8	104,1	1335,5
луговые	52322,5	26806,8	977,9	122,6	25706,3	23766,4	718,0	1404,1	21644,3	1749,3	5,4	101,4	1642,5
<b>Гомельская</b>													
с.-х., в том числе:	<b>73434,8</b>	<b>31976,5</b>	-	148,3	31828,2	<b>39505,0</b>	-	375,4	39159,6	<b>1953,3</b>	7,5	<b>66,6</b>	1879,2
пахотные	30767,6	12835,5	-	74,9	12760,6	16998,3	-	117,2	16881,1	933,8	-	24,1	909,7
луговые	42667,2	19141,0	-	73,4	19067,6	22506,7	-	258,2	22248,5	1019,5	7,5	42,5	969,5
<b>Минская</b>													
с.-х., в том числе:	<b>33184,8</b>	<b>22071,9</b>	169,3	-	21902,6	<b>11081,2</b>	50,0	48,3	10982,9	<b>31,7</b>	-	-	31,7
пахотные	18877,1	12415,6	52,2	-	12363,4	6443,7	4,0	19,4	6420,3	17,8	-	-	17,8
луговые	14307,7	9656,3	117,1	-	9539,2	4637,5	46,0	28,9	4562,6	13,9	-	-	13,9
<b>Могилевская</b>													
с.-х., в том числе:	<b>3713,0</b>	<b>2688,5</b>	-	-	2688,5	<b>983,3</b>	-	-	983,3	<b>41,2</b>	-	-	41,2
пахотные	280,6	168,7	-	-	168,7	106,5	-	-	106,5	5,4	-	-	5,4
луговые	3432,4	2519,8	-	-	2519,8	876,8	-	-	876,8	35,8	-	-	35,8
<b>Белорусское Полесье</b>		<b>(36 административных районов)</b>											
с.-х., в том числе:	<b>197292,1</b>	<b>101232,0</b>	1616,8	410,1	99205,1	<b>90844,2</b>	1097,0	2790,2	86957,0	<b>5215,9</b>	13,7	<b>272,1</b>	4930,1
пахотные	84562,3	43108,1	521,8	214,1	42372,2	39056,8	333,0	1099,0	37624,8	2397,4	0,8	128,2	2268,4
луговые	112729,8	58123,9	1095,0	196,0	56832,9	51787,4	764,0	1691,2	49322,2	2818,5	12,9	143,9	2661,7

Таблица 7. Осушенные дегторфорные почвы в Белорусском Полесье (приложение к таблице 6)

Область, регион, вид земель	Всего торфяно- минеральных почв, га	торфяно-минеральные подстилаемые														
		суглинками				супесями				песками						
		слабоинне- различные	среднеинне- различные	сильноинне- различные	всего	слабоинне- различные	среднеинне- различные	сильноинне- различные	всего	слабоинне- различные	среднеинне- различные	сильноинне- различные	всего	слабоинне- различные	среднеинне- различные	сильноинне- различные
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
<b>Брестская</b>																
<b>(11 административных районов)</b>																
с.-х., в том числе:	44495,1	1447,5	290,8	492,4	664,3	261,8	63,9	32,3	165,6	42785,8	6894,9	9334,4	26556,5			
пахотные	17688,3	469,6	59,6	241,3	168,7	139,2	26,4	13,5	99,3	17079,5	2348,5	4003,2	10727,8			
луговые	26806,8	977,9	231,2	251,1	495,6	122,6	37,5	18,8	66,3	25706,3	4546,4	5331,2	15828,7			
<b>Гомельская</b>																
<b>(21 административный район)</b>																
с.-х., в том числе:	31976,5	-	-	-	-	148,3	148,3	-	-	31828,2	5038,4	9332,7	17457,1			
пахотные	12835,5	-	-	-	-	74,9	74,9	-	-	12760,6	1738,1	3379,4	7643,1			
луговые	19141,0	-	-	-	-	73,4	73,4	-	-	19067,6	3300,3	5953,3	9814,0			
<b>Минская</b>																
<b>(3 административных района)</b>																
с.-х., в том числе:	22071,9	169,3	-	54,9	114,4	-	-	-	-	21902,6	3638,8	8346,1	9917,7			
пахотные	12415,6	52,2	-	20,6	31,6	-	-	-	-	12363,4	2046,7	4937,1	5379,6			
луговые	9656,3	117,1	-	34,3	82,8	-	-	-	-	9539,2	1592,1	3409,0	4538,1			
<b>Могилевская</b>																
<b>(1 административный район)</b>																
с.-х., в том числе:	2688,5	-	-	-	-	-	-	-	-	2688,5	279,4	1222,0	1187,1			
пахотные	168,7	-	-	-	-	-	-	-	-	168,7	22,7	75,7	70,3			
луговые	2519,8	-	-	-	-	-	-	-	-	2519,8	256,7	1146,3	1116,8			
<b>Белорусское Полесье</b>																
<b>(36 административных районов)</b>																
с.-х., в том числе:	101232,0	1616,8	290,8	547,3	778,7	410,1	212,2	32,3	165,6	99205,1	15851,5	28235,2	55118,4			
пахотные	43108,1	521,8	59,6	261,9	200,3	214,1	101,3	13,5	99,3	42372,2	6156,0	12395,4	23820,8			
луговые	58123,9	1095,0	231,2	285,4	578,4	196,0	110,9	18,8	66,3	56832,9	9695,5	15839,8	31297,6			

Таблица 8. Площади осушенных дегроторфяных почв в Белорусском Полесье				
Вид земель	Всего, га	Дегроторфяные		
		торфяно-минеральные	минеральные остаточнo-торфяные	посторфяные
сельскохозяйственные, в том числе:	<b>197292,1</b>	<b>101232,0</b>	<b>90844,2</b>	<b>5215,9</b>
пахотные	84562,3	43108,1	39056,8	2397,4
луговые	112729,8	58123,9	51787,4	2818,5

## Выводы

1. В Белорусском Полесье общая площадь осушенных торфяных почв в составе сельскохозяйственных угодий составляет 359360,3 га, 82,2 % этой площади занимают низинные торфяники. Остальная часть площади приходится на переходные (1,2 %), верховые (1,4 %) и аллювиально-иловатые (15,2 %) торфяные почвы.

2. Осушенные торфяные почвы в Полесье подстилаются главным образом рыхлыми породами (песчаными и рыхлосупесчаными). В среднем 60 % занимаемой ими площади используется под луговые угодья, что способствует их сохранению.

3. Дегроторфяные почвы с содержанием органического вещества менее 50 % в составе сельскохозяйственных земель Белорус-

ского Полесья составляют 197292,1 га; 51,3 % площади дегроторфяных относится к торфяно-минеральным, 46 % – к минеральным остаточно-торфяным; 2,7 % – к постторфяным. К разряду сильноминерализованных относится 55,4 % площади торфяно-минеральных почв (56062,7 га). Под лугами используется 51,7 % всех дегроторфяных почв.

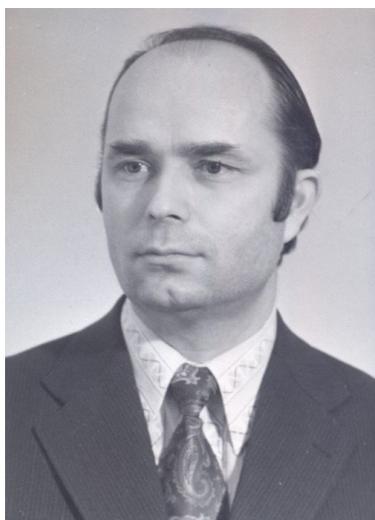
4. Общая площадь сельскохозяйственных земель с органогенными почвами в 36 р-нах Белорусского Полесья составляет 556,7 тыс. га. В среднем на один район приходится почти 15 тыс. га. Эти земли являются важным урожаеобразующим звеном аграрного производства. Их агробиологический потенциал – 4,5–5,5 млн тонн кормовых единиц.

## Библиографический список

1. Почвы Белорусской ССР / под ред. Т. Н. Кулаковской, П. П. Рогового, Н. И. Смяна. – Минск : Ураджай, 1974. – 328 с.
2. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь : практ. пособие / под. ред. Г. И. Кузнецова, Н. И. Смяна. – Минск : Оргстрой, 2001. – 432 с.
3. Национальный доклад о состоянии, использовании и охране земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2011 года) / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь; под ред. Г. И. Кузнецова. – Минск : РУП «БелНИЦзем», 2011. – 184 с.
4. Осушенные торфяные и дегроторфяные почвы в составе сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / В. В. Лапа [и др.] ; под общ. ред. В. В. Лапы ; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 215с.
5. Цытрон, Г. С. Антропогенно-преобразованные почвы Беларуси / Г. С. Цытрон. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2004. – 124 с.
6. Смян, Н. И. Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси / Н. И. Смян, Г. С. Цытрон. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2007. – 220 с.

Поступила 17.06.2020 г.

# • НАШИ ЮБИЛЯРЫ •



---

---

## МИХАИЛ ИВАНОВИЧ СВЯТЦЕВ

(85 лет со дня рождения)

---

---

Михаил Иванович родился 4 апреля 1935 г. в пос. Зелёный Дуб Рогачевского р-на Гомельской обл. В 1958 г. окончил Белорусский политехнический институт (торфяной факультет), получил специальность инженера-механика. Трудовую деятельность начал начальником участка на торфопредприятии «Красная Беларусь» Быховского р-на Могилевской обл. (1958–1960 гг.), затем работал главным инженером на этом предприятии (1960–1962 гг.), начальником отдела и заместителем главного инженера торфяной опытной станции «Дукора» Института торфа Академии наук БССР (1962–1963 гг.), учился в аспирантуре АН БССР (1963–1966 гг.).

В 1967 г. Михаил Иванович был принят на работу в Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси на должность младшего научного сотрудника. После защиты диссертации в 1968 г., получив ученую степень кандидата технических наук, работал в институте старшим научным сотрудником отдела гидротехнических сооружений. В 1976 г. М. И. Святцев был назначен заведующим отделом патентной службы, внедрения, координации и научно-технической информации, а в 1993 г. – заместителем директора по общим вопросам. В период с 1995 г. по 2007 г. работал ведущим научным сотрудником.

Михаил Иванович является автором более 50 научных работ, в том числе монографии, методических рекомендаций, а также 2 авторских свидетельств на изобретения и 12 рационализаторских предложений. Исследования связаны со строительством сельскохозяйственных дорог и других земляных сооружений на торфяных грунтах, изучением водно-физических и физико-механических свойств, разработкой приборов и оборудования для их определения.

Михаил Иванович принимал активное участие в общественной жизни: был секретарем комсомольской организации, членом обкома профсоюза, председателем профкома, секретарем партбюро, заседателем народного суда Советского района, депутатом районного совета.

М. И. Святцев награжден Почетной грамотой Верховного Совета БССР, Почетными грамотами Минводхозов СССР, БССР, БелНИИМиВХ и Академии аграрных наук Республики Беларусь, а также медалью «Ветеран труда», серебряной и бронзовой медалями, дипломами ВДНХ СССР и БССР.

# • ЧТОБЫ ПОМНИЛИ •



---

---

**А. А. БУЛНЯ.  
СВЕТЛОЙ ПАМЯТИ  
ВЫДАЮЩЕГОСЯ ОРГАНИЗАТОРА  
И ПРАКТИКА МЕЛИОРАЦИИ  
В БЕЛАРУСИ**

---

---

*Ушел из жизни Анатолий Аксентьевич Бульня – высокий профессионал и организатор мелиоративного производства, долгие годы возглавлявший это направление в Беларуси.*

*Вся его трудовая жизнь, а это более 50 лет, неразрывно связана с мелиорацией, где он прошел путь от рабочего Сенненского строительно-монтажного управления мелиорации до руководителя отрасли.*

*Родился А. А. Бульня 21 января 1948 г. в дер. Малый Осовец Бешенковичского р-на Витебской обл. в крестьянской семье. В 1973 г. закончил Белорусский политехнический институт по специальности «Гидротехническое строительство речных сооружений и ГЭС», а в 1987 – Минскую высшую партийную школу. В 1973–1975 гг. работал мастером, прорабом в Сенненском СМУ, 1975–1979 гг. – начальником ПМК-28 треста «Витебскводстрой», 1979–1980 гг. – заместителем начальника Витебского областного управления мелиорации и водного хозяйства. В 1980 г. назначается управляющим треста «Полоцкводстрой» Минводхоза БССР, а в 1988 г. становится начальником объединения «Витебскмелиорация».*

*Дальнейшая трудовая деятельность А. А. Бульни продолжалась в Минске. В 1994–2004 гг. он президент, а затем председатель Белорусского государственного концерна по строительству и эксплуатации мелиоративных и водохозяйственных систем «Белмелиоводхоз», а с 2004 г. по 2013 г. – директор Департамента по мелиорации и водному хозяйству Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. После реформирования министерства в 2013–2015 гг. Бульня трудится директором государственного объединения по мелиорации земель, водному и рыбному хозяйству «Белводхоз», а с 2015 г. – заместителем директора РУП «Белгипроводхоз».*

*На всех этапах своей трудовой жизни Анатолий Аксентьевич отличался высочайшим профессионализмом, был патриотом мелиоративного преобразования земель. В сложные 1990-е гг. он приложил немало усилий для сохранения мелиоративной отрасли в Беларуси, был одним из разработчиков первой Государственной программы «Сохранение и использование мелиорированных земель». В значительной мере благодаря его энергии и настойчивости мелиоративный комплекс Беларуси продолжает играть важную роль в экономике страны, развиваясь и совершенствуясь.*

*Анатолий Аксентьевич Булыня был прекрасным инженером, мудрым стратегом и дипломатом, умел найти подход к каждому человеку, не терпел разгильдяйства и дилетантства.*

*Особым было отношение А. А. Булыни к науке, в том числе к мелиоративной. Он всю жизнь учился сам и учил других. Мы благодарны ему за постоянное внимание и поддержку Института мелиорации. Анатолий Аксентьевич по праву гордился достижениями в мелиоративной отрасли и всегда говорил, что без участия ученых они были бы невозможны.*

*Несомненно, он являлся руководителем нового поколения, был строгим и требовательным к подчиненным, но в то же время всегда мог принять другую точку зрения при должном ее обосновании.*

*Он беззаветно любил свою малую родину, часто навещал ее, и бешенковичская речушка Кривинка навсегда поселилась в его сердце.*

*Гигантский мелиоративный корабль Беларуси потерял своего многолетнего Капитана. Это утрата невозполнима. Но корабль продолжает движение. Мелиорация имеет начало, но не имеет конца. А в наших сердцах навсегда останется память о замечательном специалисте и человеке – Анатолии Аксентьевиче Булыне.*

*РУП «Институт мелиорации»*




---



---

## ИВАН СТЕПАНОВИЧ ЛУПИНОВИЧ

(к 120-летию)

---



---

*Выдающийся белорусский ученый и организатор сельскохозяйственной науки Иван Степанович Лупинович родился 6 июля 1900 г. в местечке Шацк бывшего Игуменского уезда Минской губернии (в настоящее время – Пуховичский р-н).*

*В 1914 г. поступил в Молодечненскую учительскую семинарию, а в 1918 г. в Минское политехническое училище. После его окончания продолжил образование на почвенно-агрономическом отделении Белорусского института сельского и лесного хозяйства, который закончил в 1925 г. Уже в студенческие годы И. С. Лупинович работает младшим научным сотрудником, принимает участие в экспедициях по изучению почв Беларуси под руководством профессора В. Г. Касаткина. В это время появилась его первая научная статья «Условия добычи извести и ее значимость для известкования почв БССР».*

*После окончания института Лупинович работает агрохимиком Белорусской опытной агрономической станции, а в 1924 г. его приглашают работать в Московский почвенный институт. В 1930–1934 гг. он является начальником почвенной экспедиции Всесоюзного НИИ удобрений и агропочвоведения, одновременно преподает в Московском гидромелиоративном институте.*

*В 1934 г. И. С. Лупинович был избран на должность заведующего кафедрой общего земледелия Белорусского сельскохозяйственного института (г. Горки). В 1935 г. ему присуждена ученая степень кандидата сельскохозяйственных наук. В 1938–1947 гг. Лупинович работал в Москве, в Совете по изучению производительных сил АН СССР руководителем группы, начальником экспедиции, ученым секретарем. Под его руководством проводятся экспедиционные исследования в Поволжье, Средней Азии, Прикамье, Кабардинской и Дагестанской АССР с целью изучения их природных ресурсов и земельного фонда.*

*В годы Великой Отечественной войны особое значение имела работа И. С. Лупиновича в составе комиссии АН СССР по мобилизации ресурсов для защиты страны и, в первую очередь, по организации сельскохозяйственного производства в Средней Азии и Поволжье. В 1943 г. он успешно защитил в Казанском государственном университете докторскую диссертацию на тему «Природно-историческое районирование СССР». В 1947 г. АН СССР выпустила фундаментальную работу ученого – «Природно-историческое районирование СССР» (соавтор – С. Г. Струмилин).*

*С 1947 г. начинается плодотворный белорусский период жизни и творчества И. С. Лупиновича. В этом году он избирается академиком и вице-президентом АН БССР.*

Одновременно он организует научную лабораторию физики и биохимии торфяно-болотных почв в НИИ болотного хозяйства (ныне – Институт мелиорации НАН Беларуси).

Результатом работы лаборатории стала монография «Торфяно-болотные почвы БССР и их плодородие» (1952 г., соавтор – Т. Ф. Голуб). Это была первая монографическая сводка, обобщающая результаты исследований по влиянию мелиорации на свойства и плодородие органогенных почв. С марта 1951 г. по январь 1952 г. Лупинович исполнял обязанности президента Академии наук БССР. В 1951 г. ему присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки БССР, в 1953 г. – ученое звание профессора.

С образованием в 1957 г. Академии сельскохозяйственных наук БССР И. С. Лупинович избирается ее президентом. Здесь собираются лучшие силы ученых-аграрников республики: П. И. Альсмик, Х. С. Горегляд, Н. А. Дорожкин, С. Н. Иванов, М. А. Мацепуро, А. Г. Медведев, П. Е. Прокопов, С. Г. Скоропанов, В. И. Шемпель и мн. др. В это время идет активная работа по организации новых сельскохозяйственных научных учреждений: возрождается Институт почвоведения, ведется подготовка к созданию Института защиты растений. Академия сельскохозяйственных наук, во многом благодаря авторитету ее президента, приобрела международное признание и известность. На территории республики проходят крупные международные научные форумы по проблемам земледелия и селекции, мелиорации, механизации сельского хозяйства и др.

После расформирования Академии сельскохозяйственных наук (1961) Иван Степанович Лупинович полностью концентрирует внимание на научной и научно-педагогической деятельности. Еще в 1948 г. он был избран заведующим кафедры почвоведения Белорусского государственного университета. В 1962 г. при кафедре почвоведения БГУ им создана научно-исследовательская лаборатория почвенной биогеохимии, где широко разворачиваются исследования микроэлементного состава почв, пород, вод, растений. Исключительно активно и плодотворно изучаются почвы мелиоративного фонда, и, по существу, формируются теоретические основы мелиорации переувлажненных почв, основные идеи которых остаются верными и актуальными до настоящего времени.

Всю свою творческую жизнь И. С. Лупинович неутомимо работал над подготовкой кадров. Им воспитаны сотни агрономов и почвоведов, географов и экологов, под его руководством подготовлено и защищено более 50 кандидатских и 7 докторских диссертаций. Научное наследие ученого насчитывает более 120 опубликованных работ.

В 1951–1961 гг. он избирался депутатом Верховного Совета БССР.

Награжден орденами Красной Звезды (1945), Трудового Красного Знамени (1949, 1960), Ленина (1951), Знак Почета (1955), медалями.

Иван Степанович ушел из жизни 9 октября 1968 г.

В 1970 г. Белорусской республиканской научной сельскохозяйственной библиотеке присвоено имя И. С. Лупиновича, а в 2000 г. на его родине в Шацке открыта мемориальная доска.

А. С. Мееровский,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор



## СЕМЕН ИВАНОВИЧ ТРИЗНО

(к 130-летию)

*Семен Иванович Тризно родился 15 июня 1890 г. в г. Мозыре. В 1916 г. окончил Киевский университет св. Владимира.*

*Трудовая деятельность началась в революционные годы: в 1917–1922 гг. он служил лектором и заведовал красноармейским клубом. Дальнейшая жизнь Семена Ивановича связана с сельским хозяйством: в 1922–1924 гг. – агроном Мозырского земельного отдела; 1924–1931 гг. – директор Полесской торфяно-болотной опытной станции Мозырского р-на; 1931–1934 гг. – технический директор и научный руководитель опытных станций треста по семеноводству (г. Минск); 1934–1941 гг. – заведующий отделом обработки почв Всесоюзного НИИ болотного хозяйства (г. Минск); 1944–1945 гг. – и. о. директора Белорусского НИИ болотного хозяйства (г. Минск); 1945–1948 гг. – заведующий отделом обработки почв этого же института; 1948–1965 гг. – заведующий отделом селекции зерновых культур Белорусского научно-исследовательского института мелиорации и водного хозяйства.*

*С. И. Тризно – кандидат (1940), доктор сельскохозяйственных наук (1962), автор 50 опубликованных научных работ и 5 монографий по вопросам селекции и технологии возделывания зерновых культур на торфяных почвах.*

*Время работы Семена Ивановича в науке совпало с периодом активного мелиоративного освоения болот, включения торфяных почв в состав сельскохозяйственных земель. Проведение мелиорации предполагало увеличение производства зерна, что требовало соответствующих научных разработок. Сименом С. И. Тризно связано наибольшее развитие в Беларуси научных исследований по селекции зерновых культур на торфяных почвах. Их результаты опубликованы в его монографиях «Зерновые культуры на мелиорированных торфяно-болотных почвах БССР» (1954 г., совместно с Н. И. Фомицким), «Основы агротехники и селекции зерновых культур на торфяно-болотных почвах» (1962).*

*На основании многолетних опытов ученым было установлено, что на осушенных торфяных почвах при уровне стояния грунтовых вод в период вегетации не более 50 см от поверхности можно успешно возделывать озимую рожь, озимую и яровую пшеницу, яровой ячмень, овес, просо. Эти культуры дают высокие урожаи зерна, которое по своему химическому составу, пищевым и кормовым достоинствам не уступает зерну, получаемому с минеральных почв.*

*Под руководством Семена Ивановича Тризно разворачиваются масштабные исследования по оценке различных видов и сортов зерновых культур в условиях торфяно-болотных почв Беларуси из коллекций Всесоюзного института растениеводства, других научных учреждений СССР и ближнего зарубежья. Одним из важнейших результатов было*

*доказательство того, что созданные на минеральных почвах сорта зерновых культур при перенесении их на торфяные почвы в значительной степени утрачивают многие ценные в сельскохозяйственном отношении свойства и признаки. Особенно это проявляется в снижении устойчивости растений против полегания, вредителей и болезней.*

*В дальнейшем С. И. Тризно впервые в Беларуси создал сорта зерновых культур специально для торфяных почв. Исследования ученого способствовали формированию научного фундамента развития зернового хозяйства на осушенных, прежде всего торфяных почвах. Эти исследования следовало продолжать и углублять.*

*За самоотверженный труд С. И. Тризно награжден медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне».*

*Со времени проведения ученым исследований прошло нескольких десятилетий. В структуре посевных площадей на торфяных почвах Беларуси зерновые культуры по-прежнему занимают ведущее место. Коренным образом изменились почвы, происходит трансформация климата. Как необходимы сегодня земледельцам адаптированные к новым условиям сорта и технологические приемы их возделывания.*

*А. С. Мееровский,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор*




---



---

## АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ МИХАЛЬЦЕВИЧ

(к 95-летию)

---



---

*А. И. Михальцевич родился 15 мая 1925 г. в дер. Петровичи Барановичского р-на Брестской обл. Во время Великой Отечественной войны вначале был связным, а затем рядовым бойцом партизанского отряда. Награжден за участие в боевых действиях орденом Отечественной войны и медалями.*

*В 1952 г. окончил гидротехнический факультет Белорусского политехнического института. В годы учебы была замечена склонность А. И. Михальцевича к углубленному анализу получаемых знаний, что послужило причиной направления его на работу преподавателем Пинского гидромелиоративного техникума.*

*В 1954 г., после двух лет отработки по направлению и с разрешения руководства техникума, Александр Иванович поступил в аспирантуру Белорусского научно-исследовательского института мелиорации и водного хозяйства. После окончания аспирантуры работал младшим научным сотрудником. В 1962 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию, получил ученую степень кандидата технических наук и в этом же году был назначен директором Коссовской опытной болотной станции, где проработал 4 года.*

*С 1965 г. научная деятельность А. И. Михальцевича полностью связана с Белорусским НИИ мелиорации и водного хозяйства (в настоящее время – РУП «Институт мелиорации»). Сначала он работал на должности старшего научного сотрудника подразделения, занимающегося вопросами осушения (1965–1968). В эти годы А. И. Михальцевичем проводились исследования на первых польдерных системах в белорусском Полесье, где были получены данные, положенные в основу практических нормативов и руководств по регулированию водного режима с применением механического водоподъема. Затем Александр Иванович более 25 лет руководил лабораторией орошения. За это время он стал одним из ведущих в республике ученых в области орошения сельскохозяйственных культур.*

*А. И. Михальцевичем проведено много исследований по установлению рациональных норм полива, изучению закономерностей процесса испарения с орошаемых полей и особенностей водопотребления овощных культур, картофеля и многолетних трав. Результаты научных исследований ученого по способам и эффективности осушения болот и избыточно-увлажненных почв Беларуси, разработке режимов дождевания и изучению эффективности орошения сельскохозяйственных культур на минеральных и торфяных почвах изложены в более чем 200 научных работах. Под руководством А. И. Михальцевича выполнены аспирантские исследования и успешно защищены 6 кандидатских диссертаций.*

*Александр Иванович в течение ряда лет был членом специализированного совета при БелНИИМиВХ по защите кандидатских диссертаций, рецензентом научных статей и монографий, официальным оппонентом кандидатских диссертаций, участвовал в работе научно-технического совета Минводхоза БССР и редакционной коллегии по подготовке сборников научных работ института.*

*За большой вклад в развитие мелиоративной науки А. И. Михальцевич награжден орденом Трудового Красного Знамени. В 1980 г. ему было присвоено почетное звание заслуженного мелиоратора БССР.*

*Будучи очень скрупулезным и ответственным в проведении научных исследований, уважительным и доброжелательным в отношениях с сотрудниками института и со своими учениками, Александр Иванович оставил о себе добрую память у всех, кто знал его и работал вместе с ним.*

*Ученики А. И. Михальцевича,  
А. П. Лихацевич, доктор технических наук, профессор,  
Г. В. Латушкина, кандидат технических наук*

## Уважаемые коллеги!

В РУП «Институт мелиорации» **5–6 ноября 2020 г.** состоится Международная научно-практическая конференция «**Инновационные технологии в мелиорации: опыт, стратегия, приоритеты**», посвященная 110-летию Института мелиорации и 110-летию со дня рождения академика С. Г. Скоропанова.

**Адрес** проведения конференции: г. Минск, ул. Некрасова, 39-2, Республика Беларусь.

Приглашаем вас принять участие в работе конференции.

По материалам конференции будет издан сборник научных докладов. Доклады будут печататься на основе электронных вариантов авторских оригиналов.

### **Требования к оформлению материалов конференции:**

текст материалов до 5 страниц в формате А4 должен быть набран в редакторе Microsoft Word, шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 12 pt, междустрочный интервал – 1,5;

материалы в виде статей необходимо направить по e-mail: niimel@mail.ru (с пометкой «Конференция–110») до **30 сентября 2020 г.**

С уважением,

председатель оргкомитета конференции,  
директор РУП «Институт мелиорации»  
А. С. Анженков

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В журнале печатаются оригинальные материалы, не опубликованные ранее в других печатных изданиях.

2. Статья должна быть направлена в редакцию журнала «Мелиорация» в соответствии с **Порядком предоставления рукописей статей**, представленном на сайте РУП «Институт мелиорации». Режим доступа: <https://niimel.by>, «журнал «Мелиорация».

3. Статья должна быть написана на русском языке и включать блок информации на английском языке.

4. Объем статьи должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 тыс. печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др.), но не более 0,5 авторского листа (20 тыс. печатных знаков), включая текст, иллюстрации, таблицы, библиографию.

5. Представляемые материалы должны включать следующие элементы: индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК); ключевые слова на русском и английском языках; аннотацию на русском и английском языках (500 знаков); введение; основную часть, включающую графики и рисунки; заключение, завершаемое четко сформулированными выводами; список цитированных источников, согласно Постановлению ВАК Беларуси от 28.02.2014 № 3 (гл. 5. Структура и оформление научных публикаций по теме диссертации).

6. В разделе «Введение» должен быть дан краткий обзор литературы по исследуемой проблеме, указаны не решенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы.

7. Основная часть статьи должна содержать описание методики, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами). Полученные результаты должны быть обсуждены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными.

8. В разделе «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

9. Библиографический список оформляется в соответствии с Приказом ВАК Республики Беларусь от 25.06.2014 № 159, располагается в конце текста, источники нумеруются согласно порядку цитирования в тексте и заключаются в квадратные скобки (например: [1], [2]). Обязательно указывается общее количество страниц в книге или номера страниц от начала до окончания статьи. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

10. Иллюстрации, формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте.

11. Тексты статей набираются кеглем 11, шрифт – Arial Narrow, междустрочный интервал – 1,2, отступ – 1. Обязательно прилагаются распечатанные на бумажных листах 2 экземпляра статьи, подписанные авторами.

12. Электронный вариант следует набирать в Microsoft Word, формулы – в формульном редакторе Office. Вставку символов выполнять через меню «Вставка\Символ». Выключку вверх и вниз (H2, H1) выполнять через меню «Формат\Шрифт\Верхний индекс», «Формат\Шрифт\Нижний индекс». Латинские буквы набираются курсивом. Греческие буквы и другие математические знаки брать из гарнитуры «Symbol». Математические формулы ( $\lim$ ,  $\sum$ ,  $\ln$ ,  $\sin$ ,  $\Re$ ,  $\Im$  и т. д.) и цифры набираются прямым начертанием.

13. Рисунки представляются в виде отдельных файлов в формате TIFF или JPEG 300—600 точек на дюйм. Текст на рисунках должен быть набран гарнитурой Arial, курсив. Размер кегля соизмерим с размером рисунка (желательно кегль 8). Площадь простых рисунков не должна превышать 100–150 см<sup>2</sup>, размер сложных – не более 130–160 см<sup>2</sup>.

14. Размерность всех величин, используемых в статьях, должна соответствовать Международной системе единиц измерения (СИ).

15. Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить в него редакционные правки.

*Уважаемые читатели!*

*В 2019 году распоряжением Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 февраля 2019 года №21-р наш журнал включен в Перечень научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.*

*Приглашаем научных работников Беларуси и ближнего и дальнего зарубежья присылать статьи для размещения в журнале «Мелиорация».*

*Адрес электронной почты: [info@niimel.by](mailto:info@niimel.by).*