

## 1 МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

Мониторинг земель в Республике Беларусь представляет собой систему постоянных наблюдений за состоянием земель и их изменением под влиянием природных и антропогенных факторов, а также за изменением состава, структуры, состояния земельных ресурсов, распределением земель по категориям, землепользователям и видам земель. Данная система наблюдений создана для своевременного выявления, оценки и прогнозирования изменений, предупреждения и устранения последствий негативных процессов, определения степени эффективности мероприятий, направленных на сохранение и воспроизводство плодородия почв, защиту земель от негативных последствий [1].

В соответствии с [2] мониторинг земель осуществляется по следующим направлениям:

наблюдения за составом, структурой и состоянием земельных ресурсов;

наблюдения за химическим загрязнением земель;

наблюдения за состоянием почвенного покрова земель.

### Наблюдения за составом, структурой и состоянием земельных ресурсов

По данным государственного земельного кадастра по состоянию на 1 января 2017 г. общая площадь земель Республики Беларусь составляет 20 760,0 тыс. га, в том числе 8 540,2 тыс. га сельскохозяйственных земель, из них 5 683,8 тыс. га пахотных (таблица 1.1) [3].

Таблица 1.1 – Изменение состава и структуры земельного фонда Республики Беларусь по видам земель

Виды земель	Площадь					
	на 01.01.2016		на 01.01.2017		изменения	
	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Сельскохозяйственные земли, в том числе пахотные	8581,9	41,3	8540,2	41,1	-41,7	-0,2
	5677,4	27,3	5683,8	27,4	+6,4	+0,1
Лесные земли	8742,1	42,1	8769,4	42,2	+27,3	+0,1
Земли под древесно-кустарниковой растительностью	768,3	3,7	805,1	3,9	+36,8	+0,2
Земли под болотами	823,5	4,0	809,7	3,9	-13,8	-0,1
Земли под водными объектами	462,2	2,2	461,2	2,2	-1,0	0,0
Земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями	383,2	1,9	380,0	1,9	-3,2	-0,1
Земли общего пользования	148,0	0,7	143,2	0,7	-4,8	0,0
Земли под застройкой	357,5	1,7	353,8	1,7	-3,7	0,0
Нарушенные земли	4,9	0,0	4,3	0,0	-0,6	0,0
Неиспользуемые земли	397,6	1,9	406,6	2,0	+9,0	+0,1
Иные земли	90,8	0,5	86,5	0,4	-4,3	0,0
Итого земель	20760,0	100	20760,0	100	0,0	0,0

Структура земельного фонда Республики Беларусь по видам земель представлена на рисунке 1.1. В структуре земельного фонда преобладают лесные и сельскохозяйственные земли, соответственно 42,2% и 41,1% по данным на 01.01.2017.

В изменении структуры земельного фонда Республики Беларусь по видам земель за последние двадцать лет прослеживаются определенные тенденции. Наблюдается устойчивая многолетняя тенденция сокращения площади сельскохозяйственных земель и увеличения площади, занятой лесными землями и землями под древесно-кустарниковой растительностью (рисунок 1.2). Начиная с 2014 г. общая площадь лесных земель

превышает площадь сельскохозяйственных земель. В 2016 г. площадь лесных земель в республике составляет 42,2% и превышает площадь сельскохозяйственных земель на 1,1%.

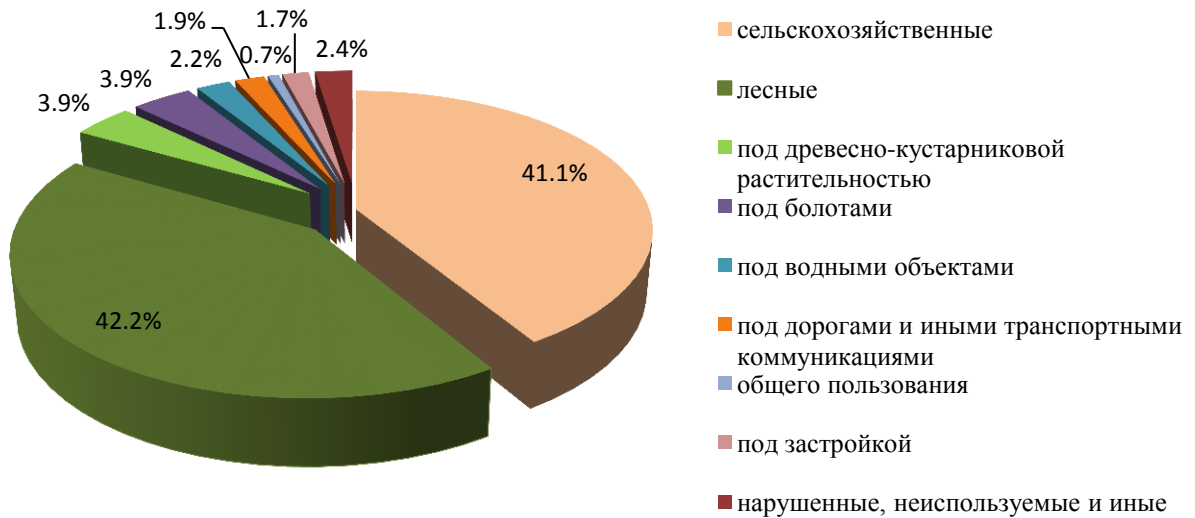


Рисунок 1.1 – Состав и структура земельного фонда Республики Беларусь по видам земель по состоянию на 01.01.2017, %

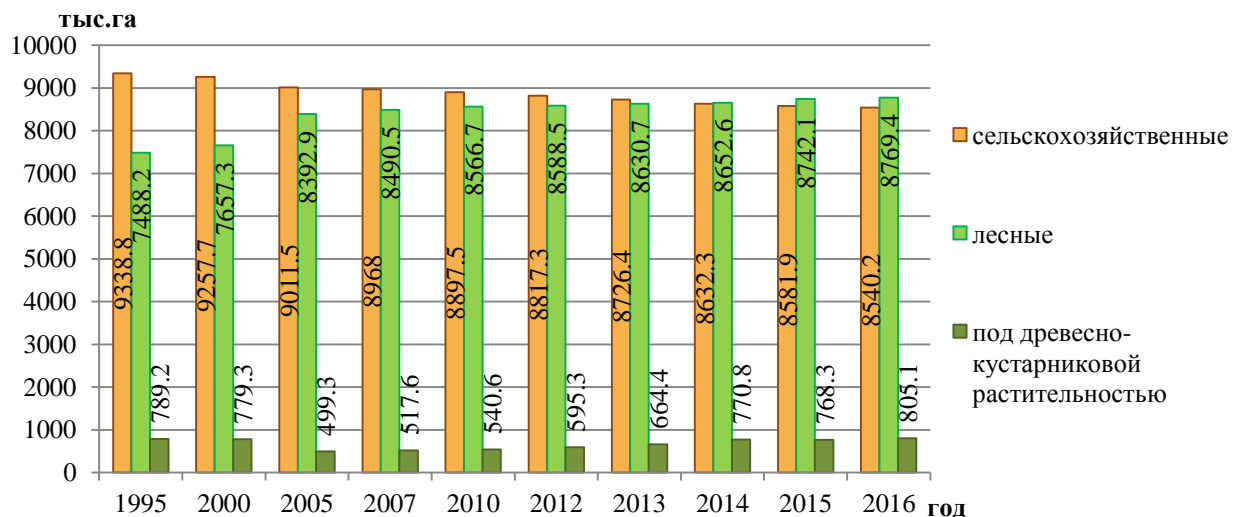


Рисунок 1.2 – Динамика изменения площади сельскохозяйственных земель, лесных земель и земель под древесно-кустарниковой растительностью по годам, тыс. га

Для других видов земель также прослеживаются определенные тенденции в динамике. Так за период с 1992 г. по 2016 г. наблюдается постепенное сокращение площади земель под болотами (на 17% по сравнению с 1992 г.). Прослеживается уменьшение общей площади нарушенных, неиспользуемых и иных земель почти в два раза (с 944,6 тыс. га в 1992 г. до 497,4 тыс. га в 2016 г.). При этом в 2016 г. их площадь немного возросла за счет увеличения неиспользуемых земель на 9 тыс. га или 0,04% по сравнению с 2015 годом. Несмотря на многолетнюю тенденцию увеличения площади земель под дорогами и иными транспортными коммуникациями (на 47,9 тыс. га с 1992 г.), в 2016 г. наблюдается сокращение площади этих земель на 3,2 тыс. га по сравнению с предыдущим годом. В период с 1992 г. по 2016 г также прослеживается уменьшение площади земель общего пользования почти в два раза (с 281,4 тыс. га до 143,2 тыс. га). Наблюдается общая многолетняя тенденция увеличения площади земель под застройкой

(в 2,4 раза с 1992 г.), при этом в 2016 г. площадь земель сократилась на 3,7 тыс. га по сравнению с 2015 годом.

Распределение земель по видам в разрезе областей в 2016 году представлено на рисунке 1.3.

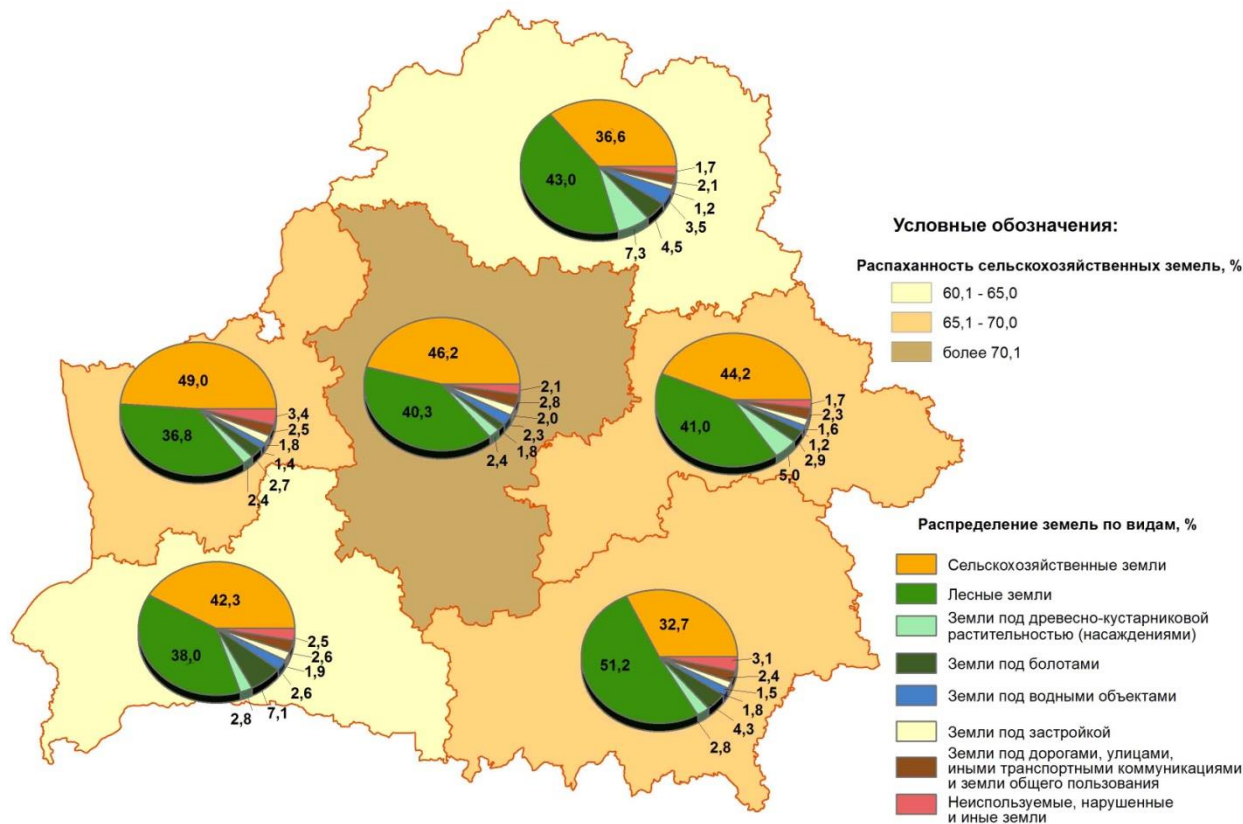


Рисунок 1.3 – Виды земель Республики Беларусь в разрезе областей по состоянию на 01.01.2017

Сельскохозяйственная освоенность (удельный вес сельскохозяйственных земель) территории Беларуси достаточно высокая, хотя наблюдается тенденция постепенного снижения этого показателя. В структуре сельскохозяйственных земель преобладают пахотные и луговые земли (рисунок 1.4).

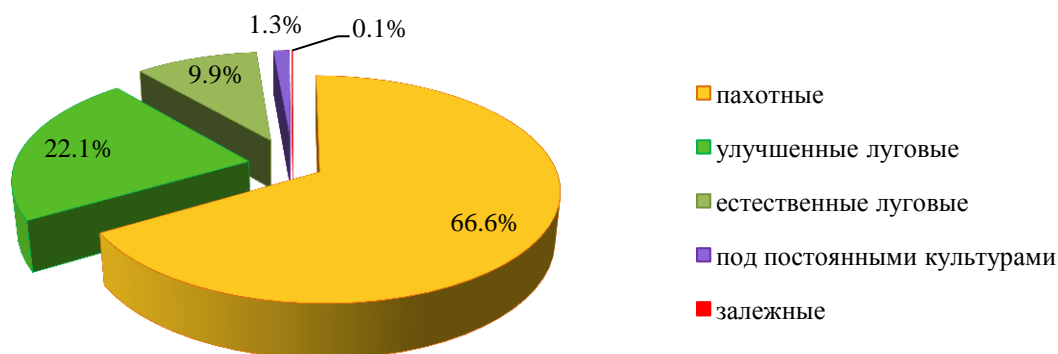


Рисунок 1.4 – Состав и структура сельскохозяйственных земель по состоянию на 01.01.2017

В 2016 году площадь сельскохозяйственных земель в целом по республике по сравнению с предыдущим годом уменьшилась на 41,7 тыс. га. В состав сельскохозяйственных земель прибыло 10,9 тыс. га, в том числе за счет освоения и вовлечения в сельскохозяйственный оборот новых земель – 2,6 тыс. га, завершения

стадии улучшения – 0,2 тыс. га, проведения других мероприятий – 2,1 тыс. га; а также за счет уточнения земельно-информационных систем (ЗИС) – 6,0 тыс. га. Убыло из состава сельскохозяйственных земель 52,6 тыс. га, в том числе за счет перевода сельскохозяйственных земель в несельскохозяйственные – 20,5 тыс. га, изъятия для несельскохозяйственных нужд – 2,1 тыс. га, внутрихозяйственного строительства – 0,6 тыс. га, создания защитных лесонасаждений – 2,4 тыс. га; а также в результате обновления планово-картографического материала – 26,9 тыс. га; также передано другим административно-территориальным единицам – 0,1 тыс. га.

Площадь земель под болотами уменьшились в 2016 г. на 13,8 тыс. га. При этом прибыло в земли под болотами 6,7 тыс. га: из луговых земель – 2,5 тыс. га, лесных земель – 0,9 тыс. га, земель под древесно-кустарниковой растительностью – 0,2 тыс. га, земель под водными объектами – 0,1 тыс. га, земель под дорогами и иными транспортными коммуникациями – 0,1 тыс. га, земель под улицами, площадями и иными местами общего пользования – 0,4 тыс. га, земель под застройкой – 0,1 тыс. га, нарушенных земель – 0,6 тыс. га, неиспользуемых земель – 1,7 тыс. га, иных земель – 0,1 тыс. га. Убыло из земель под болотами 20,5 тыс. га: в пахотные – 0,2 тыс. га, в луговые земли – 0,7 тыс. га, в лесные земли – 9,5 тыс. га, в земли под древесно-кустарниковой растительностью – 5 тыс. га, земли под водными объектами – 0,3 тыс. га, в земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями – 0,1 тыс. га, земли под улицами, площадями и иными местами общего пользования – 0,1 тыс. га, в земли под застройкой – 0,3 тыс. га, в неиспользуемые земли – 3,2 тыс. га, в иные земли – 1,1 тыс. га.

Площадь неиспользуемых земель увеличилась в 2016 г. на 9 тыс. га. При этом прибыло в неиспользуемые земли 21,2 тыс. га: из пахотных земель – 1,4 тыс. га, из луговых земель – 5,2 тыс. га, лесных земель – 0,3 тыс. га, земель под древесно-кустарниковой растительностью – 1 тыс. га, земель под болотами – 3,2 тыс. га, земель под водными объектами – 0,6 тыс. га, земель под дорогами и иными транспортными коммуникациями – 2,3 тыс. га, земель под улицами, площадями и иными местами общего пользования – 1,5 тыс. га, земель под застройкой – 3,4 тыс. га, нарушенных земель – 0,1 тыс. га, иных земель – 2 тыс. га. Убыло из неиспользуемых земель 12,2 тыс. га: в пахотные – 1 тыс. га, в луговые земли – 1 тыс. га, в лесные земли – 5,2 тыс. га, в земли под древесно-кустарниковой растительностью – 1,7 тыс. га, в земли под болотами – 1,7 тыс. га, земли под водными объектами – 0,4 тыс. га, в земли под дорогами и иными транспортными коммуникациями – 0,4 тыс. га, в земли под застройкой – 0,1 тыс. га, в нарушенные земли – 0,1 тыс. га, в иные земли – 0,1 тыс. га.

Сельскохозяйственная освоенность территории областей колеблется от 32,8 % в Гомельской области до 49,0 % в Гродненской (рисунок 1.5). При этом в Минской области максимальная площадь сельскохозяйственных земель – 21,6 % от общей площади сельскохозяйственных земель страны, минимальная – в Гродненской 14,4 %.

Состав и структура земель по категориям землепользователей представлена на рисунке 1.6. Основными землепользователями являются сельскохозяйственные организации (8887,3 тыс. га или 42,8 % общей площади земель) и организации, ведущие лесное хозяйство (8570,7 тыс. га или 41,3 %).

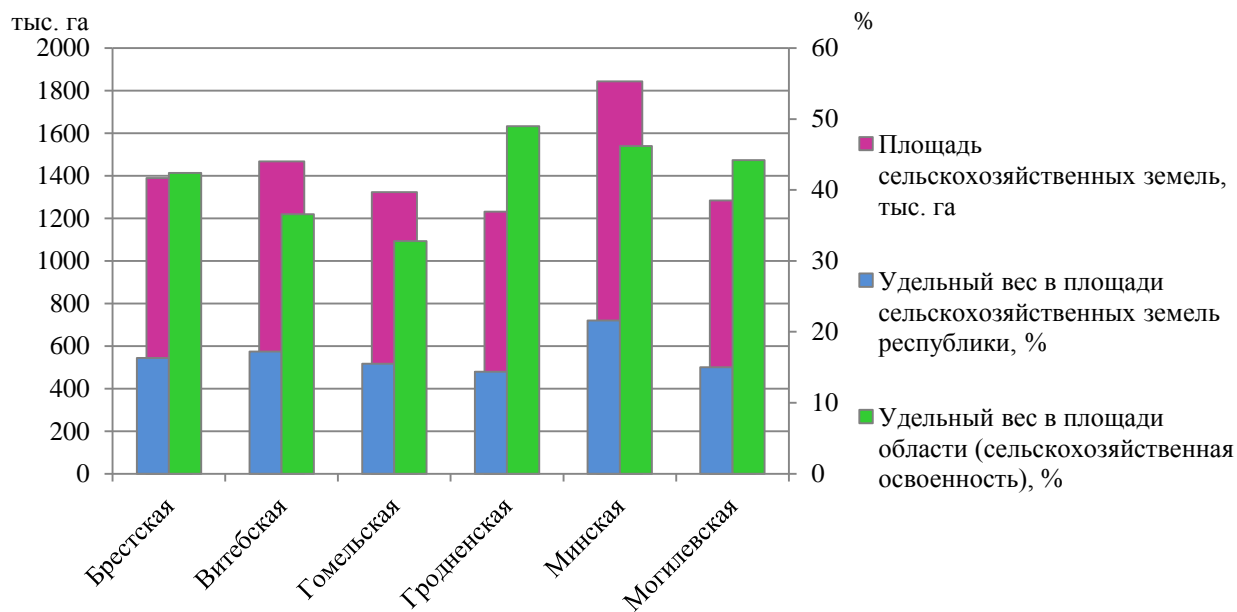


Рисунок 1.5 – Распределение площади сельскохозяйственных земель по областям по состоянию на 01.01.2017



Рисунок 1.6 – Состав и структура земель по категориям землепользователей по состоянию на 01.01.2017

В текущем году уменьшились площади земель сельскохозяйственных организаций на 7,3 тыс. га, земель граждан на 10,4 тыс. га, организаций железнодорожного транспорта на 0,6 тыс. га, организаций обороны на 0,7 тыс. га, организаций природоохранного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения на 0,1 тыс. га, земель запаса на 14,1 тыс. га. Увеличились площади следующих категорий земель: земли организаций, ведущих лесное хозяйство – на 16,0 тыс. га, земли крестьянских (фермерских) хозяйств на 8,3 тыс. га, организаций автомобильного транспорта на

0,7 тыс. га, организаций связи, энергетики и др. на 3,9 тыс. га, земли общего пользования на 4,3 тыс. га. Без изменений остались площади земель промышленных организации и организаций, эксплуатирующих и обслуживающих гидротехнические и другие водохозяйственные сооружения.

Соотношение категорий землепользователей территориально дифференцировано по областям (рисунок 1.7). Как и по стране в целом, основными землепользователями в каждой области являются сельскохозяйственные организации и организации, ведущие лесное хозяйство.

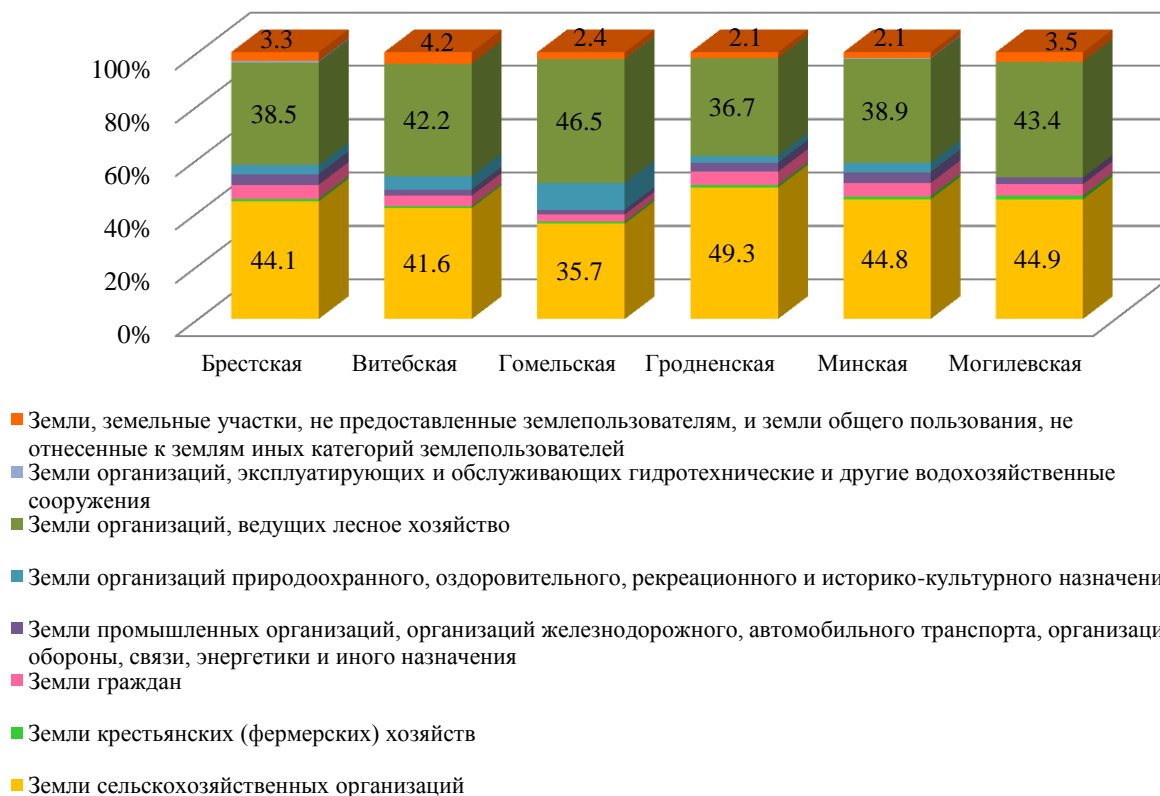


Рисунок 1.7 – Состав и структура земель по категориям землепользователей в разрезе областей на 01.01.2017, %

Распределение земель по категориям землепользователей в разрезе областей представлено также на рисунке 1.8.

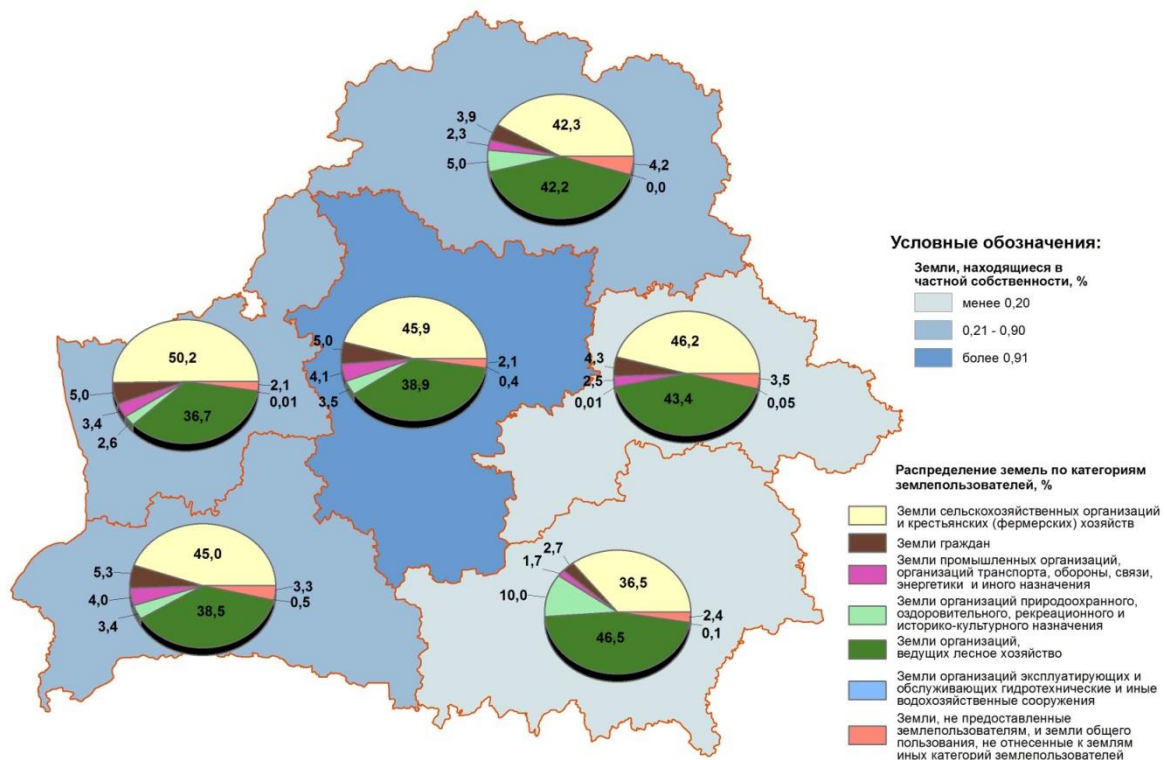


Рисунок 1.8 – Распределение земель по категориям землепользователей в разрезе областей по состоянию на 01.01.2017

**Наблюдения за химическим загрязнением земель (почв)**

В 2016 году мониторинг химического загрязнения почв проводился государственным учреждением «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» по следующим направлениям:

- наблюдения за почвами на фоновых территориях;
- наблюдения за почвами в населенных пунктах;
- наблюдения за почвами придорожных полос автодорог.

*Наблюдения за почвами на фоновых территориях.* Наблюдения на сети пунктов наблюдений, расположенных на не подверженных антропогенной нагрузке, фоновых территориях. Отбор проб почв проводится на сети пунктов наблюдений, равномерно распределенных по территории республики, с последующим определением содержания тяжелых металлов (кадмия, цинка, свинца, меди, никеля, хрома), сульфатов, нитратов, нефтепродуктов, дихлордифенила трихлорметилметана (ДДТ) и полихлорированных дифенилов (ПХД) (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Среднее содержание загрязняющих веществ в почвах на сети фонового мониторинга в 2016 г., мг/кг

Область	Нефте-продукты	ДДТ	Тяжелые металлы (общее содержание)						SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
			Cd	Zn	Pb	Cu	Ni	Cr		
Брестская	34,5	0,0030	0,1	10,5	6,2	5,5	4,4	3,0	43,3	6,9
Витебская	37,2	0,0000	0,1	9,1	6,7	7,8	6,6	3,0	64,9	22,7
Гомельская	33,8	0,0017	0,1	20,6	6,6	5,9	5,3	4,5	74,7	7,0
Гродненская	33,9	0,0015	0,2	42,5	8,9	14,0	13,0	4,3	53,1	9,0
Минская	32,9	0,0003	0,1	39,2	7,4	14,3	9,7	5,4	51,1	7,5
Могилевская	1,6	0,0015	0,3	8,0	5,9	2,4	5,1	5,7	46,8	16,5
По республике	29,9	<b>0,0014</b>	<b>0,13</b>	<b>22,0</b>	<b>6,8</b>	<b>8,4</b>	<b>7,2</b>	<b>4,3</b>	<b>55,8</b>	<b>10,7</b>

Примечание: содержание ПХД было ниже предела обнаружения

Оценка состояния почв производится путем сравнения с величинами предельно допустимых или ориентировочно допустимых концентраций (ПДК или ОДК) [4, 5].

Данные наблюдений, приведенные в таблице 1.2 позволяют сделать вывод, что содержание загрязняющих веществ в почвах на фоновых территориях значительно ниже значений ПДК и ОДК. Кроме того, они изменились незначительно относительно результатов прошлых лет, в связи с чем могут быть использованы как фоновые данные для оценки уровней загрязнения почв территорий, подверженных антропогенной нагрузке (земли населенных пунктов, придорожных полос и т.д.).

*Наблюдения за почвами населенных пунктов.* В 2016 г. наблюдения проводились в городах Витебск, Новополоцк, Гомель, Молодечно, Могилев. В пробах почвы анализировалось содержание тяжелых металлов (общее содержание), сульфатов, нитратов, нефтепродуктов. В соответствии с планом наблюдений для Витебска и Гомеля определялось содержание бензо(а)пирена, для Могилева и Гомеля – полихлорированных дифенилов (ПХД).

Оценка степени загрязнения почв в городах осуществлялась путем сопоставления полученных данных с предельно допустимыми или ориентировочно допустимыми концентрациями и фоновыми значениями (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Фоновое содержание по данным наблюдений 2016 года и ПДК (ОДК) определяемых ингредиентов в почве, мг/кг

Показатель	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Бензо(а) пирен	Нефте- продукты	Тяжелые металлы					
					Cd	Zn	Pb	Cu	Ni	Cr
Фоновые значения	55,8	10,7	-	29,9	0,13	22,0	6,8	8,4	7,2	4,3
ПДК (ОДК) для:	160,0	130,0	0,02	100,0	-	-	32,0	-	-	100
- почв песчаных и супесчаных	-	-	-	-	0,5	55,0	-	33,0	20,0	-
- почв суглинистых и глинистых (рН<5,5)	-	-	-	-	1,0	110,0	-	66,0	40,0	-
- почв суглинистых и глинистых (рН>5,5)	-	-	-	-	2,0	220,0	-	132,0	80,0	-

В таблице 1.4 приведены минимальные, максимальные и средние значения загрязняющих веществ в почвах населенных пунктов. Процент проанализированных проб почв с содержанием загрязняющих веществ, превышающим фоновые значения, представлен в таблице 1.5.

Данные наблюдений свидетельствуют о том, что в почвах обследованных городов не зарегистрировано превышений ПДК по нитратам. Средние значения нитратов находятся на уровне 0,01-0,12 ПДК (рисунок 1.9). Максимальное значение наблюдается в Гомеле и соответствует 0,6 ПДК.

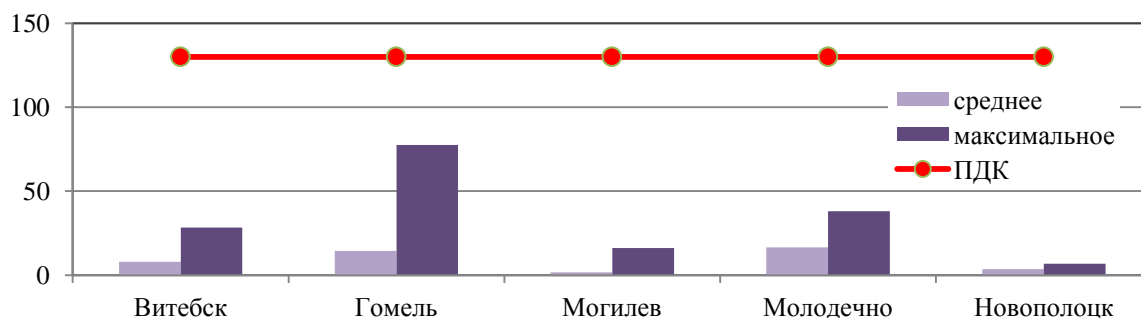


Рисунок 1.9 – Содержание нитратов в почвах городов в 2016 г., мг/кг



Таблица 1.4 – Содержание загрязняющих веществ в почвах населенных пунктов в 2016 г., мг/кг

Объект наблюдений	рН	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Нефте-продукты	Бензо(а)пирен	ПХД	Тяжелые металлы (общее содержание), мг/кг					
							Cd	Zn	Pb	Cu	Ni	Cr
Витебск	6.89 - 7.44	47.2 - 118.0	2.5 - 28.4	54.8 - 665.1	0.0002 - 0.0722	-	0.08 - 0.36	2.6 - 123.6	2.9 - 80.2	5.5 - 82.4	2.3 - 12.6	1.6 - 11.2
	7,20		7,9				0,19	58,6	18,2	19,1	5,5	6,0
Гомель	6.03 - 7.4	35.4 - 129.8	1.8 - 77.6	31.1 - 297.6	0.0008 - 0.0610	0.0000 - 0.0000	0.04 - 0.40	10.1 - 81.6	1.1 - 29.6	1.8 - 49.6	2.2 - 9.1	1.9 - 4.9
	6,94		14,5				0,16	46,9	12,1	17,1	5,2	3,4
Могилев	5.86 - 7.96	13.4 - 240.3	0.0 - 16.2	3.8 - 256.6	-	0.0000 - 0.0010	0.29 - 0.96	16.9 - 216.0	5.0 - 112.5	2.2 - 21.9	2.7 - 10.0	1.8 - 28.6
	6,95		1,7	72,7			0,48	216,0	17,6	8,5	7,0	9,6
Молодечно	6.94 - 8.00	32.1 - 108.1	7.8 - 38.0	63.6 - 388.7	-	-	0.17 - 1.88	11.6 - 89.8	4.0 - 39.7	5.6 - 42.2	2.6 - 16.6	2.0 - 9.0
	7,35		16,6				0,32	32,3	11,8	13,1	7,6	4,3
Новополоцк	6.38 - 7.98	35.4 - 141.6	1.7 - 6.8	34.0 - 370.3	-	-	0.09 - 0.44	19.8 - 50.5	3.0 - 19.4	3.0 - 19.1	2.5 - 10.0	2.8 - 4.6
	7,14		3,5				0,18	33,7	5,4	4,4	3,8	3,5

Примечание: в числителе приведены минимальное и максимальное значения; в знаменателе – среднее значение

Таблица 1.5 – Процент проанализированных проб почвы с содержанием загрязняющих веществ, превышающим фоновые значения, 2016 г.

Объект наблюдений	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Нефте-продукты	Тяжелые металлы (общее содержание)					
				Cd	Zn	Pb	Cu	Ni	Cr
Фоновое значение, мг/кг	55,8	10,7	29,9	0,13	22,0	6,8	8,4	7,2	4,3
Витебск	94 (2,1)	22 (2,6)	100 (22,2)	74 (2,8)	94 (5,6)	82 (11,7)	84 (9,8)	16 (1,8)	80 (2,6)
Гомель	88 (2,3)	38 (7,2)	100 (9,9)	60 (3,1)	90 (3,7)	75 (4,3)	69 (5,9)	15 (1,3)	13 (1,1)
Могилев	68 (4,3)	3 (1,5)	75 (8,9)	100 (7,5)	90 (9,8)	92 (16,5)	38 (2,6)	53 (1,4)	78 (6,6)
Молодечно	42 (1,9)	79 (3,5)	100 (13,0)	100 (14,7)	67 (4,1)	75 (5,8)	88 (5,0)	50 (2,3)	33 (2,1)
Новополоцк	79 (2,5)	0 (0,6)	100 (12,4)	82 (3,4)	97 (2,3)	21 (2,8)	3 (2,3)	3 (1,4)	8 (1,1)

Примечание: в скобках приведено максимальное значение в долях фонового значения

Для всех городов можно проследить временную динамику изменения степени загрязнения городских почв нитратами (рисунок 1.10). Предыдущие циклы наблюдений в этих городах проводились в 2011 и 2007 годах. Во всех городах за этот период превышения ПДК по нитратам не наблюдались.

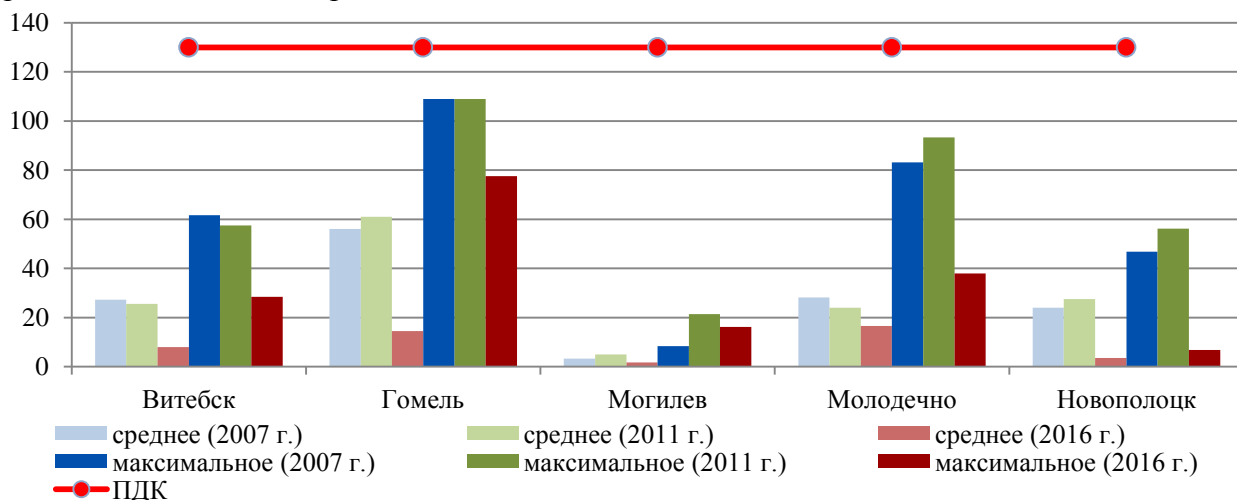


Рисунок 1.10 – Содержание нитратов в почвах городов по годам, мг/кг

Превышение норматива качества по сульфатам на уровне 1,5 ПДК отмечено в Могилеве (рисунок 1.11). Средние значения содержания сульфатов в почве городов соответствуют 0,3-0,6 ПДК.

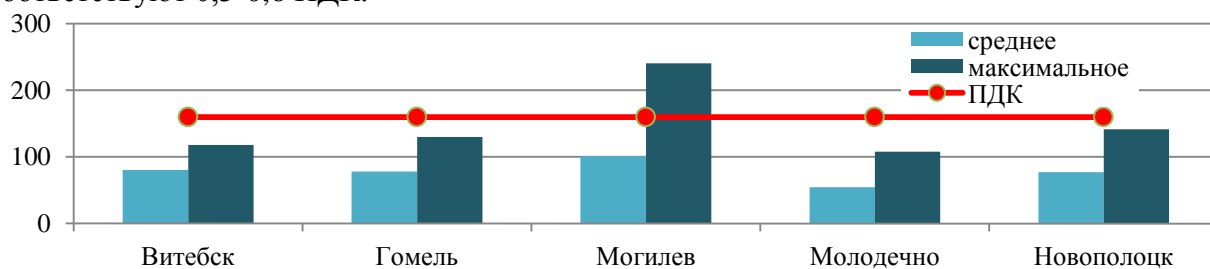


Рисунок 1.11 – Содержание сульфатов в почвах городов в 2016 г., мг/кг

Сравнение данных за предыдущие годы наблюдений показало превышение значений ПДК по максимальным значениям концентраций сульфатов в почвах всех городов (рисунок 1.12). В отдельных пробах превышение значений содержания сульфатов в почвах в разные годы наблюдалось от 1,1 ПДК до 1,7 ПДК. Среднее содержание сульфатов в почвах городов наблюдения не превышает 0,6 ПДК.

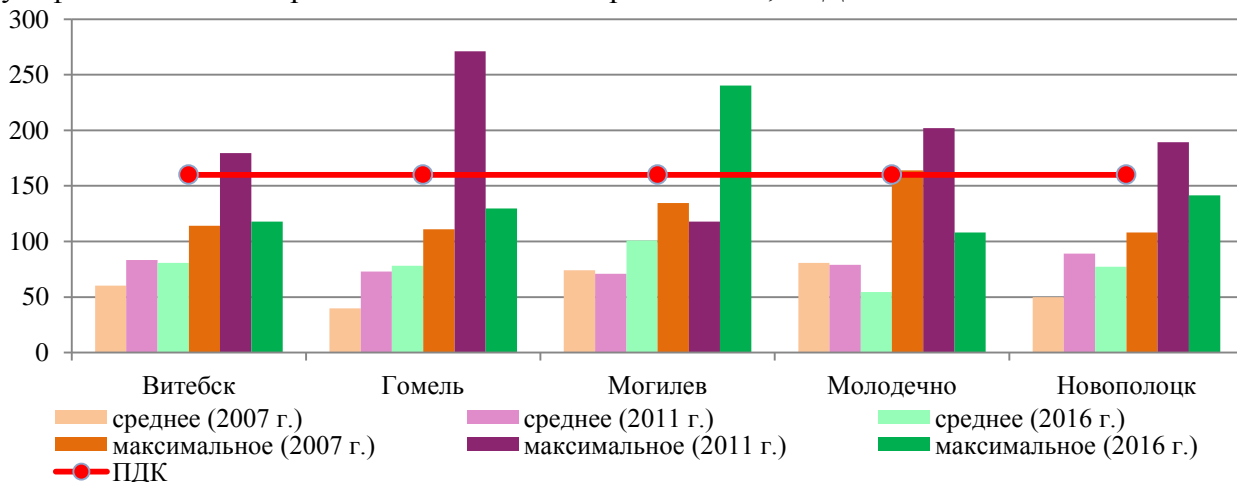


Рисунок 1.12 – Содержание сульфатов в почвах городов по годам, мг/кг

Значения, превышающие ПДК по нефтепродуктам в почвах, отмечены для всех обследованных городов (рисунок 1.13). Наибольшие площади загрязнения характерны для Витебска, Молодечно и Гомеля (76,0%, 66,7% и 35,0% проанализированных по городу проб соответственно). Средние значения находятся на уровне 0,7-1,8 ПДК. Максимальные значения зарегистрированы в Витебске, Молодечно и Новополоцке на уровне свыше 6,6 ПДК, и 3,9 ПДК и 3,7 ПДК соответственно.

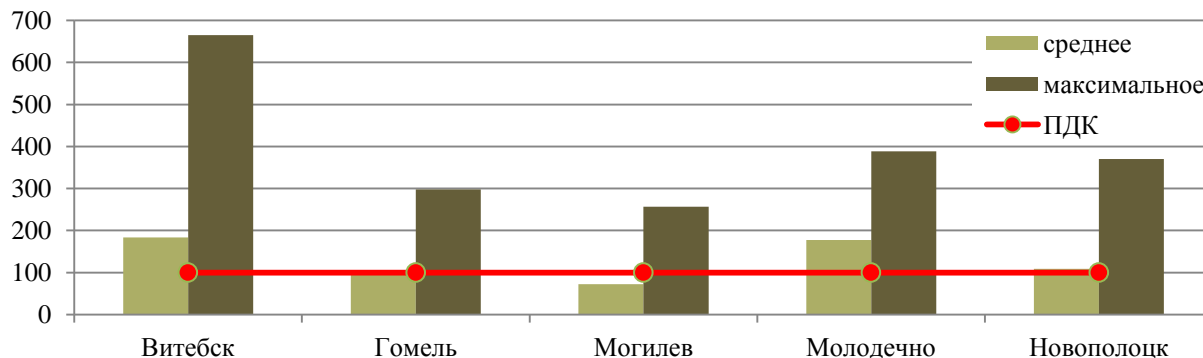


Рисунок 1.13 – Содержание нефтепродуктов в почвах городов, мг/кг (2016 г.)

Для всех городов наблюдения также можно проследить временную динамику изменения степени загрязнения городских почв нефтепродуктами (рисунок 1.14). Во всех городах, кроме Могилева, средние значения превышали ПДК в 2011 и 2016 годах. Значительные превышения максимальных значений (от 1,5 до 10 ПДК) характерны для всех лет наблюдений для всех городов.

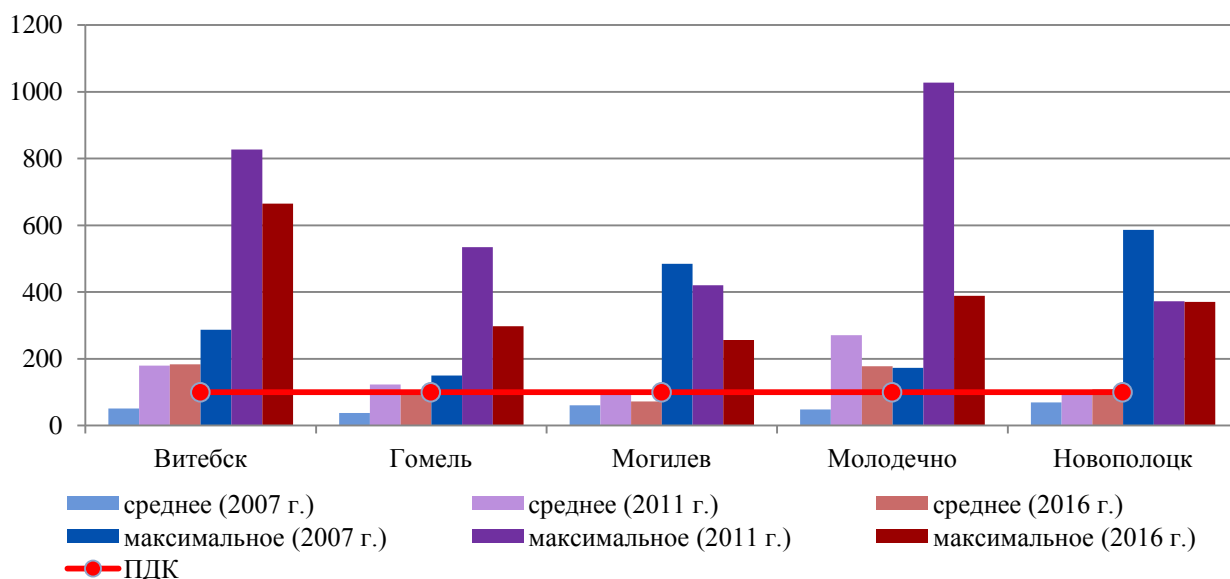


Рисунок 1.14 – Содержание нефтепродуктов в почвах городов по годам, мг/кг

Среднее содержание бензо(а)пирена в почвах Витебска и Гомеля составило 0,0332 и 0,0156 мг/кг соответственно, что превышает значения ОДК. Содержание в почвах полихлорированных бифенилов (ПХБ) определялось для почв Гомеля и Могилева. Их наличие наблюдается в пробах почв в Могилеве в значении 0,1 ОДК.

Анализ загрязнения городских почв тяжелыми металлами (общее содержание) показал, что наибольшее количество проб с превышением ПДК (ОДК) характерно для цинка, свинца и кадмия (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Процент проанализированных проб почвы с содержанием загрязняющих веществ, превышающим ПДК (ОДК), 2016 г.

Город	Тяжелые металлы (общее содержание)						SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Нефте- продукты	Бензо(а) пирен
	Cd	Zn	Pb	Cu	Ni	Cr				
Витебск	0,0(0,7)	34,0(2,2)	12,0(2,5)	6,0(2,5)	0,0(0,5)	0,0(0,1)	0,0(0,7)	0,0(0,2)	76,0(6,7)	76,9(3,6)
Гомель	0,0(0,8)	35,9(1,5)	0,0(0,9)	10,3(1,5)	0,0(0,5)	0,0(0,0)	0,0(0,8)	0,0(0,6)	35,0(3,0)	33,3(3,1)
Могилев	35,0(1,9)	35,0(3,9)	10,0(3,5)	0,0(0,7)	0,0(0,5)	0,0(0,3)	15,0(1,5)	0,0(0,1)	26,7(2,7)	-
Молодечно	4,2(3,8)	8,3(1,6)	4,2(1,2)	4,2(1,3)	0,0(0,8)	0,0(0,1)	0,0(0,7)	0,0(0,3)	66,7(3,9)	-
Новополоцк	0,0(0,9)	0,0(0,9)	0,0(0,6)	0,0(0,6)	0,0(0,5)	0,0(0,0)	0,0(0,9)	0,0(0,1)	34,2(3,7)	-

Примечание: В скобках приведено максимальное значение в долях ПДК/ОДК

Случаи превышения ПДК для свинца установлены в трех из пяти обследованных городов (кроме Гомеля и Новополоцка) от 4,2% проанализированных проб по Молодечно до 10,0% - 12,0% по Могилеву и Витебску, при максимальном содержании 3,5 ПДК и 2,5 ПДК в пробах Могилева и Витебска соответственно (рисунок 1.15).

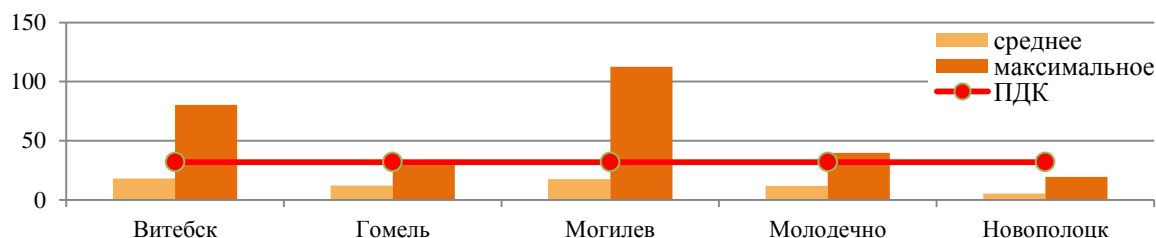


Рисунок 1.15 – Содержание свинца в почвах городов в 2016 г., мг/кг

Сравнение данных за предыдущие годы наблюдений показало превышение значений ПДК по максимальным значениям концентраций свинца в почвах всех городов, кроме Новополоцка (рисунок 1.16). В отдельных пробах превышение значений содержания свинца в почвах в разные годы наблюдалось от 1,7 ПДК до 7 ПДК. Стабильно неблагоприятная ситуация наблюдается в Витебске и Могилеве.

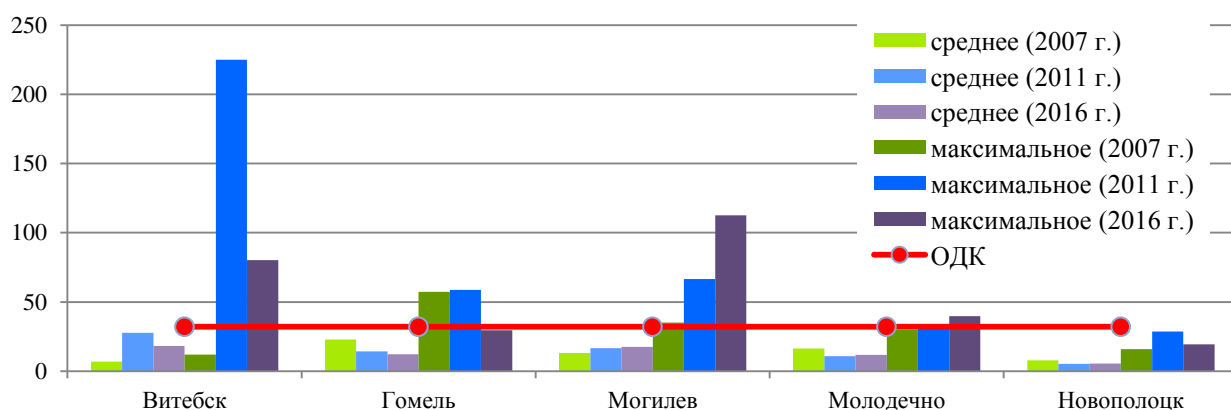


Рисунок 1.16 – Содержание свинца в почвах городов по годам, мг/кг

Загрязнение почв городов цинком характерно для большинства населенных пунктов, обследованных в 2016 году, кроме Новополоцка (рисунок 1.17). Максимальное содержание цинка на уровне 3,9 ОДК и 2,2 ОДК обнаружено в Могилеве и Витебске соответственно. Наибольшие площади загрязнения отмечены для Гомеля, Могилева и Витебска (35,9-34,0% обследованных территорий).

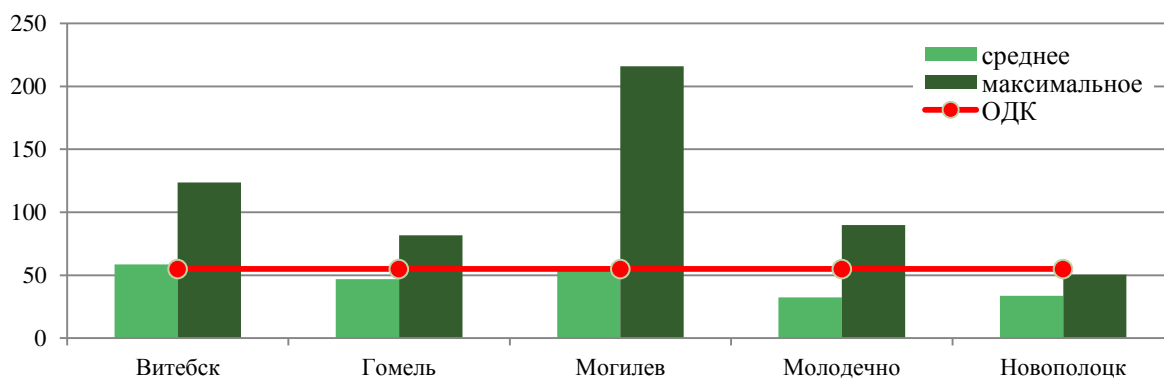


Рисунок 1.17 – Содержание цинка в почвах городов в 2016 г., мг/кг

Сравнение данных за предыдущие годы наблюдений выявило стабильное превышение ОДК по содержанию цинка в почвах всех городов (рисунок 1.18). Наибольшее загрязнение почв цинком наблюдается в Могилеве.

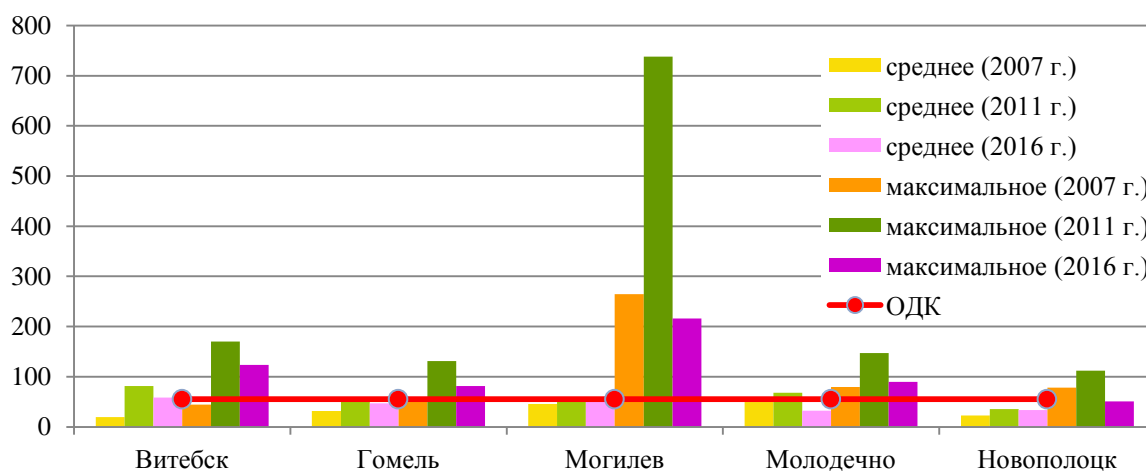


Рисунок 1.18 – Содержание цинка в почвах городов по годам, мг/кг

Превышения ОДК по кадмию на уровне 1,9-3,8 ОДК обнаружены в почвах Могилева и Молодечно (35,0% и 4,2% отобранных и проанализированных проб соответственно) (рисунок 1.19).

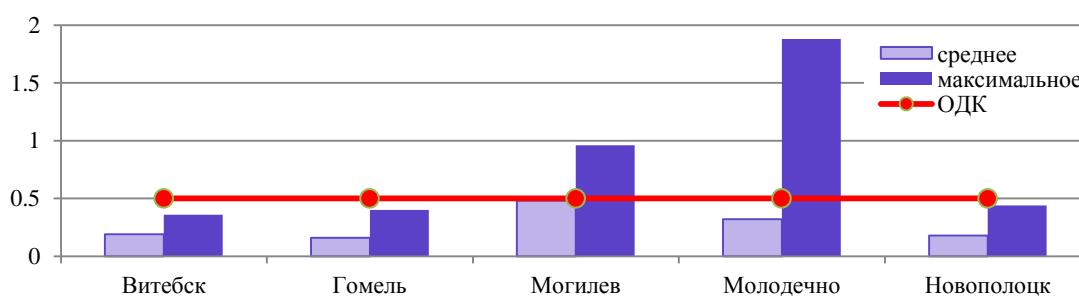


Рисунок 1.19 – Содержание кадмия в почвах городов в 2016 г., мг/кг

Превышения ОДК по меди зарегистрированы в Витебске (максимальное содержание на уровне 2,5 ОДК), Гомеле (1,5 ОДК) и Молодечно (1,3 ОДК) (рисунок 1.20). В этих населенных пунктах загрязнено 4,2% проб в Молодечно, 6,0% в Витебске, 10,3% в Гомеле.

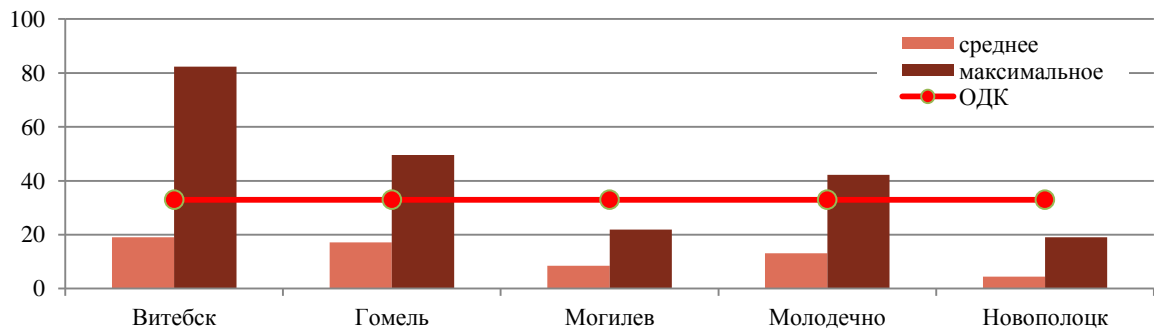


Рисунок 1.20 – Содержание меди в почвах городов в 2016 г., мг/кг

Превышений ОДК по никелю в почвах городов не зарегистрировано (рисунок 1.21). Средние значения находятся на уровне 0,2-0,4 ОДК, максимальное значение зафиксировано в Молодечно на уровне 0,8 ОДК.

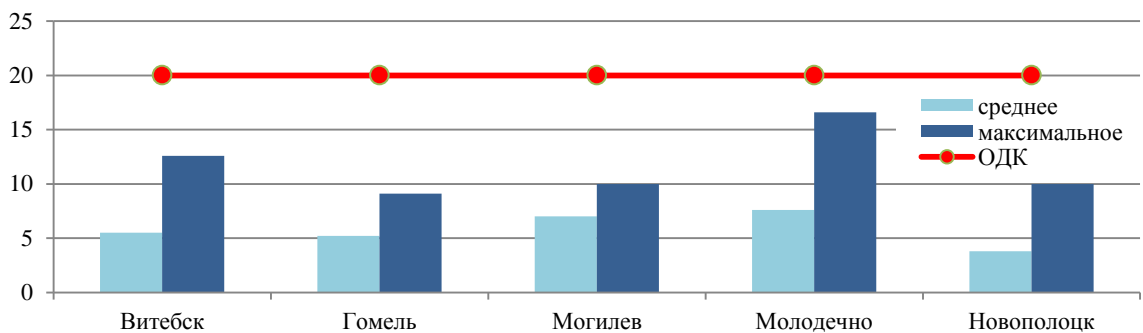


Рисунок 1.21 – Содержание никеля в почвах городов в 2016 г., мг/кг

Превышения ОДК по хрому не зарегистрированы ни в одном из городов. Максимальное содержание хрома в пробе почвы зарегистрировано в Могилеве на уровне 0,3 ОДК.

Для почв обследованных городов характерно превышение значений фоновых концентраций по свинцу, цинку, меди, никелю, кадмию, хрому, сульфатам и нитратам, что подтверждает факт накопления техногенных загрязняющих веществ в верхнем слое городских почв.

Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов. В качестве основного показателя уровня загрязнения почв тяжелыми металлами, сульфатами и нитратами используется коэффициент аномальности ( $K_a$ ), рассчитанный как отношение среднего содержания загрязнителя в почвах объекта наблюдения ( $C$ ) к среднему фоновому содержанию на сети фонового мониторинга ( $C_{\phi}$ ):

$$K_a = \frac{C}{C_{\phi}}$$

Поскольку техногенные аномалии чаще всего имеют полиэлементный состав, для городских почв был рассчитан суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ) [6]:

$$Z_c = \sum K_a - (n - 1),$$

где  $n$  – число учитываемых загрязняющих веществ (в 2016 году  $n = 9$ ).

Результаты расчетов представлены в таблице 1.7.

По приведенным данным можно составить ряд суммарных показателей загрязнения определяемыми загрязняющими веществами для обследованных городов: Витебск > Молодечно > Могилев > Гомель > Новополоцк.

Таблица 1.7 – Коэффициенты аномальности и суммарные показатели загрязнения городских почв, 2016 г.

Город	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Нефте-продукты	Тяжелые металлы (общее содержание)						Z <sub>c</sub>
				Cd	Zn	Pb	Cu	Ni	Cr	
Витебск	1,4	0,7	6,1	1,5	2,7	2,7	2,3	0,8	1,4	11,6
Гомель	1,4	1,4	3,5	1,2	2,1	1,8	2,0	0,7	0,8	6,9
Могилев	1,8	0,2	2,4	3,7	2,4	2,6	1,0	1,0	2,2	9,3
Молодечно	1,0	1,6	5,9	2,5	1,5	1,7	1,6	1,0	1,0	9,8
Новополоцк	1,4	0,3	3,6	1,4	1,5	0,8	0,5	0,5	0,8	2,8

Определение степени загрязнения почв производится по результатам расчета значения суммарного показателя загрязнения.

Учитывая фоновые значения, степень загрязнения городских почв оценивалась по ориентировочной шкале [6]:

- низкая степень загрязнения (Z<sub>c</sub> от 1,0 до 5,0);
- средняя степень загрязнения (Z<sub>c</sub> от 5,1 до 20,0);
- высокая степень загрязнения (Z<sub>c</sub> от 20,1 до 50,0);
- очень высокая степень загрязнения (Z<sub>c</sub> более 50,0).

Таким образом, почвы обследованных городов имеют среднюю степень загрязнения, за исключением почв Новополоцка, имеющих низкую степень по суммарному показателю загрязнения тяжелыми металлами, нефтепродуктами, соединениями серы и азота.

Наблюдения за почвами придорожных полос автодорог проводятся с периодичностью раз в пять лет. В 2016 году наблюдения проводились на 22 почвенных профилях, расположенных на открытых ландшафтах луговых биогеоценозов с равнинным рельефом вблизи автодорог с продолжительностью эксплуатации не менее 20 лет, различающихся интенсивностью движения транспортных средств от 696 до 16926 автомобилей в сутки (таблица 1.8). В пробах почв определялось содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов, сульфатов, нитратов и бензо(а)пирена.

Для проведения статистического анализа профили были сгруппированы в три интервала по интенсивности движения транспорта (таблица 1.9).

Зависимость степени загрязнения почв от интенсивности движения транспорта прослеживается для свинца – загрязняющего вещества 1-го класса опасности (рисунок 1.22). Так, его содержание в почве возрастает в среднем на 6–40% с увеличением интенсивности движения транспорта от 1 до 16 тысяч автомобилей в сутки. Подобная зависимость также прослеживается для кадмия, меди и нитратов.

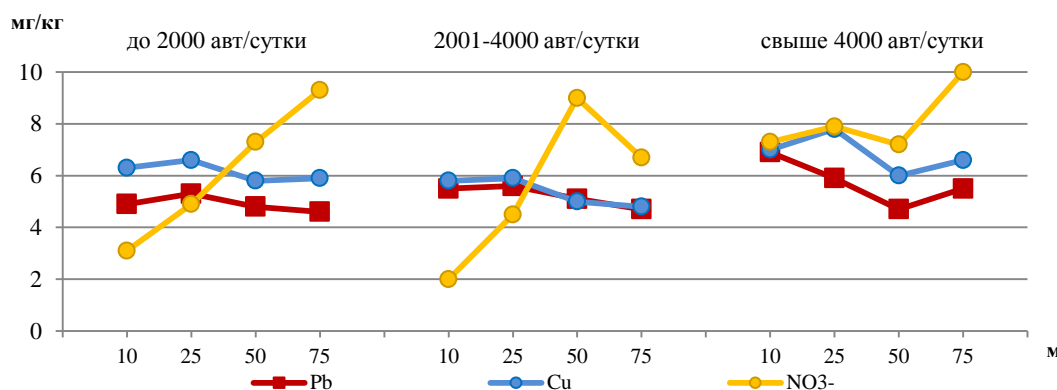


Рисунок 1.22 – Содержание тяжелых металлов и нитратов в почвах придорожных полос автодорог с различной интенсивностью движения транспорта

Таблица 1.8 – Характеристика почвенных профилей

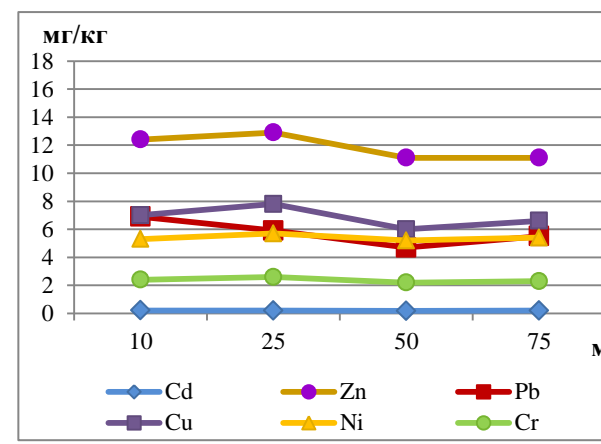
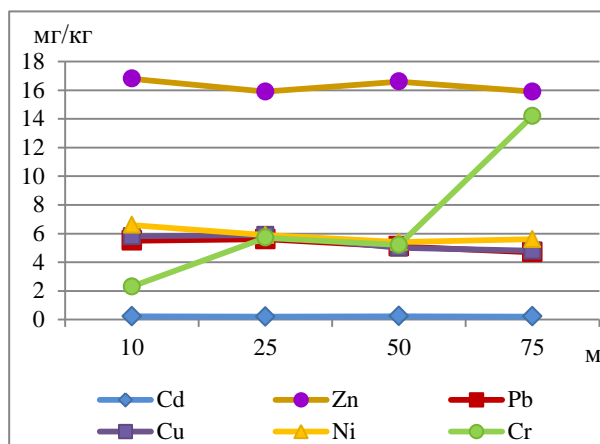
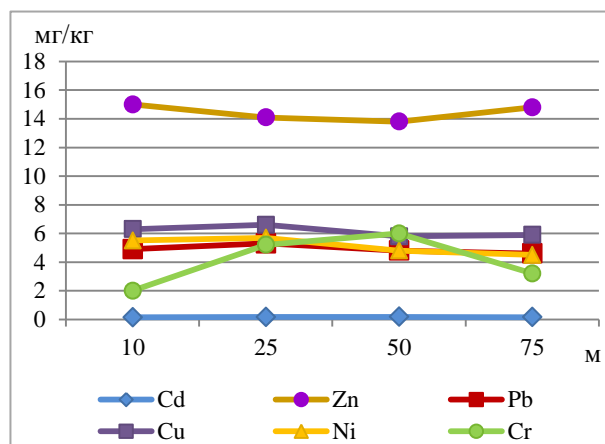
Интервал по интенсивности движения, автомобилей/сутки	№ профиля	При-вязка, км	Номер и название автодороги по республиканской регистрации	Интенсивность движения, автомобилей/сутки
до 2000	1	98	Р-14 Полоцк - Миоры - Браслав	696
	2	3	Р-31 Бобруйск - Мозырь - граница Украины	1031
	3	90	М-8/Е-95 граница РФ - Витебск - Гомель - граница Украины	1141
	4	15	Р-27 Браслав - Поставы - Мядель	1287
	5	75	Р-11 Поречаны - Новогрудок - Несвиж	1409
	6	16	Р-46 Лепель - Полоцк - граница РФ	1620
	7	9	Н-218 Пинск-Огово	1692
	8	72	М-8/ Е-95 граница РФ - Витебск - Гомель - граница Украины	1888
	9	5	Р-5 Барановичи - Новогрудок - Ивье	1955
2001-4000	10	3	М-10 граница РФ - Гомель - Кобрин	2090
	11	111	Р-93 Могилев - Бобруйск	2337
	12	18	Р-45 Полоцк - Глубокое - граница Литвы	2592
	13	267	М-8/ Е-95 граница РФ - Витебск - Гомель - граница Украины	3168
	14	86	Р-6 Ивенец-Пинск-Столин	3257
	15	64	Р-76 Орша - Шклов - Могилев	3542
	16	14	Р-83 Брест - Каменец - Национальный парк "Беловежская пуща"	3694
свыше 4000	17	176	М-4 Минск - Могилев	4555
	18	8	Р-93 Могилев - Бобруйск	4723
	19	11	Р-21 Витебск - граница РФ	6187
	20	16	М-1/Е-30 Брест - Минск - граница РФ	6365
	21	11	Р-53 Слобода – Новосады	8499
	22	19	М-2 Минск - Национальный аэропорт "Минск"	16926

Таблица 1.9 – Среднее содержание загрязняющих веществ в почвах придорожных полос автодорог в 2016 г., мг/кг

Интенсивность движения, автомобилей/сутки	Удаление от дороги, м	Тяжелые металлы						SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Нефте-продукты	Бенз(а)пирен
		Cd	Zn	Pb	Cu	Ni	Cr				
до 2000 (9 профилей)	10	0,14	15,0	4,9	6,3	5,5	2,0	74,1	3,1	303,7	
	25	0,17	14,1	5,3	6,6	5,7	5,2	69,6	4,9	98,0	0,0087
	50	0,18	13,8	4,8	5,8	4,8	6,0	57,4	7,3	51,0	
	75	0,15	14,8	4,6	5,9	4,5	3,2	57,8	9,3	46,5	0,0027
2001-4000 (7 профилей)	10	0,22	16,8	5,5	5,8	6,6	2,3	55,5	2,0	93,6	
	25	0,20	15,9	5,6	5,9	5,9	5,7	50,1	4,5	41,8	0,0077
	50	0,23	16,6	5,1	5,0	5,4	5,2	43,4	9,0	31,3	
	75	0,21	15,9	4,7	4,8	5,6	14,2	41,7	6,7	22,5	0,0020
свыше 4000 (6 профилей)	10	0,21	12,4	6,9	7,0	5,3	2,4	64,4	7,3	102,6	
	25	0,20	12,9	5,9	7,8	5,7	2,6	70,9	7,9	67,2	0,0054
	50	0,17	11,1	4,7	6,0	5,2	2,2	57,2	7,2	61,0	
	75	0,20	11,1	5,5	6,6	5,4	2,3	44,9	10,0	51,4	0,0080

Прослеживается четкая зависимость уменьшения содержания техногенных токсикантов в придорожных почвах с удалением от полотна автодороги (обратную зависимость демонстрируют нитраты) (рисунки 1.23 – 1.24).



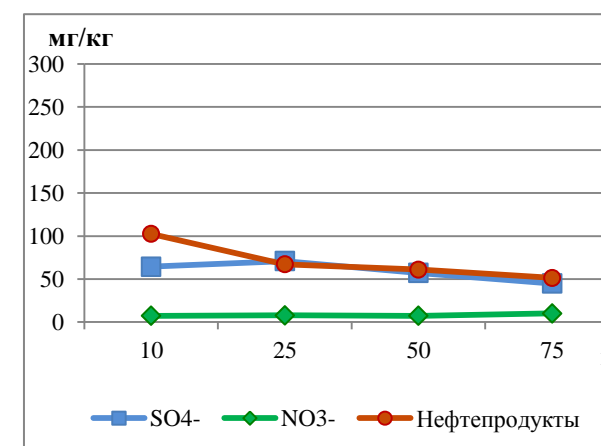
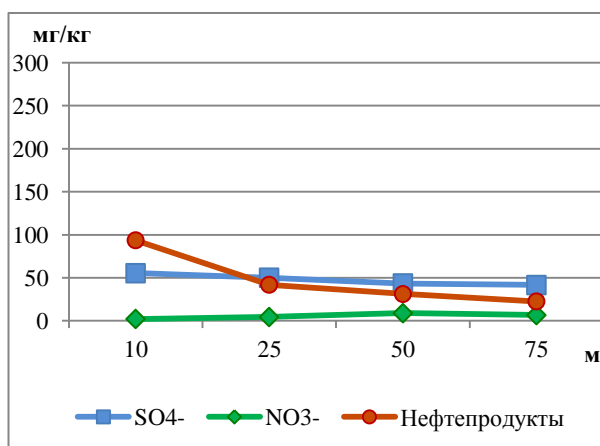
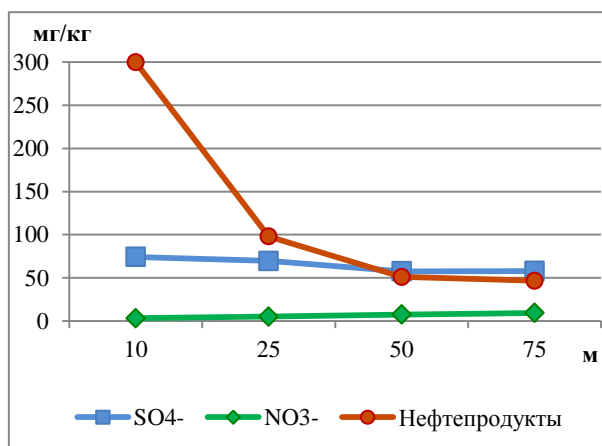


а)

б)

в)

Рисунок 1.23 – Содержание тяжелых металлов в почвах на разном удалении от полотна автодорог с интенсивностью движения: а) – менее 2000, б) – от 2000 до 4000, в) – более 4000 автомобилей/сутки



а)

б)

в)

Рисунок 1.24 – Содержание сульфатов, нитратов и нефтепродуктов в почвах на разном удалении от полотна автодорог с интенсивностью движения: а) – менее 2000, б) – от 2000 до 4000, в) – более 4000 автомобилей/сутки

Основными загрязняющими веществами придорожных почв являются нефтепродукты и бензо(а)пирен. Значения, превышающие ПДК по нефтепродуктам, зарегистрированы в 12 из 22 почвенных профилей, на всех удалениях от полотна автодорог с разной интенсивностью движения транспорта. Наибольшие значения характерны для 10-метровой зоны удаления. Так, максимальное содержание нефтепродуктов обнаружено на 10 м удалении профиля №5 (Р-11 Поречаны - Новогрудок - Несвиж) на уровне 7,2 ПДК. Значительные превышения ПДК также определены на удалениях 10 м профиля №3 (М-8/Е-95 граница РФ - Витебск - Гомель - граница Украины) на уровне 6,6 ПДК, профиля №19 (Р-21 Витебск - граница РФ) на уровне 3,6 ПДК, профиля №6 (Р-46 Лепель - Полоцк - граница РФ) на уровне 3,6 ПДК. Наименьшее содержание нефтепродуктов зарегистрировано в почвах придорожных полос автодорог Могилевской области.

Определение бензо(а)пирена проводилось на удалениях 25 и 75 м от автодорог. Превышения ПДК зафиксированы на пяти профилях. Максимальное значение соответствует 2,1 ПДК (на удалении 25 м профиля №8, автодорога с интенсивностью движения 1888 авт/сутки).

Превышений ОДК по тяжелым металлам, а также нитратам и сульфатам в пробах почв придорожных полос автодорог не зарегистрировано.

### **Наблюдения за состоянием почвенного покрова земель**

Особенности рельефа, геоморфологии, характер почвообразующих пород и интенсивная антропогенная нагрузка на почвенный покров обусловили значительное развитие эрозионных процессов на территории Беларуси. По данным III тура почвенно-геоботанических обследований почвы с потенциально возможным проявлением водно-эрозионных процессов занимают около 32 % пахотных земель, в том числе уже подверженные эрозии около 10 %. В Белорусском Полесье дефляционноопасными являются около миллиона гектар (1010 тыс. га).

*Наблюдения за процессами водной эрозии* с целью оценки их интенсивности при различном целевом использовании эродированных земель проводятся РУП «Институт почвоведения и агрохимии».

В качестве основных объектов наблюдений в Белорусском Поозерье приняты почвы стационара «Межаны» (ОАО «Межаны» Браславского района) и ключевых участков «Слободская заря» (ОАО «Слободская заря») и «МАПЭ» (ПСХ ОАО «Мядельское агропромэнерго») Мядельского района, которые подобраны с учетом различного использования склоновых земель: «МАПЭ» – водоохранная зона озер Национального парка «Нарочанский», где хозяйственная деятельность носит ограниченный характер; «Слободская заря» – интенсивное использование. В зоне Белорусской гряды основные объекты – это почвы стационара «Стоковые площадки», расположенного на землях ОАО «Щомыслица» Минского района, и ключевого участка «Учхоз БГСХА» (РУП «Учхоз БГСХА») Горецкого района.

Для количественной оценки степени эрозионной деградации почв на опытных стационарах и стационарных площадках в центральной и северной почвенно-экологических провинциях (ПЭП) Беларуси проведены наблюдения в наиболее эрозионноопасные периоды.

В 2016 году смыва почвы, обусловленного снеготаянием, не отмечено, т.к. в конце февраля – начале марта снежный покров отсутствовал.

Для середины-конца мая 2016 г., а также конца июня-начала июля характерно достаточно большое количество осадков, способствующих развитию водно-эрозионных процессов. Поэтому прогнозировался смыв от 8,8 т/га (стационар «Стоковые площадки», озимая пшеница) до 14,5 т/га почвенного мелкозема (ключевой участок «МАПЭ», однолетние травы) (таблица 1.10).

Таблица 1.10 – Смыв почвенного мелкозема, обусловленный водно-эрозионными процессами, 2016 г.

Смыв почвы, т/га		Стационар «Стоковые площадки»				Стационар «Межаны» (травы)	Ключевой участок	
		доля зерновых, %					«МАПЭ» (однолетние травы)	«Слобод- ская заря» (многолет- ные травы)
		20*	40	60	80			
ливневые осадки	1**	12,2	8,8	12,4	11,8	10,4	14,5	9,4
	2	2,5	1,1	2,6	2,3	0,9	2,8	1,8
суммарный	1	12,2	8,8	12,4	11,8	10,4	14,5	9,4
	2	2,5	1,1	2,6	2,3	0,9	2,8	1,8

Примечание: \* 20% – однолетние травы, 40% – озимая пшеница, 60% – однолетние травы, 80% – горох;  
\*\*1 – прогнозируемый; 2 – фактический смыв почвы

Однако определение смыва почвенного мелкозема стокообразующими дождями в северной и центральной почвенно-экологических провинциях, основанное на учете водоросей, показало, что под озимой пшеницей (севооборот с 40% зерновых) и многолетними травами (стационар «Межаны», ключевой участок «Слободская заря») смыв не превышал ПДУ (0,9-1,8 т/га), тогда как в севооборотах с долей зерновых 20%, 60 и 80% он достигал 2,3-2,8 т/га. Ливневые дожди в основном наблюдались в июне-июле, когда почва покрыта растительностью и вероятность возникновения водно-эрозионных процессов невелика.

Одной из задач проводимых исследований являлось наблюдение за водным режимом изучаемых почвенных разновидностей в течение вегетационного периода.

В ранневесенний период определение запасов общей влаги в пахотном горизонте исследуемых почв на стационаре «Стоковые площадки» показало, что влагообеспеченность сельскохозяйственных культур пониженная (38-51 мм) независимо от агрофона и степени эродированности (рисунок 1.25). Это объясняется отсутствием снежного покрова и высокими температурами, наблюдавшимися в начале апреля. Величина запасов влаги в слое 0-20 см по почвенно-эрозионной катене снижается на 1-8 мм. Только в севообороте с 80% зерновых отмечено увеличение запасов влаги на эродированных разновидностях, так как данный севооборот расположен на склоне северной экспозиции, и испарение влаги с поверхности почвы ниже.

Влияние степени эродированности на запасы влаги наиболее выражено в корнеобитаемом слое (0-50 см). На незэродированных почвах в слое 0-50 см содержалось 100-133 мм влаги, что соответствует оптимальным параметрам. На эродированных разновидностях оно снизилось до 101-114 мм, т.е. влагообеспеченность пониженная. Исключение составляет севооборот с 80% зерновых, где по всей катене сложились оптимальные условия.

Для конца июня – начала июля характерен продолжительный период с высокими температурами на фоне недостатка осадков. Поэтому во время уборки однолетних трав (24.06.2016) запасы продуктивной влаги в пахотном горизонте (Ап) были на уровне 23-36 мм. Перед уборкой зерновых и гороха (29.07.-02.08.2016) наблюдались осадки на фоне высоких температур, что обеспечило повышение влагообеспеченности до 56-61 мм.

В северной почвенно-экологической провинции (стационар «Межаны») в апреле сложились оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур по влагообеспеченности. Запасы общей влаги в пахотном слое под травами составили 51-57 мм, а под пшеницей – 51-70 мм. В вариантах с внесением органики при возделывании трав запасы влаги на 1-6 мм выше, а под пшеницей – на 2-16 мм, чем на контроле. Условия увлажнения в корнеобитаемом слое также оптимальны – запасы общей влаги 123-152 мм.

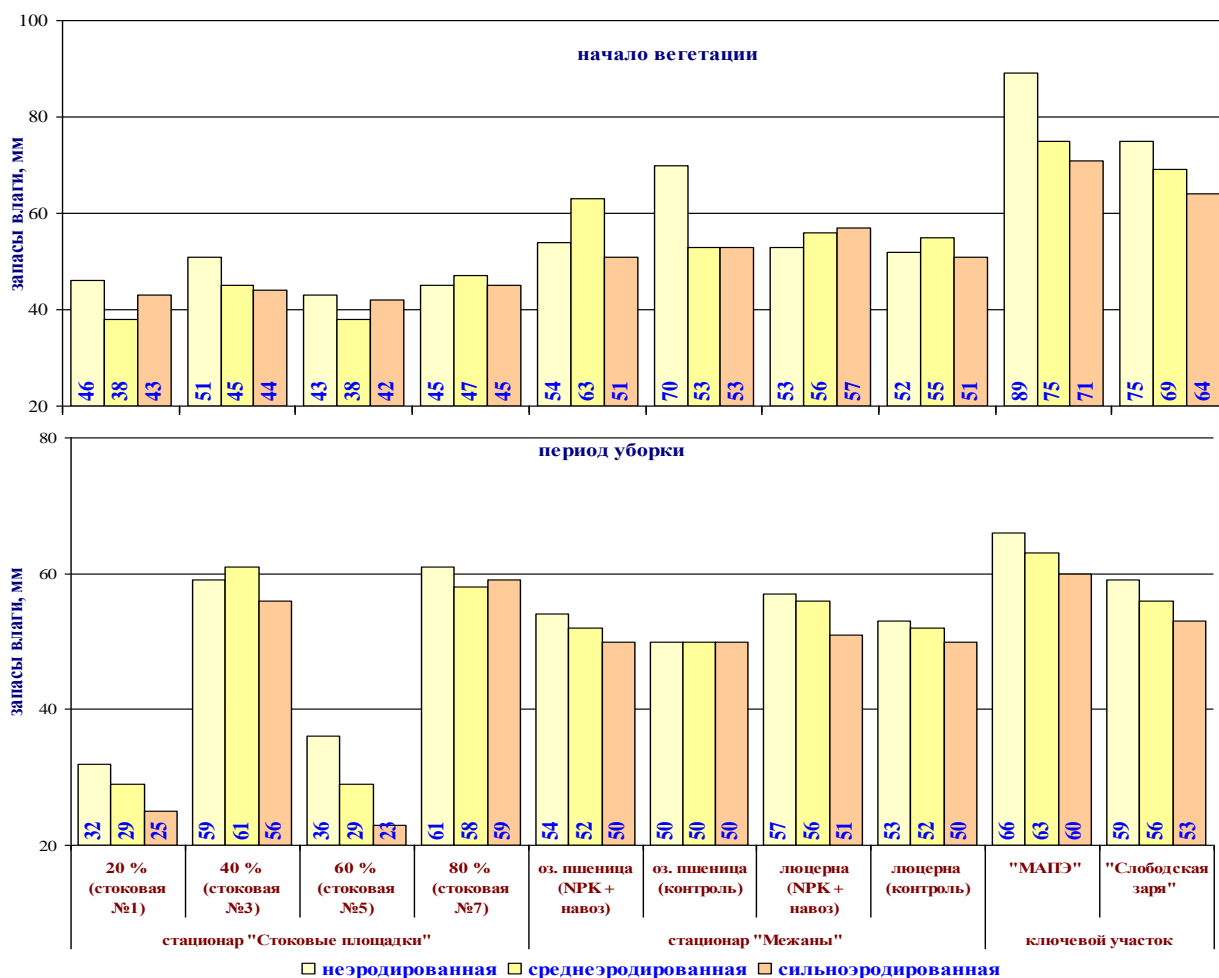


Рисунок 1.25 – Запасы влаги в пахотном горизонте почв объектов мониторинга, мм

Для Браславского района в течение вегетации характерны периоды как с незначительным количеством осадков, так и с их избытком. Поэтому влажность пахотного слоя выше, чем подпахотного независимо от возделываемой культуры и степени эродированности.

Отрицательное влияние эрозии отчетливо прослеживается в запасах общей влаги. Во время второго укоса многолетних трав (06.07.2016) в Ап снижение по катене составило 1-6 мм, а слое 0-50 см оно достигало 5-16 мм. В целом условия по степени влагообеспеченности на неэродированной и среднеэродированной почвах были оптимальные (52-57 мм), а сильноэродированной – пониженные (менее 51 мм).

Середина–конец июля (уборка озимой пшеницы) характеризуются большим количеством ливневых осадков, что нашло свое отражение во влажности почвы – колебаний по почвенно-эрозионной катене практически не выявлено. Величина запасов продуктивной влаги в Ап неэродированной и среднеэродированных почв составила 50-54 мм, т.е. влагообеспеченность оптимальная. На сильноэродированных разновидностях они снизились до 50 мм (пониженная). В слое 0-50 см отмечены те же закономерности.

На ключевом участке «МАПЭ» Мядельского района перед посевом однолетних трав запасы влаги в слое 0-20 см составили 71-89 мм, уменьшаясь на эродированных почвах. Такое количество влаги избыточно для нормального функционирования растений. В слое 0-50 см содержалось 167-190 мм влаги, что также избыточно. В период уборки общие запасы влаги в Ап составили 60-66 мм, подпахотном – 134-151 мм. С увеличением степени эродированности данный показатель снижался соответственно на 3-6 мм и

7-17 мм. Несмотря на достаточно большую разницу по почвенно-эрозионной катене, влагообеспеченность оптимальная на всех почвенных разновидностях.

На участке «Слободская заря» Мядельского района в период весеннего отрастания трав запасы влаги составили 64-75 мм. На эродированных разновидностях данный показатель на 6-11 мм ниже, чем на неэродированной. В корнеобитаемом слое запасы влаги достигли 141-163 мм, что свидетельствуют об оптимальном влагообеспечении многолетних трав. Снижение общих запасов влаги в Ап на эродированных почвах по сравнению с неэродированной составило 2-6 мм, а слое 0-50 см – 3-8 мм.

Одной из важнейших составляющих оценки подверженности почв эрозии и их плодородия является агрофизическая характеристика. Ориентируясь на показатели, приведенные на рисунке 1.26, можно отметить, что пахотный горизонт как эродированных, так и неэродированных дерново-подзолистых почв, развивающихся на лессовидных суглинках, характеризуется как уплотненный ( $1,22-1,25 \text{ г/см}^3$ ). На средне- и сильноэродированных разновидностях Ап уплотнился соответственно до  $1,30-1,32$  и  $1,31-1,37 \text{ г/см}^3$ . В то же время на дерново-подзолистых почвах, развивающихся на моренных суглинках, этот показатель значительно выше, что обусловлено генетическими особенностями почвообразующих пород – от  $1,39-1,56 \text{ г/см}^3$  на неэродированных до  $1,54-1,70 \text{ г/см}^3$  на сильноэродированных почвах.

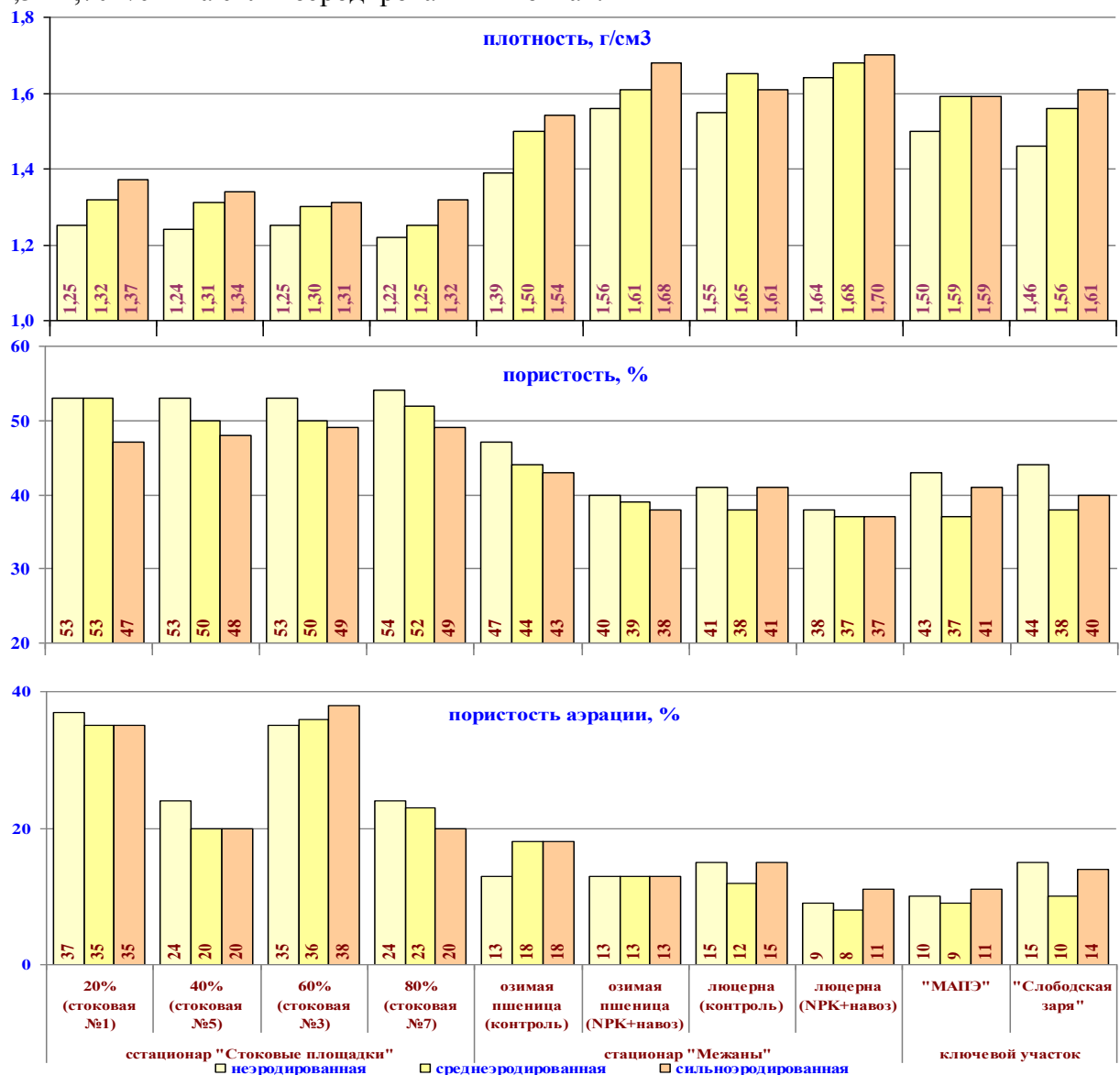


Рисунок 1.26– Состояние агрофизических свойств пахотного горизонта почв объектов мониторингов наблюдений

Высокая плотность эродированных разновидностей обуславливает их низкую водопроницаемость. Поэтому на сильноэродированных почвах водно-эрозионные процессы проявляются наиболее интенсивно.

Закономерности пространственного распределения плотности пахотного слоя отражают также и особенности воздушного режима эродированных почв. Общая пористость исследуемых почв оценивается как неудовлетворительная (менее 50%). Исключения составляют средне- и неэродированные разновидности почв, развивающихся на лессовидных суглинках, где общая пористость – 50-53%.

Для создания устойчивого запаса влаги в почве при одновременном хорошем воздухообмене необходимо, чтобы пористость аэрации составляла не менее 15%. Только в центральной почвенно-экологической провинции на исследуемых почвах этот показатель выше указанного значения независимо от степени эродированности. Для почв, развивающихся на моренных почвообразующих породах, пористость аэрации колеблется от 8-15%, что указывает на плохой воздухообмен.

Негативное влияние эрозионных процессов заключается не только в деградации почвенного покрова, но и в снижении производительной способности почв, которая оценивалась урожайностью возделываемых сельскохозяйственных культур и выявила ряд общих закономерностей. На всех объектах наибольшая урожайность сформировалась на неэродированных почвах, минимальная продуктивность отмечалась на сильноэродированных разновидностях (таблица 1.11).

Таблица 1.11 – Производительная способность в разной степени эродированных почв объектов мониторинговых наблюдений, ц/га кормовых единиц (далее – к.ед.) (2016 год)

Степень эродированности почвы	Дерново-подзолистые почвы, развивающиеся											
	на мощных лессовидных суглинках				на мощных моренных суглинках							
	стационар «Стоковые площадки», Минский район				стационар «Межаны», Браславский район						ключевой участок, Мядельский район	
	доля зерновых, %				озимая пшеница			люцерна 2, г.п.				
	20*	40	60	80	контроль	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	Навоз + N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	контроль	N <sub>10</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90+40</sub>	Навоз + N <sub>10</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90+40</sub>	«МАПЭ» однолетние травы	«Слободская заря» мн. травы
Неэродированная	48,5	83,6	36,7	35,3	62,7	71,4	77,4	56,7	70,7	81,9	32,4	59,3
Слабоэродированная	–	–	–	28,6	–	–	–	–	–	–	31,1	55,0
Среднеэродированная	45,8	72,1	34,0	25,6	57,7	69,0	71,8	54,9	70,8	73,2	28,6	49,8
Сильноэродированная	37,4	64,1	32,3	–	52,2	53,6	58,6	48,1	57,8	66,7	26,4	44,5
Глееватая намытая	41,8	58,9	22,3	30,1	54,4	55,1	61,1	50,0	59,5	74,5	31,3	58,7

Примечание: \*доля зерновых 20% – горохо-овсяная смесь на зеленую массу; 40% – озимая пшеница; 60% – горохо-овсяная смесь на зеленую массу; 80% – горох;

На почвах центральной почвенно-экологической провинции, сформировавшихся на мощных лессовидных суглинках, получено 26-84 ц/га к.ед. Недобор продуктивности в 2016 году на стационаре «Стоковые площадки» составил на среднеэродированной почве

6-19%, на сильноэродированной – 12-27% по сравнению с неэродированной в зависимости от доли зерновых культур в севообороте (рисунок 1.27).

В среднем за 2006-2010 гг. продуктивность сельскохозяйственных культур составила 71,7-126,3 ц/га к.ед. в зависимости от степени эродированности почв и типа севооборота. Производительная способность среднеэродированных разновидностей на 10-14% ниже, чем неэродированных, сильноэродированных – на 18-26%, причем наибольшие недобры получены в зернотравяном севообороте с долей зерновых 60% (стоковая площадка №1).

В среднем за 2011-2015 гг. выход кормовых единиц на неэродированных почвах составил 67-84 ц/га в зависимости от доли зерновых в севообороте. Сбор кормовых единиц на среднеэродированных почвах снизился на 5-15%, сильноэродированных – на 13-22% по отношению неэродированных.

На стационаре «Межаны» производительная способность среднеэродированной почвы на моренных суглинках при возделывании трав снизилась на 1-11%, сильноэродированной – на 15-19% по сравнению с неэродированной, а при возделывании озимой пшеницы – соответственно на 3-8% и 17-25% (рисунок 1.28).

Продуктивность культур зернотравяного севооборота в среднем за 2006-2010 гг. изменялась в пределах 39,4-59,4 ц/га к.ед. в зависимости от степени эродированности и системы удобрения. Недобор продуктивности от эрозии составил 14-12% в зависимости от варианта. Совместное применение органических и минеральных удобрений увеличило производительную способность исследуемых почв примерно на 14-19%, или на 9-10 ц/га к.ед., по сравнению с контролем.

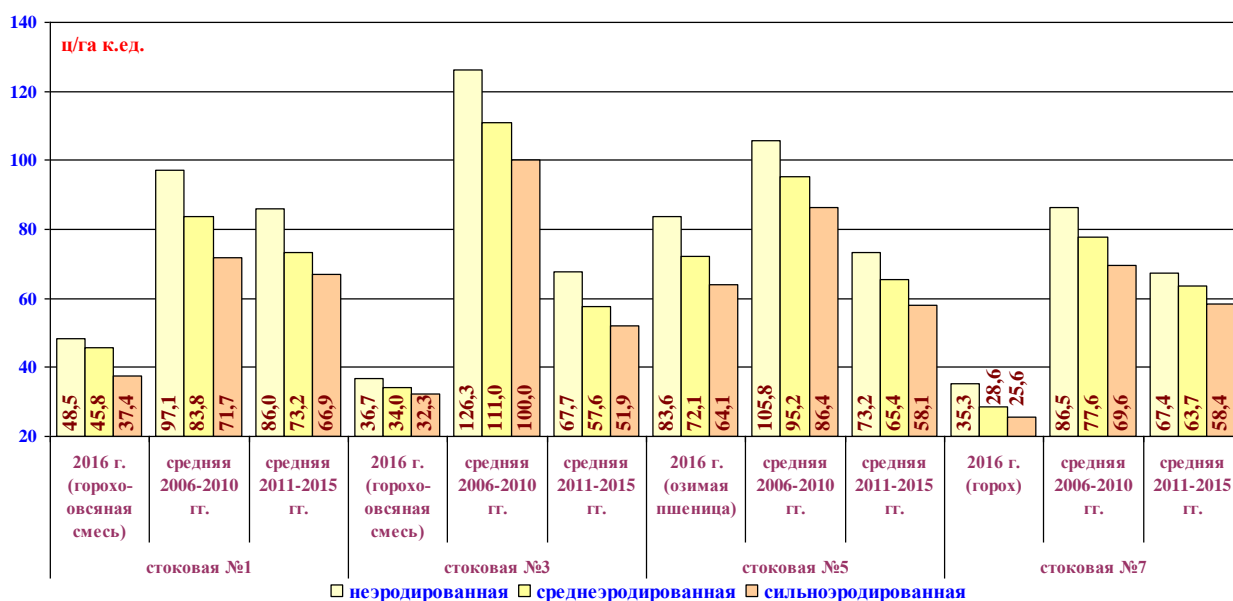


Рисунок 1.27 – Производительная способность эродированных дерново-подзолистых суглинистых почв, сформированных на мощных лёссовидных суглинках (стационар «Стоковые площадки»)

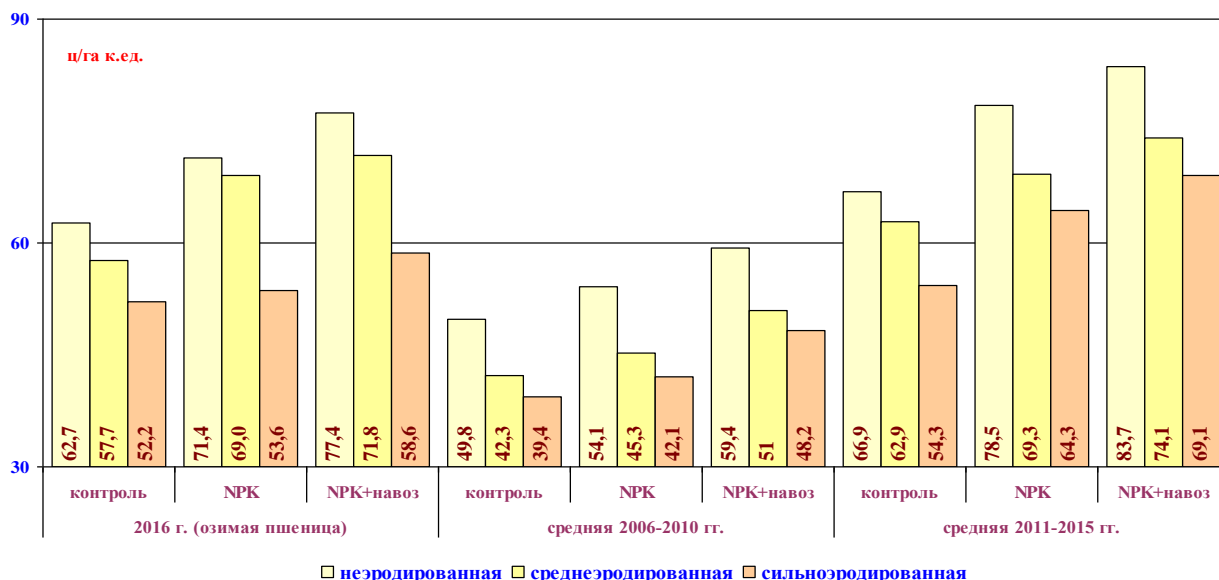


Рисунок 1.28 – Влияние системы удобрения и степени эродированности на производительную способность дерново-подзолистых почв, сформированных на мощных моренных суглинках (стационар «Межаны»)

В среднем за 2011-2015 гг. производительная способность неэродированных почв составила в зависимости от варианта 67-84 ц/га к.ед., среднеэродированных – 63-74, сильноэродированных – 54-69 ц/га к.ед., т.е. потери урожая от эрозии 6-11% и 17-19% соответственно.

На ключевых участках Мядельского района в 2016 г. недобор урожая на эродированных разновидностях по сравнению с неэродированной составил: «МАПЭ» – 4–18%, «Слободской заре» – 7–25% (рисунок 1.29).

В среднем за 2008-2010 гг. на ключевом участке «Слободская заря» сформировано 52,1-76,2 ц/га к.ед. Недобор от эрозии был на уровне 10-32%. В пределах ключевого участка «МАПЭ» продуктивность сельскохозяйственных культур составила 41,3-55,5 ц/га к.ед. На почвах, подверженных эрозионным процессам, урожайность снизилась на 4-26%.

В среднем за 2011-2015 гг. выход кормовых единиц на ключевом участке «Слободская заря» составил 41-58 ц/га, «МАПЭ» – 39-55 ц/га. Производительная способность эродированных почв ниже на 9-30% по сравнению с неэродированными.

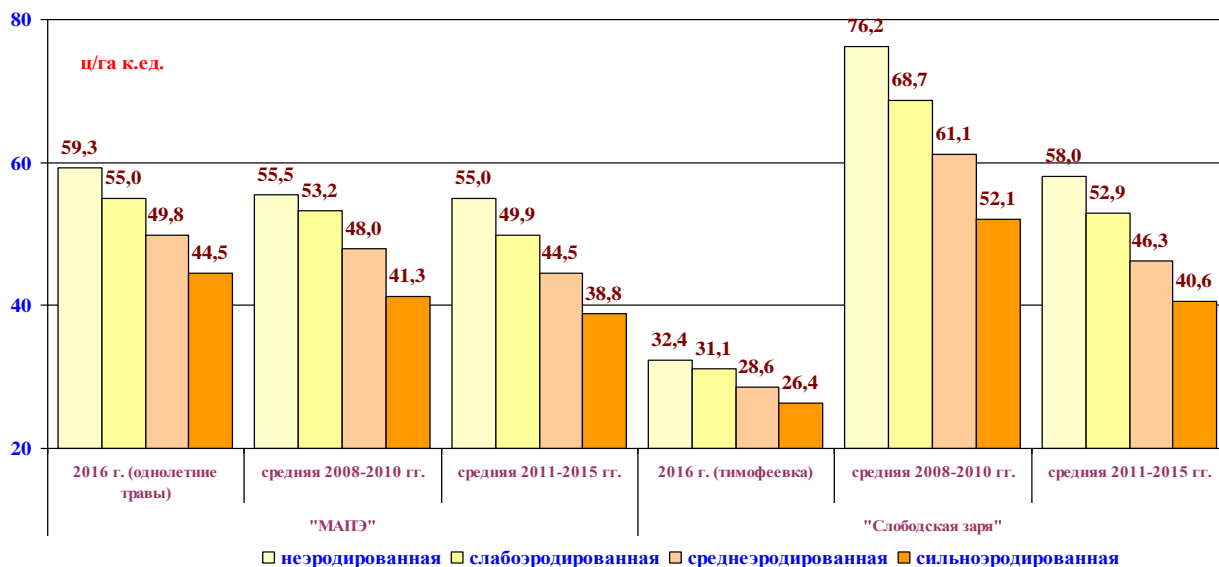


Рисунок 1.29 – Производительная способность дерново-подзолистых почв, сформированных на моренных суглинках, на стационарных площадках



На эродированных почвах высокую эффективность, как для сохранения экологического равновесия, так и для получения урожая возделываемых культур показало применение органических удобрений совместно с минеральными.

Наблюдения за компонентным составом почвенного покрова и интенсивностью ветровой эрозии осушенных почв с целью оценки динамики изменения состава торфяно-болотных почв осуществляются РУП «Институт почвоведения и агрохимии» на дефляционноопасных почвах Полесского региона

В качестве основных объектов приняты почвенные разновидности стационарных площадок «Мичуринск» (ОАО «Мичуринск», Ивацевичский район), ПОСМЗиЛ (Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства, Лунинецкий район), «Парохонское» (ОАО «Парохонское», Пинский район). Почвенный покров всех стационарных площадок представлен рядом осушенных торфяных, антропогенно-преобразованных торфяно-минеральных и дерновых заболоченных песчаных почв.

Интенсивность дефляционных процессов в районах проведения мониторинговых наблюдений определена с использованием значений дефляционного потенциала ветра в текущем году и агродефляционного индекса возделываемой культуры.

В 2016 году для ранневесеннего периода характерно незначительное количество осадков, высокая температура воздуха и почвы, низкая относительная влажность воздуха, большое количество случаев ветра скоростью более 10 м/с. Перечисленные условия, а также отсутствие всходов сельскохозяйственных культур способствовали развитию дефляционных процессов в Полесском регионе (рисунок 1.30).

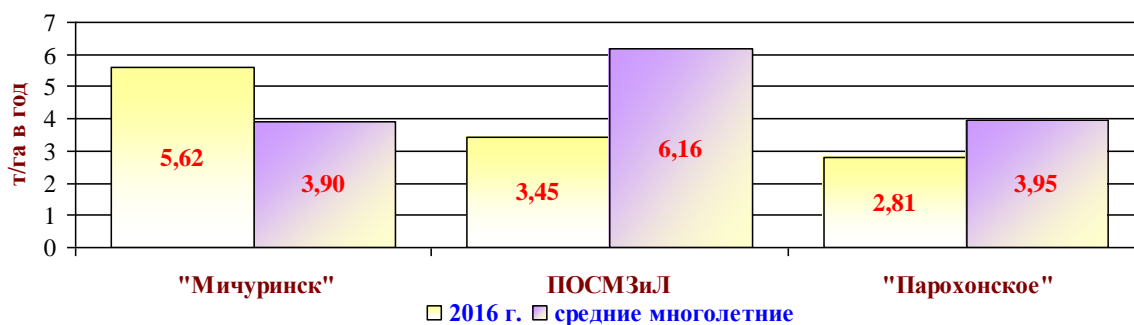


Рисунок 1.30 – Потенциальные темпы дефляции на стационарных площадках мониторинговых наблюдений (апрель, май, сентябрь 2016 г.)

Прогнозируемые суммарные потери почвенного мелкозема в результате ветровой эрозии в наиболее дефляционноопасные периоды (апрель, май, сентябрь) составляли 2,8-5,6 т/га. Наиболее высокая интенсивность дефляции на стационарной площадке «Мичуринск», где возделывалась кукуруза – 5,62 т/га, что превосходит среднемноголетние значения на 1,7 т/га. Благодаря высокому значению агродефляционного индекса озимой пшеницы и низким значениям ДПВ в Пинском районе, наименьшие темпы дефляции (2,81 т/га) характерны для ключевого участка «Парохонское», что ниже среднемноголетнего значения на 1,1 т/га

Одной из задач проводимых исследований являлось наблюдение за влажностью изучаемых почвенных разновидностей в течение вегетационного периода. Следует отметить, что отбор проб почвы на влажность выполнялся синхронно. Выявлена существенная разница между объектами мониторинга в величине полевой влажности на одинаковых почвенных разновидностях (торфяных и деградированных торфяно-минеральных).

Важным показателем, характеризующим водный режим почв, являются запасы общей влаги (рисунок 1.31).

Общие запасы влаги в ранневесенний период 2016 г. на торфяных и дерготорфяных почвах в слое 0-20 см составили 72-190 мм, в слое 0-50 см – 123-702 мм. Отметим, что

если в пахотном слое разница между объектами невысокая, то в корнеобитаемом слое содержание влаги в ПОСМЗиЛ ниже остальных стационарных площадок на 67-75%. На дерновых разновидностях объектов мониторинга за исключением «Парохонское» наблюдался небольшой дефицит влаги – запасы влаги не превышали 50 мм.

В середине вегетации наибольшие запасы влаги отмечены в «Мичуринск»: пахотный слой – 39-139 мм; корнеобитаемый – 80-493 мм, что на 15-49% и 16-60% выше соответственно, чем в «Парохонское» и ПОСМЗиЛ.



Рисунок 1.31 – Изменение запасов влаги в пахотном горизонте и слое 0-50 см в течение вегетационного периода 2016 г.

В конце вегетации более высокие общие запасы в слое 0-20 см органогенных почв характерны для стационарной площадки «Мичуринск» (124-145 мм), что на 25-69% больше, чем на аналогичных почвах других объектов мониторинга. В слое 0-50 см максимальные запасы влаги на стационарной площадке «Парохонское» (481-721 мм), что превосходит другие объекты на 44-83%.

Для минеральных разновидностей объектов мониторинга характерна пониженная и недостаточная влагообеспеченность в течение вегетации – менее 50 мм.

Приведенные данные показывают существенную разницу в характере влажности почвенных разновидностей, что, несомненно, влияет на формирование их производительной способности.

Длительное использование осушенных торфяных почв в качестве пахотных земель и последующая их деградация обусловили уменьшение различий показателей агрофизических свойств между минеральными остаточно-торфяными почвами и дерновыми заболоченными (таблица 1.12).

Таблица 1.12 – Физические свойства пахотного слоя исследуемых почв в период уборки сельскохозяйственных культур, 2016 г.

Почва	Слой, см	Физические свойства		
		плотность, кг*м <sup>-3</sup>	пористость, %	пористость аэрации, %
ПОСМиЛ (озимое тритикале), 20.07.2016, Лунинецкий район				
Дерново-глееватая	0-10	0,94	61	43
	10-20	1,19	50	32
Дегроторфяная (ОВ 30,0-20,1%)	0-10	0,72	67	36
	10-20	0,75	66	45
Торфяно-глеевая	0-10	0,41	78	57
	10-20	0,44	77	60
«Парохонское» (озимая пшеница), 20.07.2016, Пинский район				
Дерновая перегнойно-глеевая	0-10	0,89	60	33
	10-20	0,95	58	30
Дегроторфяная минеральная остаточно-торфяная (ОВ 10-20%)	0-10	0,38	84	43
	10-20	0,45	61	36
Дегроторфяная (ОВ 30,0-20,1%)	0-10	0,38	82	39
	10-20	0,39	82	37
Перегнойно-торфяная	0-10	0,33	81	35
	10-20	0,37	79	33
«Мичуринск» (кукуруза на зеленую массу), 15.09.2016, Ивацевичский район				
Дерново-глееватая	0-10	1,01	59	43
	10-20	1,17	52	32
Дерново-глеевая	0-10	0,84	65	51
	10-20	0,78	67	54
Дегроторфяная (ОВ 30,0-20,1%)	0-10	0,65	70	9
	10-20	0,70	68	8
Торфянисто-глеевая	0-10	0,51	75	12
	10-20	0,54	74	10
Иловато-торфяная	0-10	0,40	78	17
	10-20	0,49	73	10

Наименьшими значениями плотности среди дерновых разновидностей характеризовались почвы стационарной площадки «Парохонское» (0,89-0,95 кг\*м<sup>-3</sup>), наибольшими – «Мичуринск» (1,01-1,17 кг\*м<sup>-3</sup>).

Для торфяно-болотных почв всех объектов мониторинговых наблюдений характерны оптимальные показатели плотности: «Мичуринск» – 0,40-0,49 кг\*м<sup>-3</sup>, «Парохонское» – 0,33-0,37 кг\*м<sup>-3</sup>. В «Мичуринске» плотность пахотного слоя торфяно-глееватой почвы самая высокая из всех объектов наблюдения (0,34-0,51 кг\*м<sup>-3</sup>), что свидетельствует о более высокой интенсивности процессов минерализации торфа. На

стационарной площадке в ПОСМЗиЛ плотность незначительно превышала  $0,40 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ , т.е. оптимальная для данного типа.

На дегроторфяных почвах наблюдалось увеличение плотности по сравнению с торфяными до: «Парохонское» –  $0,38-0,45 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ; «Мичуринск» –  $0,65-0,70 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ; ПОСМЗиЛ –  $0,72-0,75 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ . Это свидетельствует о снижении содержания органического вещества в торфе. Самая большая разница между торфяными и дегроторфяными почвами зафиксирована на стационарных площадках ПОСМЗиЛ и «Мичуринск» – соответственно  $0,31 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$  и  $0,25-0,31 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ .

Общая пористость и пористость аэрация почвы зависят от их плотности и определяют направленность физико-химических, биохимических и микробиологических процессов в почве, которые ответственны за трансформацию органического вещества, соединений азота и других питательных элементов.

По классификации Н.А. Качинского минеральные разновидности на всех объектах мониторинга обладали отличной пористостью – 51-60%.

Пористость органогенных почв определяется минеральной составляющей торфяной почвы – чем она выше, тем ниже пористость. Пористость торфяных и дегроторфяных с содержанием органического вещества 20-30% приблизительно одинаковая – соответственно 73-81 и 61-84%. Только на стационарной площадке «Мичуринск» наблюдалось заметное снижение пористости дегроторфяной почвы с ОВ 20-10,1% относительно торфяных разновидностей – на 13-16%.

Пористость аэрации почв объектов наблюдения была достаточно высокая (32-60%). Наибольшие значения отмечены в ПОСМЗиЛ (32-60%), наименьшие – в «Парохонском» (30-43%). Для стационарной площадки «Мичуринск» характерна большая дифференциация значений пористости аэрации между почвенными разновидностями. Так, вследствие высокой влажности органогенных почв ее Па была недостаточная и составляла всего 8-12%. В то время как на минеральных разновидностях её значения превосходили 30%.

Программа ежегодных наблюдений также включает оценку производительной способности дефляционноопасных почв. На стационарных площадках в текущем году возделывались: ПОСМЗиЛ – озимое тритикале; «Парохонское» – озимая пшеница; «Мичуринск» – кукуруза на зеленую массу.

Как отмечалось выше, в середине вегетации наблюдался длительный период без осадков на фоне высоких температур, что отрицательно сказалось на росте и развитии сельскохозяйственных культур, вследствие чего сформирована невысокая урожайность.

Высокая неоднородность почвенного покрова ключевых участков, прежде всего по условиям увлажнения и плодородию, обусловила значительные различия в производительной способности почвенных разновидностей. Колебания урожайности возделываемых культур на разных почвах составили: ПОСМЗиЛ – 9-36%; «Парохонское» – 7-43%; «Мичуринск» – 6-17% (рисунок 1.32).

Из всех объектов мониторинга самый высокий выход кормовых единиц получен при возделывании кукурузы на стационарной площадке «Мичуринск» – 90-120 ц/га к.ед. Продуктивность озимого тритикале (ПОСМЗиЛ) изменялась в пределах 27-41 ц/га к.ед., озимой пшеницы («Парохонское») – 34-67 ц/га к.ед.

На минеральных разновидностях объектов мониторинговых наблюдениях получено приблизительно 27-90 ц/га к.ед., органогенных – 30-120 ц/га к.ед. Самой высокой производительной способностью обладали дегроторфяные разновидности с содержанием органического вещества более 20% – 49-120 ц/га к.ед.

В среднем за 2007-2015 гг. производительная способность почв объектов мониторинга была приблизительно одинаковая – на уровне 70-75 ц/га к.ед. Самый высокий выход кормовых единиц получен на дегроторфяных почвах с содержанием органического вещества 20-30% – приблизительно 80 ц/га, т.к. на у таких почв достаточно

высокое плодородие и благоприятные водно-физические свойства, а растения не испытывает как недостатка, так и дефицита влаги.

Наименьшая разница между почвенными разновидностями зафиксирована в ПОСМЗиЛ – 1,4-1,6 ц/га к.ед. или 2%. Это свидетельствует о том, что по комплексу почвенных показателей свойства торфяных почв практически выровнялись с дерново-глеевой.

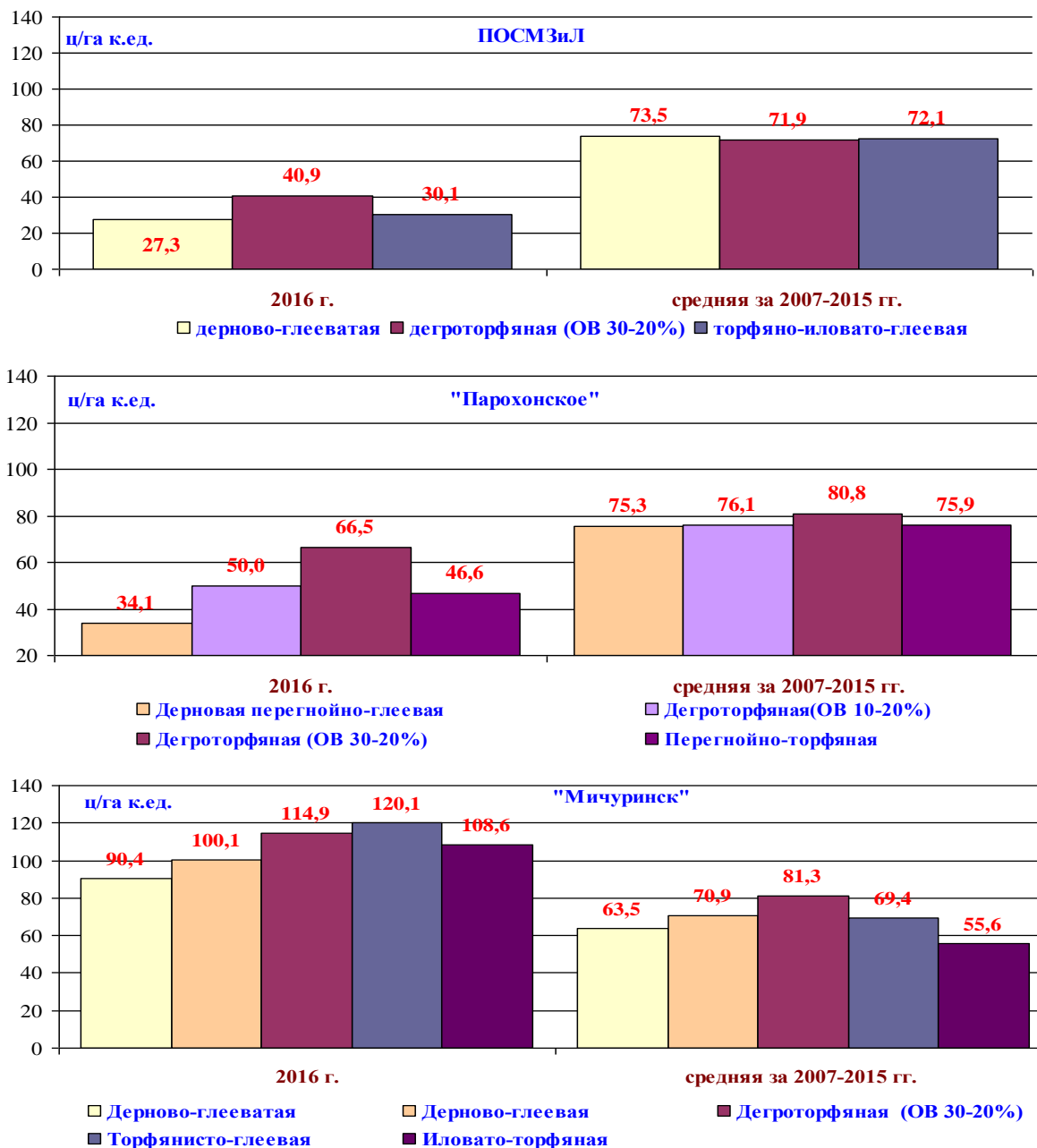


Рисунок 1.32 – Производительная способность почвенных разновидностей стационарных площадок мониторинговых наблюдений, ц/га к.ед.

На стационарной площадке «Парохонское» колебания производительной способности между почвенными разновидностями также не очень высокие – 6-7%. Это свидетельствует о хорошо отрегулированной работе мелиоративной системы, благодаря чему поддерживается необходимый для сельскохозяйственных культур УГВ.

Больше всего отличалась продуктивность сельскохозяйственных культур, полученная на почвенных разновидностях стационарной площадки «Мичуринск». На

дегроторфяной торфяно-минеральной почве (ОВ 30,0-20,1%) выход кормовых единиц составил 81,3 ц/га, что на 13-22% выше, чем на дерновых заболоченных и на 13-32%, чем на торфяных.

Результаты исследований, полученные в 2016 году, позволят разработать почвозащитные системы земледелия для эрозионноопасных агроландшафтов, обеспечивающие сохранение плодородия почв, предотвращение их эрозионной деградации и ухудшения состояния водных экосистем, а также послужат основой при разработке комплексной функциональной модели почвозащитной системы земледелия для Полесского региона.

*Почвенно-агрохимическое обследование сельскохозяйственных земель.* Для оценки изменения плодородия сельскохозяйственных земель и разработки мероприятий по поддержанию и повышению их плодородия в условиях интенсивного земледелия проводится агрохимическое обследование почв Республики Беларусь.

Крупномасштабное агрохимическое обследование почв сельскохозяйственных земель выполняется областными проектно-изыскательскими станциями по химизации сельского хозяйства (ОПИСХ) при методическом обеспечении и руководстве со стороны РУП «Институт почвоведения и агрохимии».

Материалы агрохимического обследования почв являются исходной информацией при разработке систем удобрений под сельскохозяйственные культуры, используются при составлении проектно-сметной документации по известкованию кислых почв, при разработке долгосрочных почвоулучшающих мероприятий, обновлении данных земельного кадастра, при планировании и разработке защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве на загрязненных радионуклидами землях.

Крупномасштабное агрохимическое обследование почв сельскохозяйственных земель проводится с 1965 года и носит плановый характер с периодичностью раз в четыре года. Обследование проводится на пашне, улучшенных сенокосах и пастбищах, многолетних насаждениях, а также на приусадебных участках, находящихся в полях севооборотов хозяйств. Определяются следующие показатели: рН в КС1, содержание гумуса, подвижные фосфор и калий, обменные кальций и магний, сера, содержание подвижных форм микроэлементов – цинка, бора и меди, содержание радионуклидов <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr.

Результаты агрохимического обследования почв по элементарным участкам верифицируются, накапливаются, обрабатываются и хранятся в электронных базах соответствующих ОПИСХ, а данные по республике – в РУП «Институт почвоведения и агрохимии».

В 2016 году были продолжены работы по проведению очередного 13 тура почвенно-агрохимического обследования (2013–2016 гг.). Были обследованы почвы сельскохозяйственных земель в 37-и районах Беларуси на общей площади 1802,8 тыс. га: Ганцевичский, Дрогичинский, Кобринский, Лунинецкий Брестской области; Бешенковичский, Верхнедвинский, Дубровенский, Ушачский, Чашникский, Шарковщинский Витебской области; Добрушский, Ельский, Лельчицкий, Речицкий, Светлогорский Гомельской области; Дятловский, Зельвенский, Островецкий, Ошмянский, Сморгонский Гродненской области; Борисовский, Вилейский, Дзержинский, Логойский, Любанский, Минский, Мядельский, Несвижский, Пуховичский, Солигорский, Стародорожский, Столбцовский Минской области; Бобруйский, Глусский, Мстиславский, Осиповичский, Славгородский Могилевской области.

Результаты агрохимического обследования почв сельскохозяйственных земель районов, для которых проводилось обследование в 2016 г., находятся в стадии обработки. Агрохимическая характеристика почв в разрезе районов и областей Республики Беларусь по результатам последнего тура обследования (2013–2016 гг.) будет приведена в обзоре за 2017 г.