3. МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Мониторинг подземных вод представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием подземных вод по гидрогеологическим, гидрохимическим и другим показателям, оценки и прогноза его изменения в целях своевременного выявления негативных процессов, предотвращения их вредных последствий и определения эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану подземных вод [14].

Объектами наблюдения при проведении мониторинга подземных вод в Беларуси являются грунтовые и артезианские подземные воды.

Отбор проб воды из наблюдательных скважин осуществлялся филиалом «Белорусская комплексная геологоразведочная экспедиция» Государственного предприятия «НПЦ по геологии». Химический анализ воды проводился аккредитованной лабораторией. Для проведения мониторинга подземных вод велись наблюдения на скважинах, которые включали замеры глубин залегания уровней и температуры подземных вод с частотой 3 раза в месяц и отбор проб воды на физико-химический анализ с частотой 1 раз в год.

В 2017 г. проводились на 96 гидрогеологических постах (далее – г/г пост) по 341 режимной наблюдательной скважине (рисунок 3.1, 3.2).

Плотность сети наблюдательных скважин на территории Беларуси в среднем на 1000 км^2 в период с 2015 г. по 2017 г. представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Плотность сети наблюдательных скважин по бассейнам рек (по состоянию на 2015-2017 гг.)

Бассейн реки	Количество наблюдательных скважин по состоянию			Площадь речного бассейна, км^2	Плотность сети скважин на 1000 км^2 по состоянию		
	2015	2016	2017		2015	2016	2017
Зап.Двина	27	29	29	33149	0,81	0,87	0,87
Неман	110	107	105	45530	2,42	2,35	2,31
Зап. Буг	51	51	50	9994	5,10	5,10	5,00
Днепр	88	82	83	67545	1,30	1,21	1,23
Припять	73	73	74	50899	1,43	1,43	1,45

Наиболее высокая плотность сети наблюдательных скважин характерна для бассейнов рек Западный Буг и Неман. Это обусловлено тем, что на территории данных речных бассейнов располагаются заповедные и природоохранные территории (Беловежская Пуща, Налибокская Пуща, курортная зона Нарочь и др.). Самая низкая плотность сети – в бассейне р. Западная Двина.

По речным бассейнам распределение гидрогеологических постов, следующее: р. Западная Двина – 9 г/г постов, р. Неман – 29 г/г постов, р. Западный Буг – 10 г/г постов, р. Днепр – 24 г/г поста и р. Припять – 24 г/г поста.

По областям режимная наблюдательная сеть распределяется следующим образом: Брестская обл.– 21 г/г пост, Витебская обл. – 14 г/г постов, Гомельская обл.– 21 г/г пост, Гродненская обл. – 10 г/г постов, Минская обл. – 25 г/г постов, Могилевская обл. – 5 г/г постов.

Оценка качества подземных вод в естественных условиях проводилась в соответствии с требованиями СанПиН 10-124 РБ 99 [15].

Химические анализы проб грунтовых и артезианских вод в 2017 г. проведены для 34 скважин, из них на 13 скважин - грунтовые воды и 21 скважина - артезианские воды.

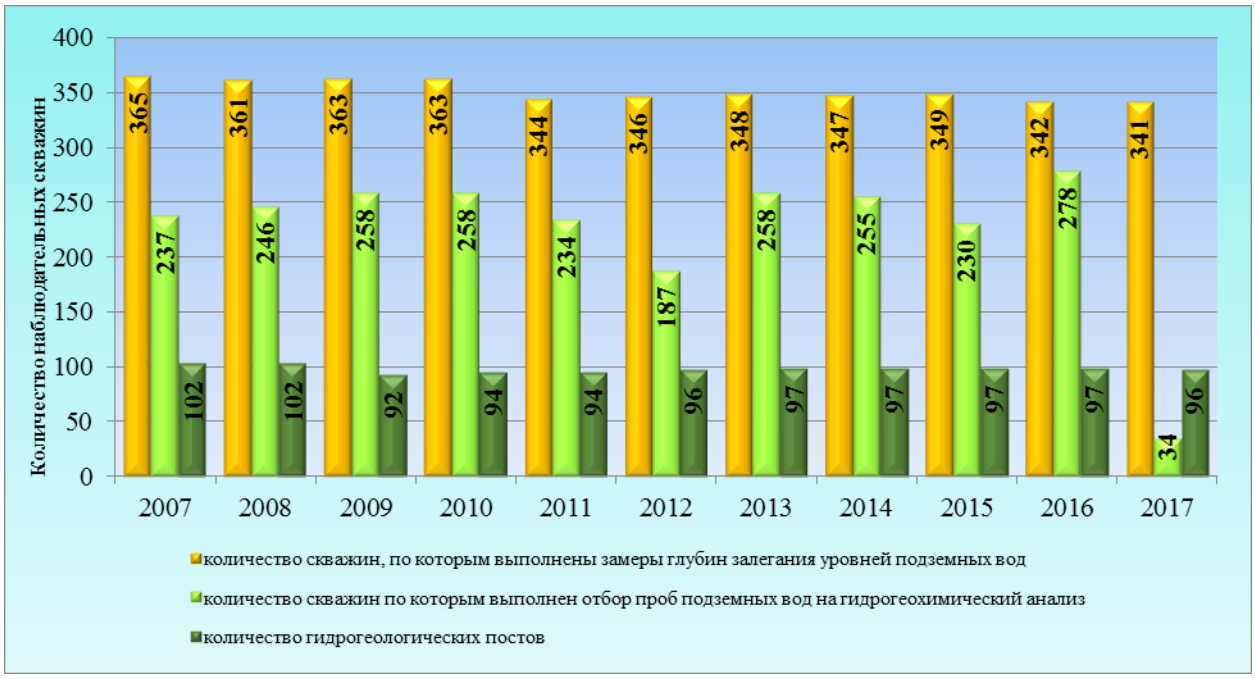


Рисунок 3.1 – Динамика количества скважин и гидрогеологических постов, на которых проводились мониторинговые наблюдения за гидродинамическим и гидрогеохимическим режимами подземных вод в 2007 – 2017 гг.

Наблюдательная сеть разделена на три ранга: национальный, фоновый и трансграничный. Каждый пункт наблюдения характеризует режим подземных вод определенного типа территории, что позволяет обоснованно экстраполировать результаты наблюдений по площади.

Фоновая сеть наблюдений предназначена для изучения естественного (фонового) режима подземных вод, являющегося исходным (эталонным) при оценке антропогенной нагрузки с учетом общей гидродинамической и гидрогеохимической зональности подземных вод. В результате анализа существующей сети режимные наблюдения в 2017 г. проводились по 21 действующему гидрогеологическому посту фонового ранга (75 скважин).

Национальная сеть наблюдений служит для изучения особенностей формирования подземных вод, обусловленных природными условиями конкретного региона и своеобразием проявлений техногенных изменений в подземной гидросфере. По результатам оценки существующей наблюдательной сети в 2017 г. выделено 57 действующих гидрогеологических постов национального ранга (202 скважины).

Трансграничная сеть наблюдений подземных вод предназначена для оценки состояния трансграничных водоносных горизонтов (комплексов) и особенностей их формирования на приграничных территориях.

В трансграничную ранга в 2017 г. включены 18 гидрогеологических постов (65 наблюдательных скважин). Выбраны эти пункты по следующим критериям: близкое расположение до государственной границы Республики Беларусь; минимальная антропогенная нагрузка; скважины оборудованы на различные водоносные горизонты (комплексы) для комплексной оценки трансграничного переноса.

Рисунок 3.2 – Карта-схема пунктов наблюдения за уровенным режимом и качеством подземных вод (по состоянию на 01.01.2018 г.)

Для повышения достоверности информации об уровенном режиме и температуре подземных вод по состоянию на 01.01.2018 на территории республики установлено 107 автоматических уровнемеров (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Распределение автоматических уровнемеров по речным бассейнам

Речной бассейн	**Количество уровнемеров (шт.)**
р. Днепр	48
р. Зап.Буг	10
р. Зап.Двина	6
р. Неман	30
р. Припять	13
ИТОГО:	**107**

В результате выполненного анализа гидрохимических данных, полученных за 2017 г. установлено, что:

качество подземных вод по содержанию в них основных макро- и микрокомпонентов в основном соответствует установленным требованиям СанПиН 10-124 РБ 99. Исключение составляют повышенные содержания железа и марганца и пониженные показатели фтора;

среднее содержание микрокомпонентов как в грунтовых, так и в артезианских водах определено в небольших количествах.

Физические свойства подземных вод речных бассейнов в основном соответствовали установленным нормативам (за исключением повышенного показателя по мутности в нескольких скважинах гидрогеологических постов: Хоновский – скважины 101, 103; Ситненский – скважины 215, 147; Летенецкий – скважина 729). Величина водородного показателя в грунтовых водах изменялась в диапазоне от 6,25 до 8,1 (при среднем pH=7,31 ед.), а в артезианских – от 6,83 до 8,42 (при среднем pH=7,73 ед.). Температурный режим грунтовых и артезианских вод при отборе проб находился в пределах от 6,5 С до 9 ^{o}С.

Гидродинамический режим подземных вод в 2017 г. изучался в пяти речных бассейнах, что позволило охарактеризовать гидродинамический режим на всей территории Республики Беларусь:

территория республики расположена в области сезонного весеннего и осеннего питания, соответственно этим сезонам в годовом ходе уровней грунтовых и артезианских вод отмечаются подъемы, сменяемые спадами;

на основе анализа сезонных изменений уровней подземных вод установлено, что в 2017 г. прослеживался общий подъем уровней как грунтовых, так и артезианских вод.

среднее повышение уровней подземных вод составило: бассейн р. Днепр – 0,08 м для грунтовых вод и 0,2 м для артезианских вод; бассейн р. Неман – 0,3 м для грунтовых вод и 0,2 м для артезианских вод; бассейн р. Припять – 0,3 м для грунтовых вод и 0,25 м для артезианских вод; бассейн р. Западная Двина – 0,17 м для грунтовых вод и 0,26 м для артезианских вод; бассейн р. Западный Буг – 0,42 м и 0,5 м для артезианских вод (рисунок 3.3, 3.4, 3.5).

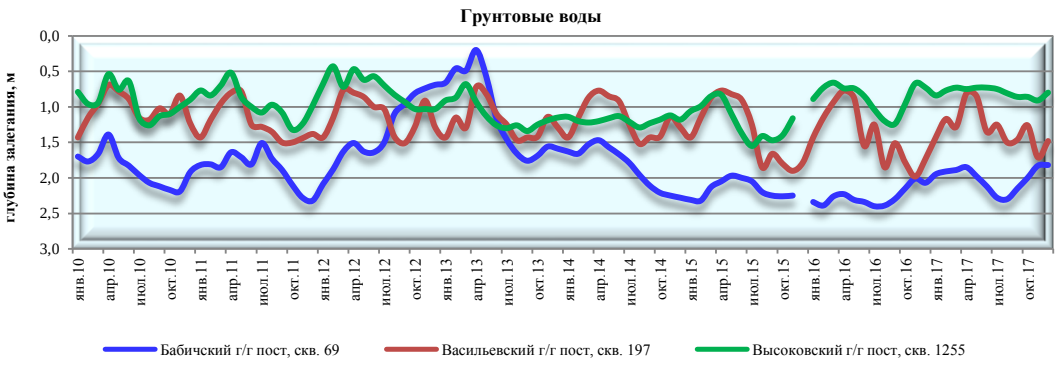
Детальный анализ гидродинамического и гидрохимического режимов подземных вод представлен на примерах наиболее характерных для каждого речного бассейна гидрогеологических постов. Для характеристики сезонных колебаний уровней подземных вод использованы данные среднемесячного распределения осадков по метеостанциям республики с сайта Белгидромета http://pogoda.by.

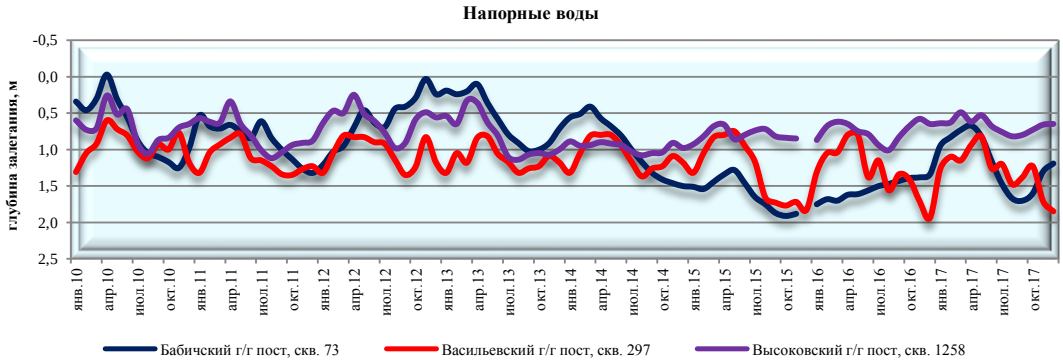
Таблица 3.3 – Выявленные превышения предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в подземных водах на гидрогеологических постах в 2017 г.

Наименование гидрогеологических постов	№ скв	Подземные воды	Темпе-ратура, оС	pH	Содержание веществ, мг/дм^3								Источники загрязнения (по результатам инспекторских наблюдений)
					Общ. жестк, мг-экв/дм^3	Общ. минерал. мг/дм^3	Окисляем. перманг. мгО$_2$/дм^3	Хлориды (Cl^-), мг/дм^3	Сульфаты (SO_4^{2-}), мг/дм^3	Нитраты (по NO_3), мг/дм^3	Аммиак (по азоту), мг/дм^3	Нитрит-ион, мг/дм^3	
				6,0-9,0	7,0	1000,0	5,0	350,0	500,0	45,0	2,0	3,3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Бассейн р. Днепр													
Высоковский	1256	грунтовые	7,5	7,67	6,37	569,23	2,4	30,5	28,4	7,8	**2,0***	0,20	Сельскохозяйственное загрязнение
Бассейн р. Припять													
Гороховский	720	напорные	8,0	7,64	6,47	544,35	**6,08***	5,0	4,1	0,2	0,1	<0,01	Сельскохозяйственное загрязнение
Летенецкий	729	напорные	8,0	6,83	1,79	153,55	**23,68***	4,0	<2,0	1,0	<0,1	<0,01	Природные г/г условия
Крестуновский	1333	напорные		7,0	3,81	388,25	**5,6**	13,0	2,1	0,3	0,1	<0,01	Природные г/г условия
Ситненский	147	напорные	8,0	7,47	5,04	429,80	**24,0***	3,5	<2,0	0,4	-	<0,01	Сельскохозяйственное загрязнение

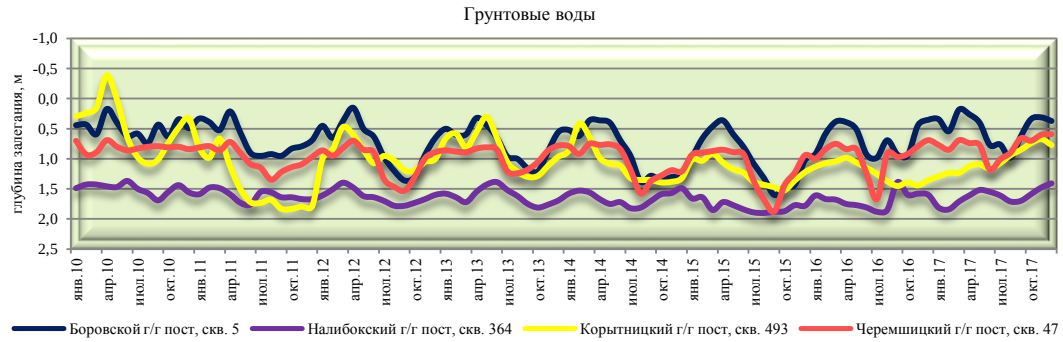
Примечание: *– выявленные превышения предельно допустимой концентрации (ПДК)

Бассейн р. Днепр





Бассейн р. Неман



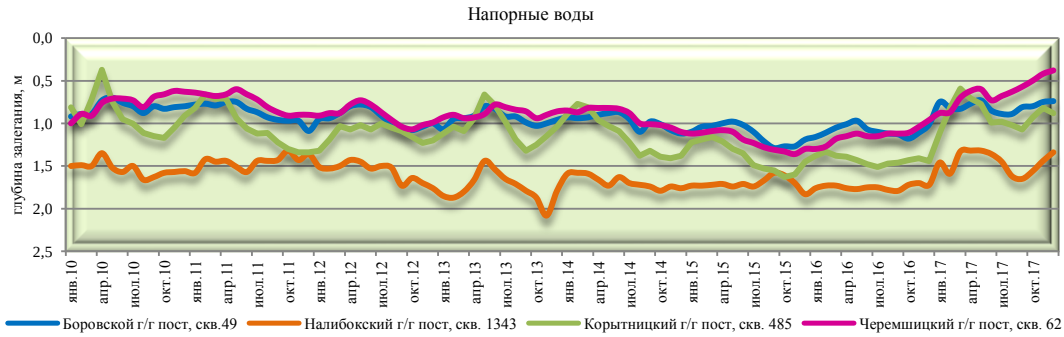
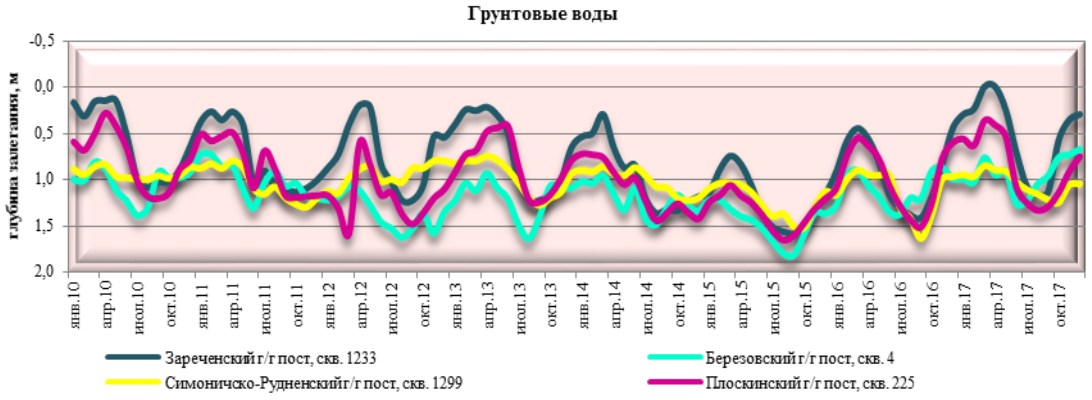
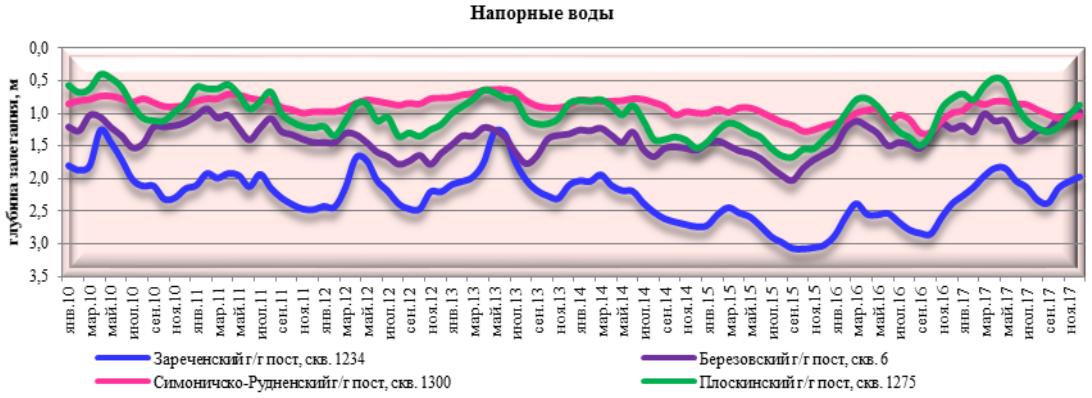


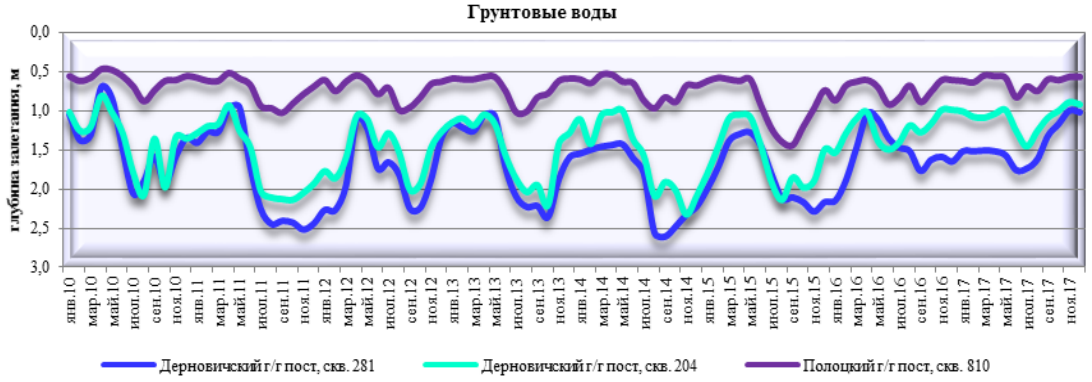
Рисунок 3.3 – Гидродинамический режим подземных вод по бассейнам р. Днепр и р. Неман

Бассейн р. Припять





Бассейн р. Западная Двина



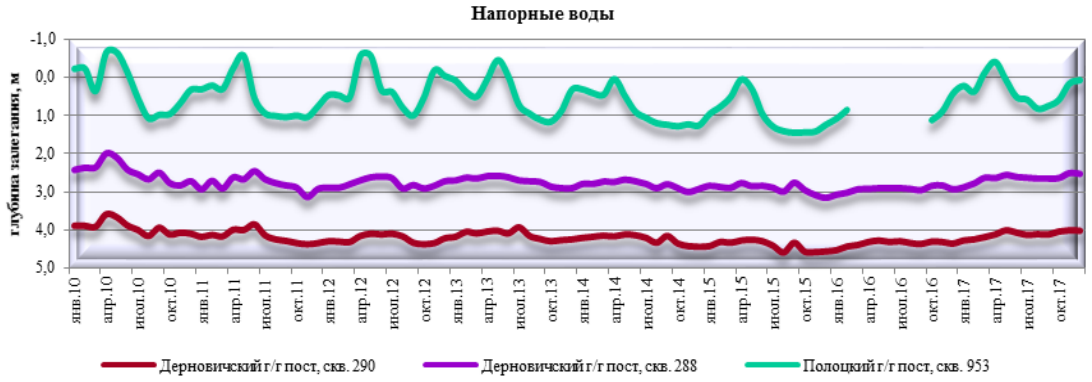


Рисунок 3.4 – Гидродинамический режим подземных вод
по бассейнам р. Припять и р. Западная Двина

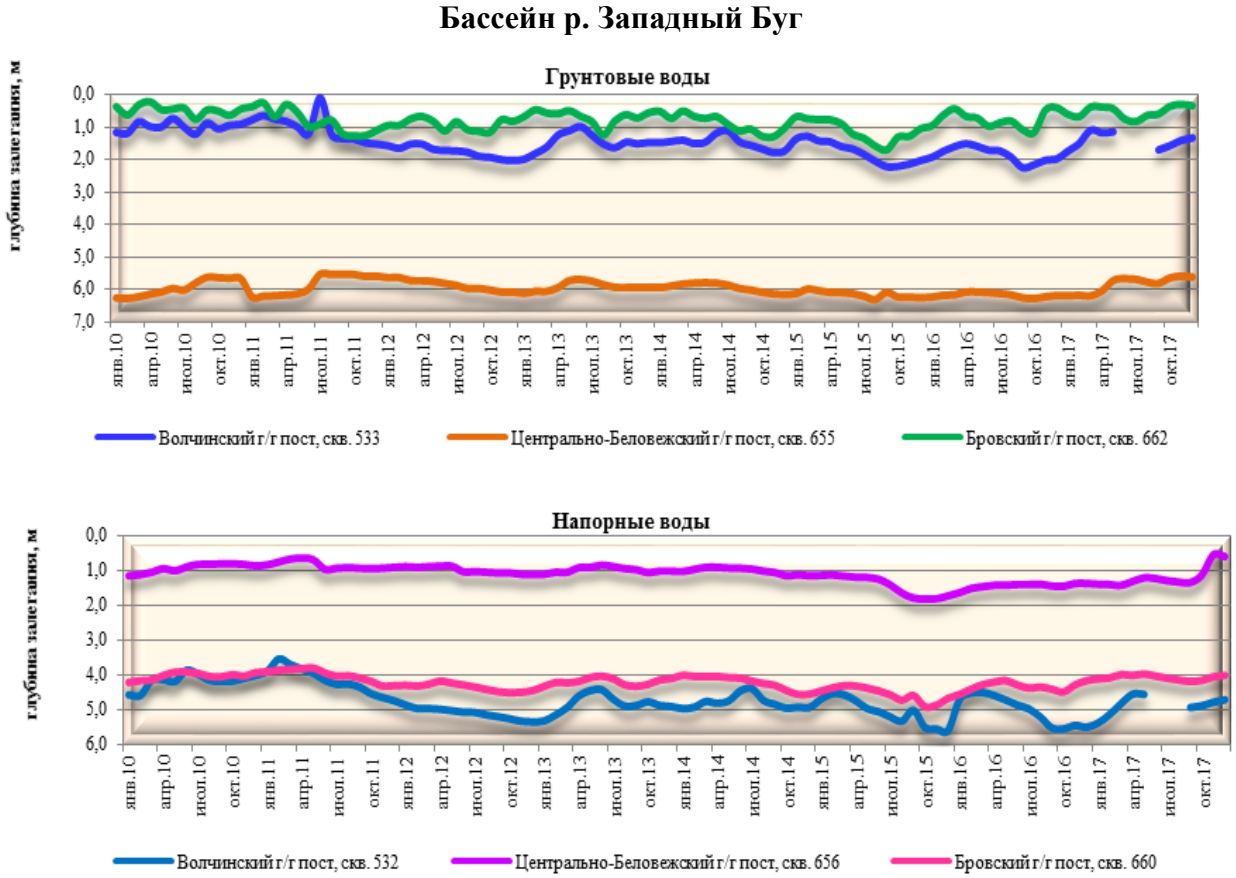


Рисунок 3.5 – Гидродинамический режим подземных вод по бассейну р. Западный Буг

Бассейн р. Западная Двина.

В бассейне р. Западная Двина в 2017 г. на физико-химический состав подземных вод было отобрано 2 пробы из скважин 280 Пашевичского и 282 Новодворского гидрогеологических постов. Обе скважины оборудованы на грунтовые воды – водоносный верхнепоозерский надморенный флювиогляциальный горизонт и слабоводоносный верхнепоозерский моренный комплекс.

Анализ качества подземных вод (макрокомпоненты). В 2017 г. значительного изменения качества подземных вод не выявлено. По величине водородного показателя воды нейтральные и слабощелочные от 7,55 до 7,70 ед. Величина общей жесткости изменяется в пределах 3,1 – 6,42 ммоль/дм^3, свидетельствуя о том, что в северо-западной части бассейна реки Западная Двина воды средней жесткости. Среднее содержание основных макрокомпонентов в целом невысокое, ниже предельно допустимых концентраций (рисунок 3.6).

Грунтовые воды бассейна р. Западная Двина. В результате выполненных в 2017 г наблюдений установлено, что грунтовые воды гидрокарбонатные магниево-кальциевые.

Содержание сухого остатка по бассейну изменялось в пределах от 156,0 до 409,0 мг/дм^3, хлоридов – от 13,0 до 35,0 мг/дм^3, сульфатов – от 8,2 до 16,0 мг/дм^3, нитратов – от 0,1 до 0,7 мг/дм^3, натрия – от 5,0 до 27,5 мг/дм^3, калия – от 0,80 до 2,3 мг/дм^3, азота аммонийного – <0,10 мг/дм^3.

Как показали данные режимных наблюдений, отклонений от установленных требований СанПиН 10-124 РБ 99 не выявлено. Все показатели изменяются в пределах фоновых значений.

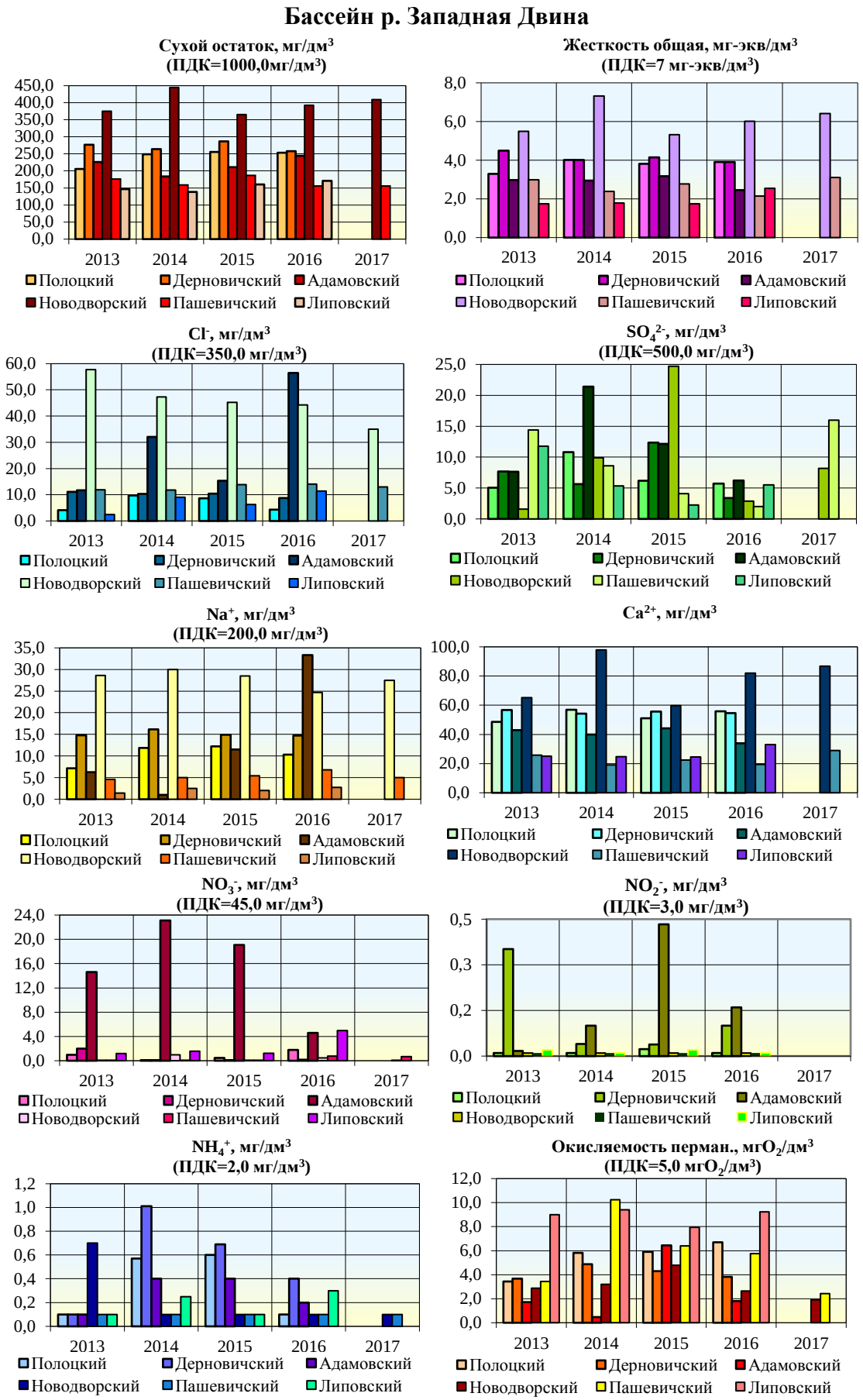


Рисунок 3.6 – Среднее содержание макрокомпонентов в подземных водах бассейна р. Западная Двина

Анализ качества подземных вод (микрокомпоненты). В 2017 г. изучение микрокомпонентного состава подземных вод бассейна р. Западная Двина выполнено по двум гидрогеологическим постам (2 наблюдательные скважины – скважина 280 Пашевичского гидрогеологического поста, скважина 282 Новодворского гидрогеологического поста).

Как показали результаты исследований, качество подземных вод по содержанию в них микрокомпонентов в основном соответствует требованиям СанПиН 10-124 РБ 99. Исключение составляют пониженные содержания фтора (от 0,08 до 0,16 мг/дм^3.

Остальные микрокомпоненты изменялись в следующих пределах: цинк – от 0,1705 до 0,3419 мг/дм^3, медь – от 0,004 до 0,0061 мг/дм^3, свинец – от <0,011 до 0,0175 мг/дм^3, бор – <0,05 мг/дм^3. Превышения ПДК по марганцу обусловлены влиянием природных гидрогеологических условий.

Температурный режим подземных вод при отборе проб находился в пределах от 7,0 до 7,5^{o}С.

Гидродинамический режим подземных вод в бассейне р. Западная Двина изучался на 9 гидрогеологических постах по 29 скважинам, из них 19 скважин оборудованы на грунтовые и 10 – на артезианские воды. Характеристика уровенного режима в бассейне р. Западная Двина представлена на примере сезонных (с января 2016 по декабрь 2017 г.) колебаний уровней подземных вод по скважинам Адамовского, Дерновичского, Полоцкого гидрогеологических постов (рисунок 3.7, 3.8).

Сезонный режим уровней грунтовых характеризуются наличием весеннего и осеннего подъемов и зимнего и летнего спадов.

По сравнению с аналогичным периодом 2016 г. положение уровня грунтовых вод в 2017 г. существенно не изменилось, лишь в отдельных скважинах наблюдалось некоторое повышение уровня грунтовых вод в годовом цикле в среднем на 0,2 – 0,6 м. Из анализа графиков видно, что прослеживается взаимосвязь между количеством атмосферных осадков и положением уровня грунтовых вод.

Минимальное положение уровня в 2017 г. приходилось, в основном, на летний период (июнь – август), за исключением Липовского поста, где наиболее низкое залегание уровня воды отмечалось в январе – феврале. Максимально высоко уровень грунтовых вод поднимался в апреле - мае.

Годовые амплитуды колебаний уровня грунтовых вод в 2017 г. изменялись в пределах от 0,15 до 0,83 м. Максимальные амплитуды отмечены на Липовском г/г посту (скважины 589 и 592) – 1,08 м и 1,12 м соответственно.

Температурный режим грунтовых вод за отчетный период характеризовался изменением температур от 5,3^{o}С до 12,7^{o}С.

Сезонный режим артезианских вод. В скважинах, оборудованных на артезианские воды, сезонный ход уровней аналогичен режиму грунтовых вод. В течение 2017 г. ход уровней артезианских вод в пределах бассейна также характеризовался наличием весеннего подъема и зимнего и летнего спадов. По сравнению с этим же периодом 2016 г. также как и в грунтовых водах наблюдалось повышение уровня артезианских вод в среднем на 0,5 м практически по всем скважинам г/г постов территории бассейна. Из графиков видно, что колебания уровней артезианских вод синхронны с изменениями уровней грунтовых вод. Это свидетельствует, в первую очередь, о хорошей гидравлической связи между водоносными горизонтами.

Годовые амплитуды колебаний уровня артезианских вод в 2017 г. в бассейне р. Западная Двина находились в пределах – от 0,17 до 0,59 м, за исключением Полоцкого г/г поста (скважина 953), где годовая амплитуда колебаний уровня воды составила 1,23 м.

Температурный режим артезианских вод за отчетный период характеризовался изменением температур от 6,6^{o}С до 8,0^{o}С.

Бассейн р. Западная Двина

Сезонный режим

Грунтовые воды

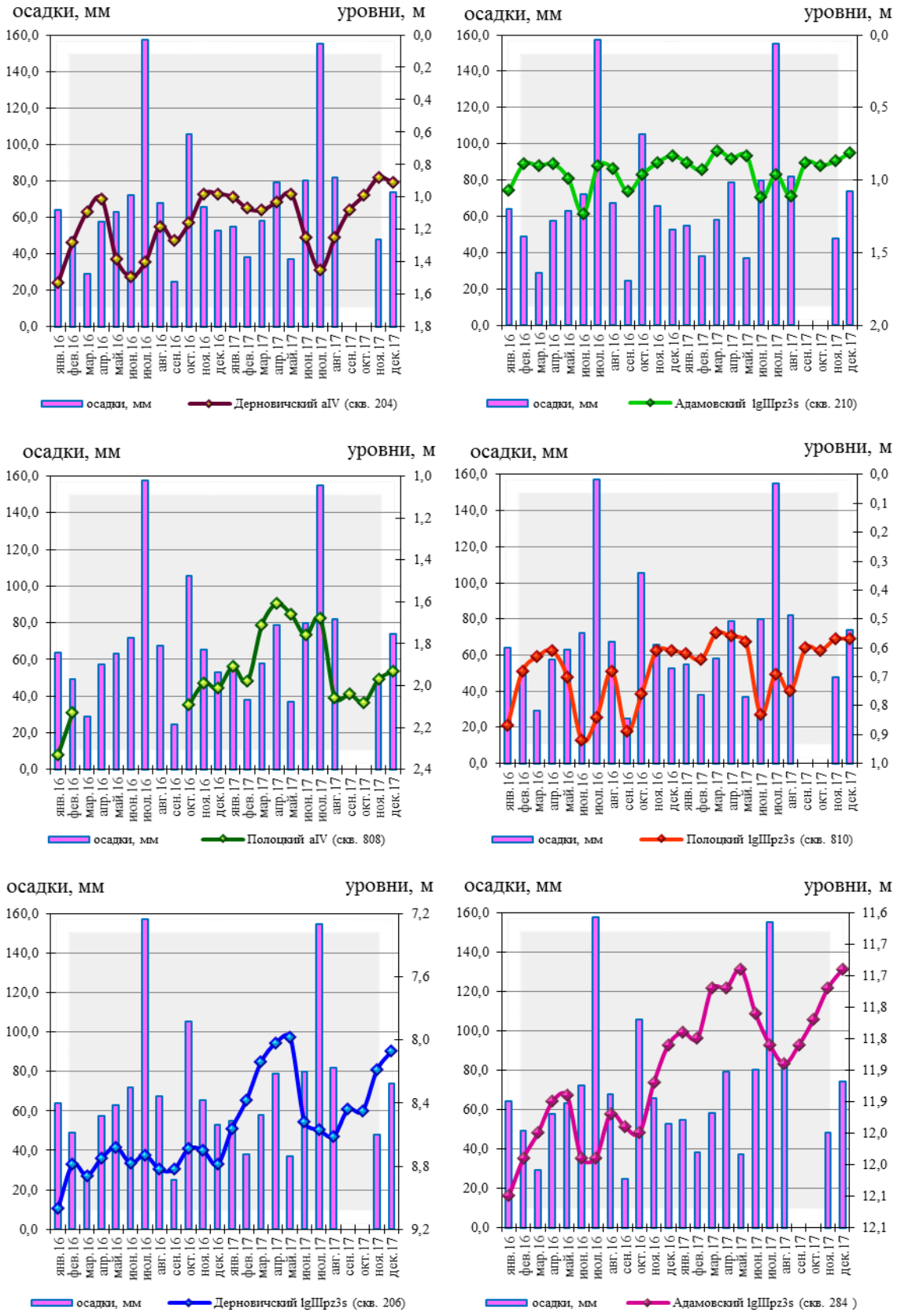


Рисунок 3.7 – Графики изменения сезонного режима уровней грунтовых вод в бассейне р. Западная Двина

Бассейн р. Западная Двина
Сезонный режим
Артезианские воды

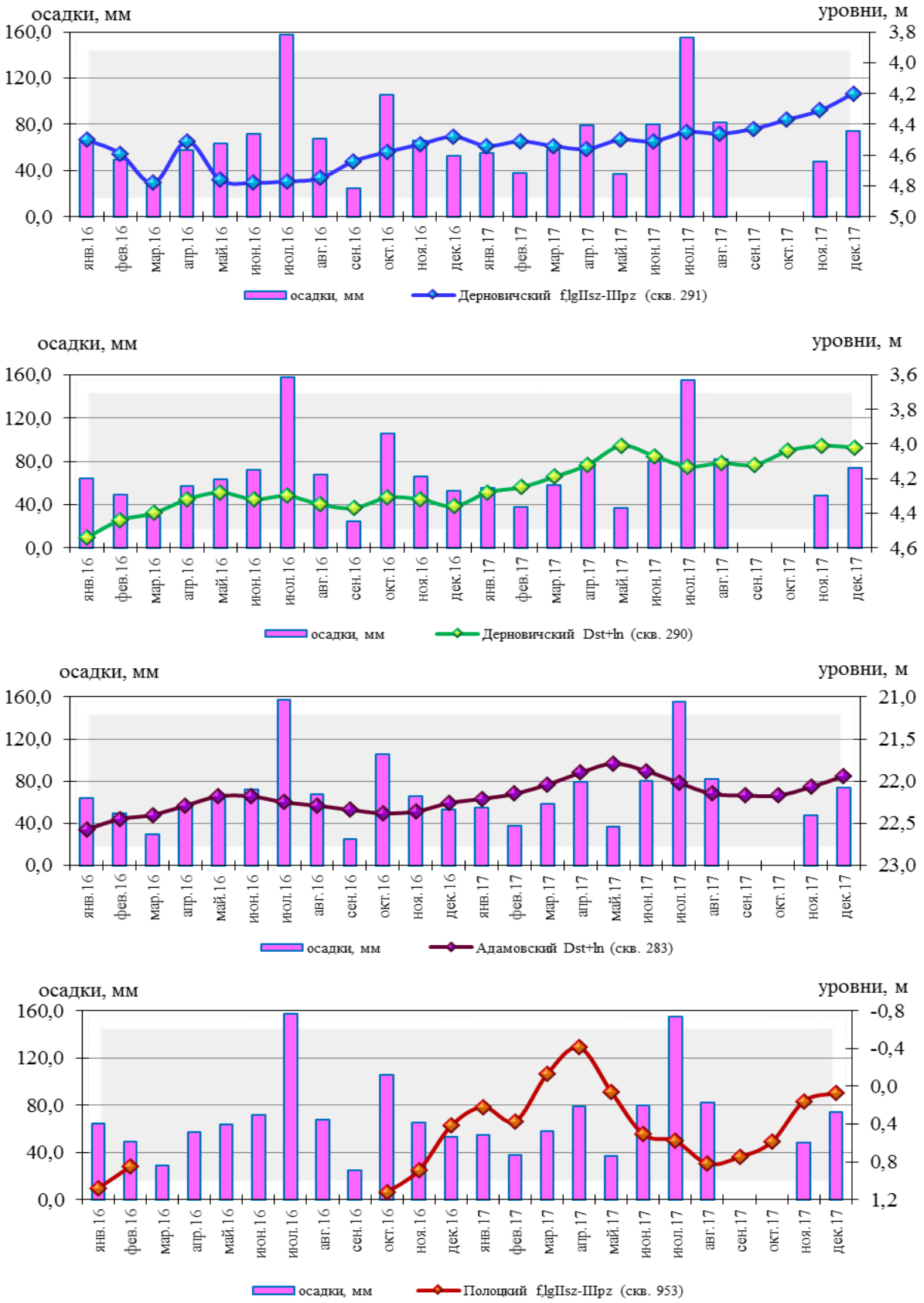


Рисунок 3.8 – Графики изменения сезонного режима уровней артезианских вод в бассейне р. Западная Двина

Бассейн р. Неман.

Гидродимамический режим подземных вод в 2017 г. в бассейне р. Неман изучался на основе данных, полученных по 29 г/г постам, которые включали 105 наблюдательных скважин, из них 44 скважины оборудованы на грунтовые и 61 – на артезианские воды.

Характеристика уровенного режима в бассейне р. Неман представлена на примере колебаний уровней подземных вод по скважинам Урлики-Швакшты, Антонинсбергского, Понемоньского, Сенищенского, Боровского, Черемшицкого, Мядельского, Шейпичского и Корытницкого г/г постов.

Сезонный режим грунтовых вод. Сезонные изменения уровня грунтовых вод по данным замеров в скважинах на территории бассейна р. Неман характеризуются наличием весеннего и осеннего подъемов и зимнего и летнего спадов. Минимальное положение уровня в 2017 г. приходилось, в основном, на январь-февраль и август, максимальное – на апрель - май. Годовые амплитуды колебаний уровней грунтовых вод за отчетный период в пределах бассейна р. Неман составили от 0,09 м до 0,65 – 0,76 м. Максимальные амплитуды отмечены на Бровском (скважина 5) и Мядельском (скважина 35) и Корытницком (скважина 492) г/г постах– 0,8 м – 0,81 м (рисунок 3.9).

Температурный режим грунтовых вод за отчетный период характеризовался изменением температур от 4,2 ^{o}C до 11,8 ^{o}C.

Сезонный режим артезианских вод. В скважинах, оборудованных на артезианские воды, сезонный ход уровней синхронен с режимом грунтовых вод, что свидетельствует о хорошей гидравлической связи между водоносными горизонтами. В отчетный период сезонный режим уровней артезианских вод в пределах бассейна также характеризовался наличием весеннего и осеннего подъемов и зимнего и летнего спадов. По сравнению с этим же периодом 2016 г. наблюдалось некоторое повышение уровня артезианских вод – 0,15 – 0,8 м (рисунок 3.10). Минимальное положение уровня в 2017 г. приходилось, в основном, на январь-февраль, максимальное – на апрель - май.

Годовые амплитуды колебаний уровня артезианских вод в 2017 г. в бассейне р. Неман находились в пределах – от 0,05-0,09 м до 0,82-1,54 м.

Температурный режим артезианских вод за отчетный период характеризовался изменением температур от 5,0 ^{o}C до 11,0 ^{o}C.

Бассейн р. Неман
Сезонный режим
Грунтовые воды

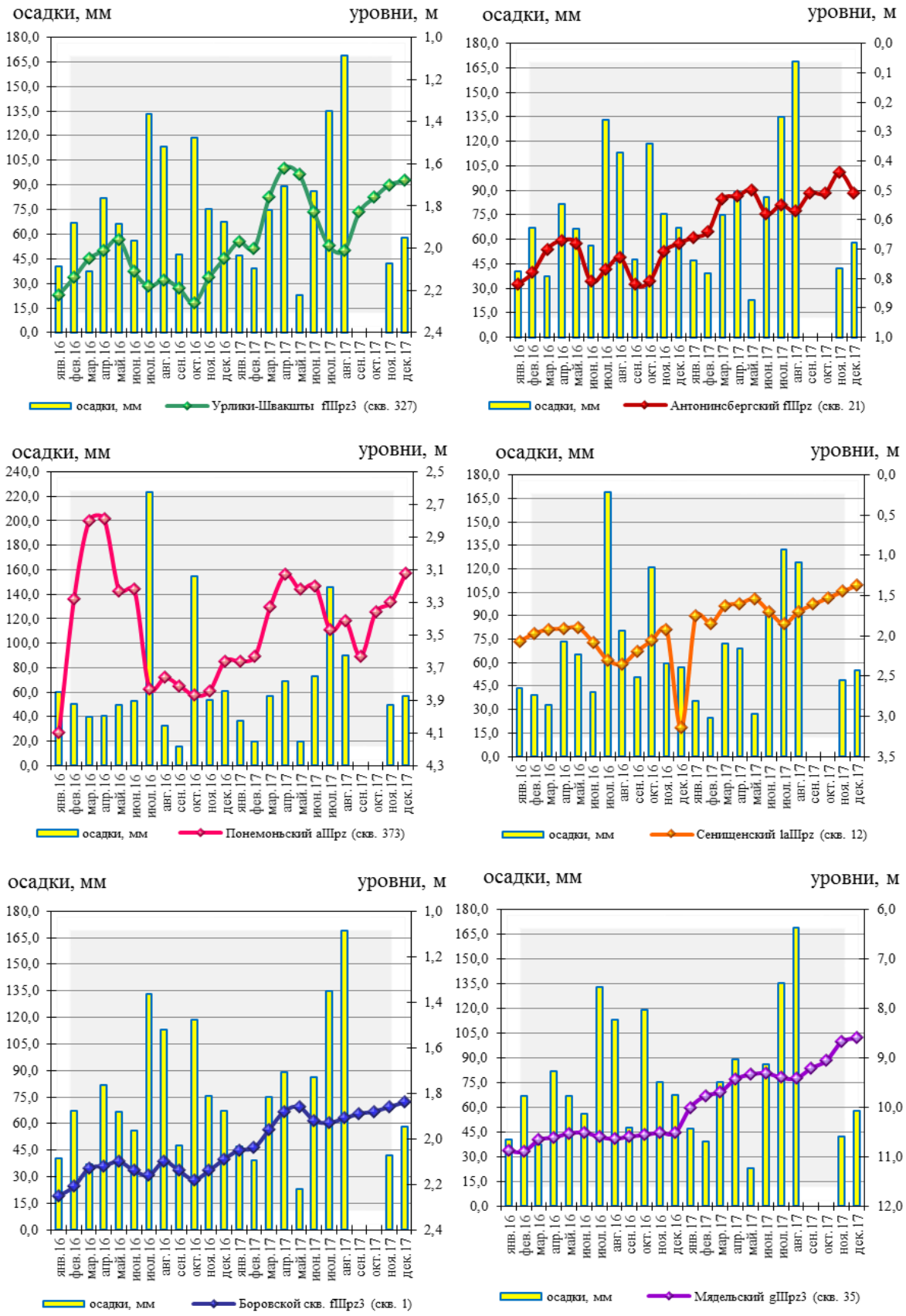


Рисунок 3.9 – Графики изменения сезонного режима уровней грунтовых вод в бассейне р. Неман

Бассейн р. Неман

Сезонный режим

Артезианские воды

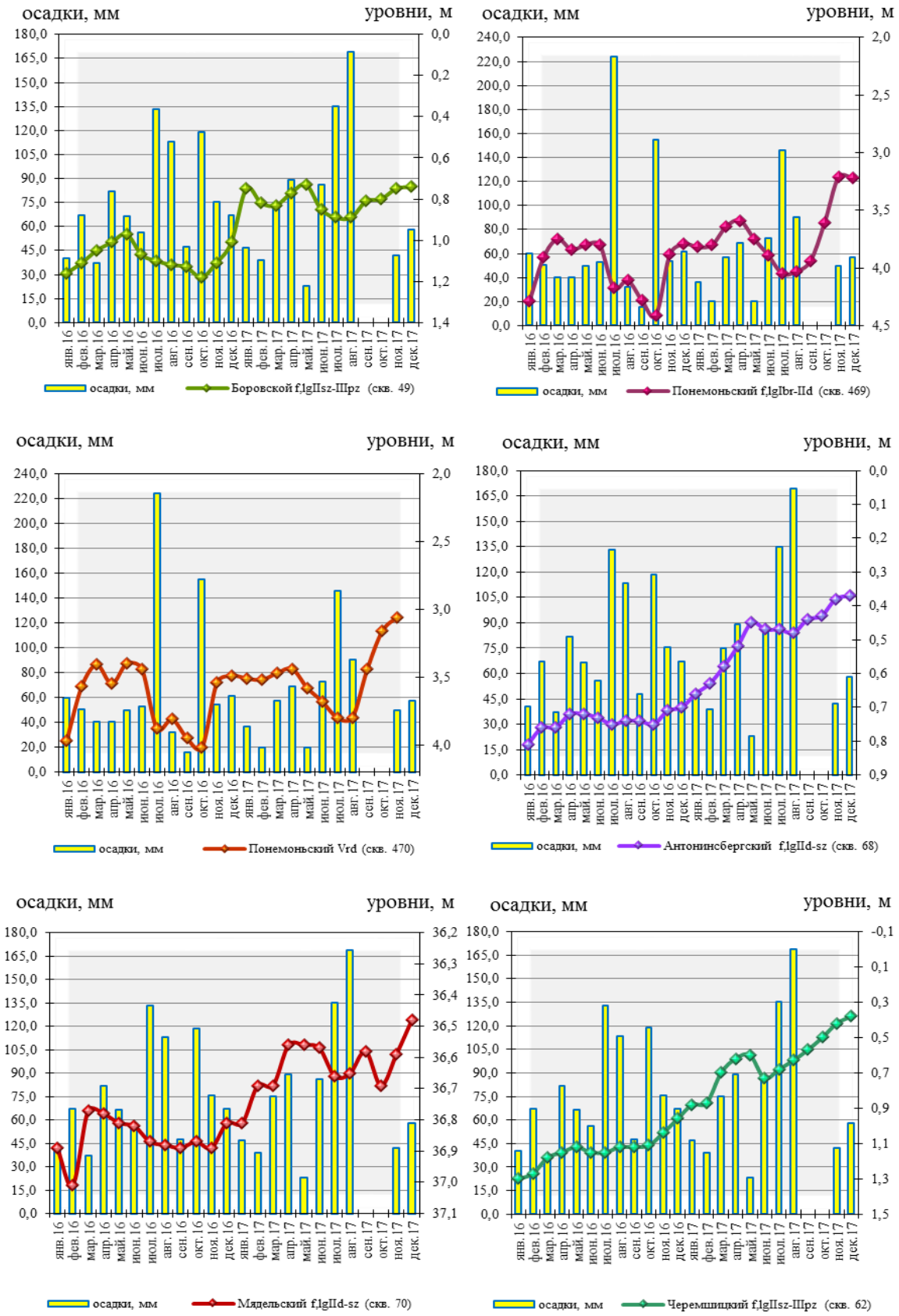


Рисунок 3.10 – Графики изменения сезонного режима уровней артезианских вод в бассейне р. Неман

Бассейн р. Днепр.

В бассейне р. Днепр наблюдения за качеством подземных вод в 2017 г. проводились по 5 гидрогеологическим постам (11 наблюдательных скважин).

Изучались подземные воды следующих водоносных горизонтов и комплексов: голоценового аллювиального, верхнепоозерского надморенного озерно-ледникового, верхнепоозерского надморенного флювиогляциального, сожского моренного, днепровского-сожского, березинского-днепровского водно-ледниковых комплексов и саргаевский терригенно-карбонатный комплекс верхнего девона.

Химический состав подземных вод (макрокомпоненты). Качество подземных вод в бассейне р. Днепр, в основном, соответствовало установленным нормам СанПиН 10-124 РБ 99. Согласно полученным данным, значительных изменений по химическому составу подземных вод не выявлено. Величина водородного показателя изменяется в пределах 7,0 – 8,12 ед., из чего следует, что воды бассейна обладают нейтральной и слабощелочной реакцией.

В бассейне р. Днепр показатель общей жесткости изменялся в пределах от 1,71 до 6,37 ммоль/дм^3, что свидетельствует о широком диапазоне изменения жесткости подземных вод (от мягких до умеренно жестких). Результаты анализов показали, что в 2017 г. содержание нитритов колебалось от <0,01 до 0,2 мг/дм^3. Показатели по аммиаку (по азоту) находились в диапазоне <0,10 – 2,0 мг/дм^3 (рисунок 3.11).

Грунтовые воды бассейна р. Днепр. Грунтовые воды, в основном, гидрокарбонатные кальциевые, реже хлоридно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые. Содержание сухого остатка изменялось в пределах от 158,0 до 404,0 мг/дм^3, хлоридов – от 3,0 до 38,5 мг/дм^3, сульфатов – от <2,0 до 30,9 мг/дм^3, нитратов – от <0,1 до 7,8 мг/дм^3, натрия – от 4,0 до 14,4 мг/дм^3, калия – от 0,5 до 16,0 мг/дм^3, кальция – от 21,4 до 85,7 мг/дм^3, магния – от 5,2 до 25,4 мг/дм^3, аммиака (по азоту) – от <0,1 до 2,0 мг/дм^3, нитритов – от 0,01 до 0,2 мг/дм^3.

Следует отметить, что на территории бассейна в грунтовых водах выявлено повышенное содержание (равное ПДК) по аммиаку (по азоту) в скважине 1256 Высоковского гидрогеологического поста, что обусловлено влиянием антропогенных факторов (сельхозугодья).

Артезианские воды бассейна р. Днепр, в основном, гидрокарбонатные магниево-кальциевые, значительно реже встречаются гидрокарбонатные кальциевые и хлоридно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые воды.

Содержание сухого остатка по бассейну изменялось в пределах от 102,0 до 329,0 мг/дм^3, хлоридов – от 2,0 до 17,0 мг/дм^3, сульфатов – от 6,6 до 40,7 мг/дм^3, нитратов – от <0,1 до 1,5 мг/дм^3, натрия – от 3,2 до 6,2 мг/дм^3, магния – от 5,8 до 22,8 мг/дм^3, кальция – от 24,6 до 78,2 мг/дм^3, аммиака (по азоту) – <0,1 мг/дм^3.

Анализ данных, полученных за 2017 г. показал, что качество артезианских вод, в основном, соответствовало установленным требованиям. Исключение составляет выявленные в 2-х скважинах (скважина 298 Старокойтинского и скважина 101 Хоновского гидрогеологических постов) превышения предельно допустимых концентраций по окиси кремния (по Si), обусловленные природными условиями.

Температурный режим подземных вод при отборе проб колебался в пределах от 6,5 до 8,0^{o}С.

Химический состав подземных вод (микрокомпоненты). В 2017 г. анализ микрокомпонентного состава подземных вод бассейна р. Днепр выполнен по скважине 1255 Высоковского гидрогеологического поста, оборудованной на грунтовые воды.

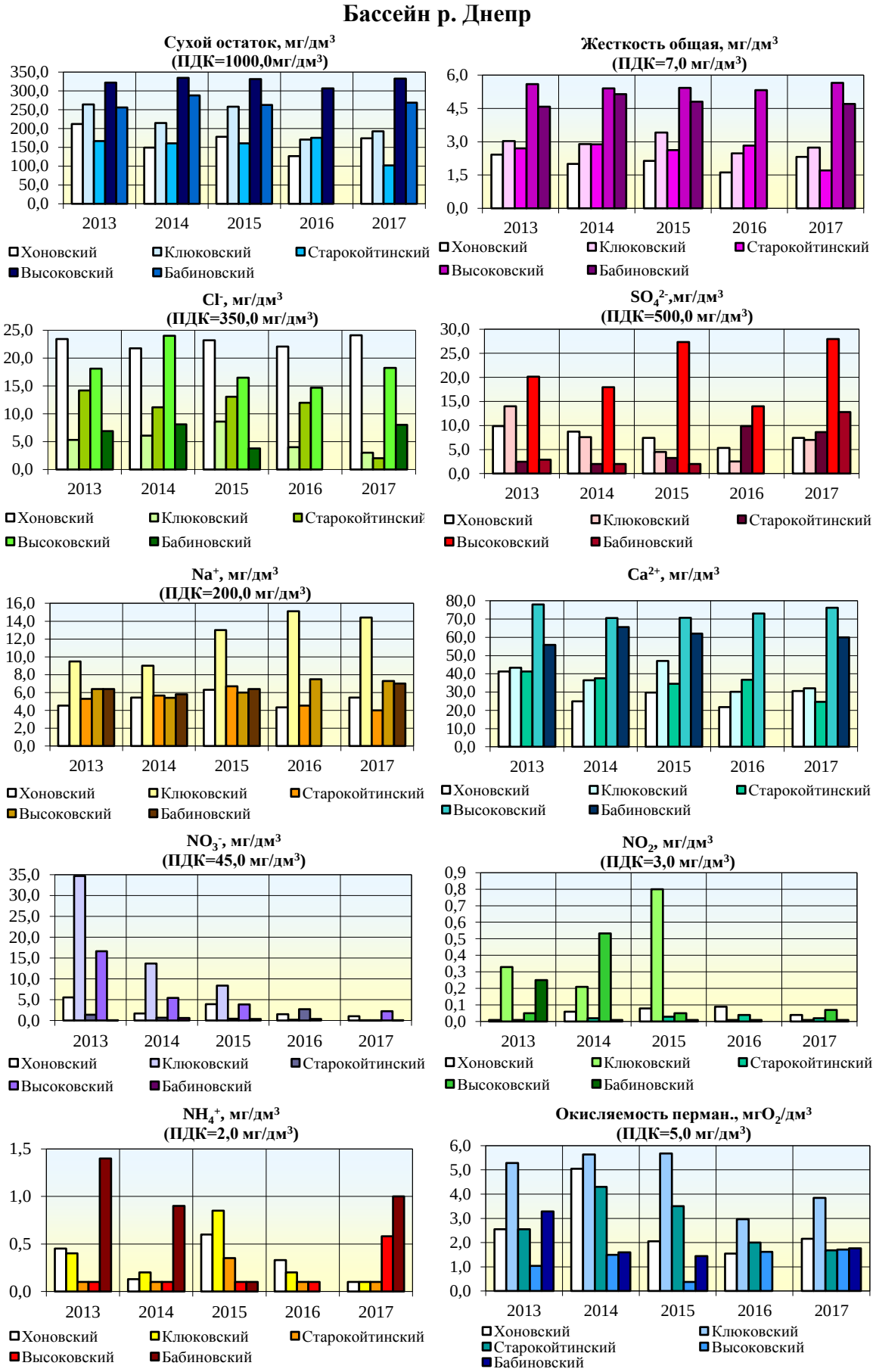


Рисунок 3.11 – Среднее содержание макрокомпонентов в подземных водах бассейна р. Днепр

Как показывают результаты исследований, качество подземных вод по содержанию в них микрокомпонентов соответствует требованиям СанПиН 10-124 РБ 99. Исключение составили пониженное содержание фтора (0,12 мг/дм^3), а также высокое содержание марганца (0,17 мг/дм^3). Остальные микрокомпоненты не превышали установленные нормы: цинк – 0,0248 мг/дм^3, медь – 0,0025 мг/дм^3, свинец – 0,0165 мг/дм^3, полифосфатов – 0,01 мг/дм^3. Содержание бора не превысило 0,05 мг/дм^3, кадмий – 0,001 мг/дм^3.

Гидродинамический режим подземных вод в бассейне р. Днепр изучался на 24 гидрогеологических постах. Наблюдения проводились по 83 скважинам, из них 44 скважины оборудованы на грунтовые и 39 – на артезианские воды.

Характеристика сезонных изменений уровней грунтовых и артезианских вод за отчетный период представлена по скважинам Михайловского, Васильевского, Остерского, Логойского, Новолучевского, Сверженьского г/г постов (рисунок 3.12, 3.13).

Сезонный режим грунтовых вод. В сезонных колебаниях уровней грунтовых вод в бассейне р. Днепр в 2017 г четко прослеживался весенний подъем, достигающий максимальных значений, в основном, в марте – апреле и летне-осенний спад. Наиболее низкое положение уровней грунтовых вод отмечалось в зимние месяцы – январь-февраль.

Из анализа графиков следует, что по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года в скважине 601 Михайловского, в скважине 607 Логойского, в скважине 396 Новолучевского г/г постов среднегодовой уровень грунтовых вод остался примерно на тех же глубинах. Отмечалось повышение уровня воды в скважине 606 Логойского г/г поста – на 0,9 м и небольшое снижение – на 0,1 – 0,2 м в скважине 401 Сверженского, в скважине 198 Васильевского, в скважине 266 Остерского г/г постов.

Годовые амплитуды колебаний уровней грунтовых вод в отчетный период в бассейне р. Днепр составили от 0,06 м до 1,0 м –1,18 м. Максимальная амплитуда отмечена на Сверженском г/г посту (скважина 401) – 1,64 м.

Температурный режим грунтовых вод за отчетный период характеризовался изменением температур от 4,9 ^{o}С до 11,3 ^{o}С.

Сезонный режим артезианских вод. В 2017 г. характеризовался наличием весеннего подъема и зимнего и летне-осеннего спада.

Сравнивая аналогичные периоды 2016 г. и 2017 г., можно сказать, что по данным замеров в скважинах гидрогеологических постов бассейна среднегодовая глубина залегания уровня артезианских вод практически не изменилась. В скважине 624 Михайловского, в скважине 1251 Каничского, в скважине 397 Литвиновичского г/г постов отмечалось некоторое снижение уровня воды (на 0,1 – 0,4 м). Исключение составили скважина 618 Логойского, скважина 424 Антоновского, и скважина 404 Сверженского г/г постов, где уровень артезианских вод повысился на 0,15 – 0,4 м.

Минимальное положение уровня в 2017 г. приходилось, в основном, на февраль и август, максимальное – на апрель – май. Годовые амплитуды колебаний уровня артезианских вод в 2017 г. в бассейне р. Днепр находились в пределах – от 0,05 - 0,09 м до 1,36 - 1,52 м.

Температурный режим артезианских вод за отчетный период характеризовался изменением температур от 5,0 ^{o}С до 14,3 ^{o}С.

Бассейн р. Днепр
Сезонный режим
Грунтовые воды

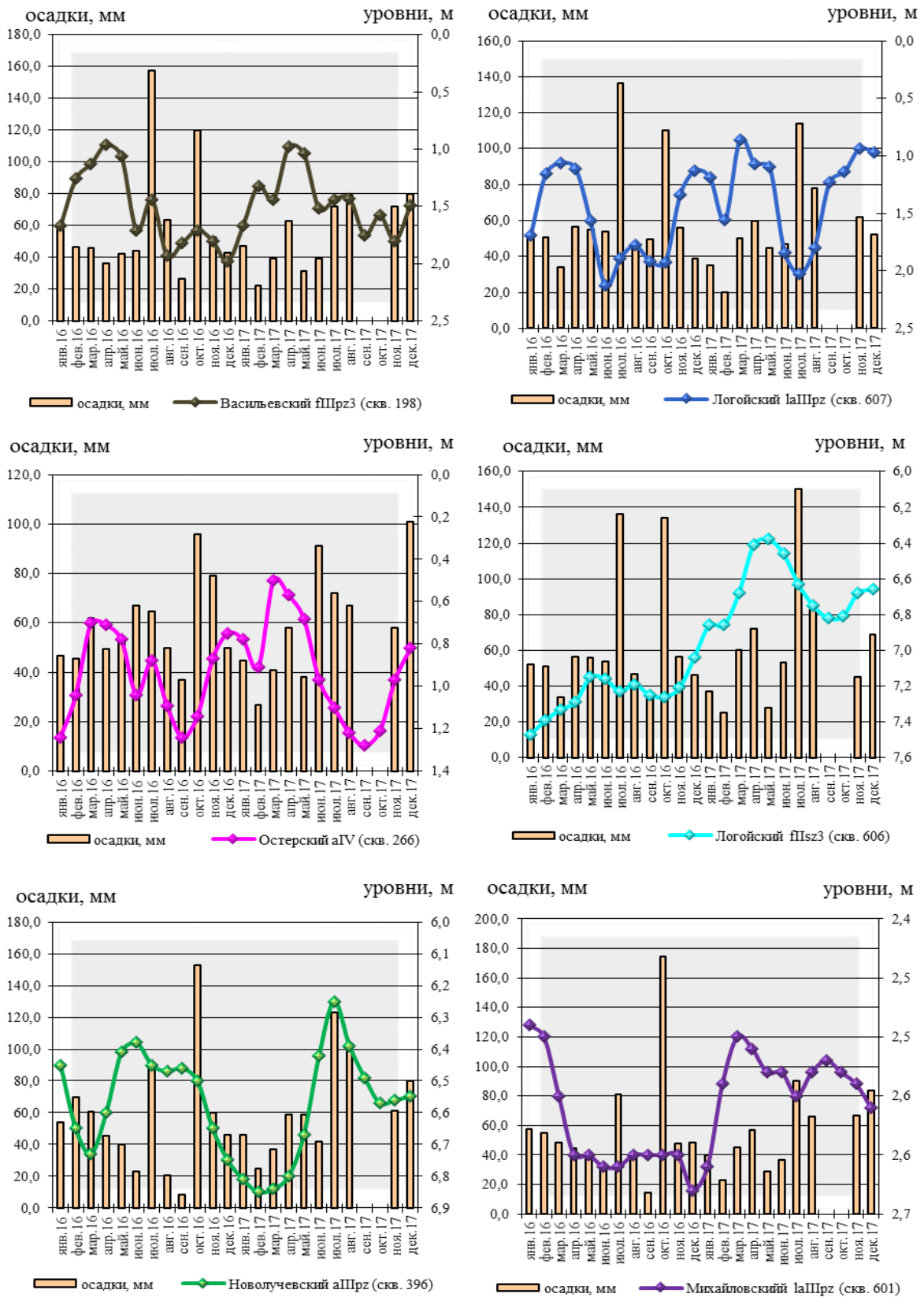


Рисунок 3.12 – Графики изменения сезонного режима уровней грунтовых вод в бассейне р. Днепр

Бассейн р. Днепр
Сезонный режим
Артезианские воды

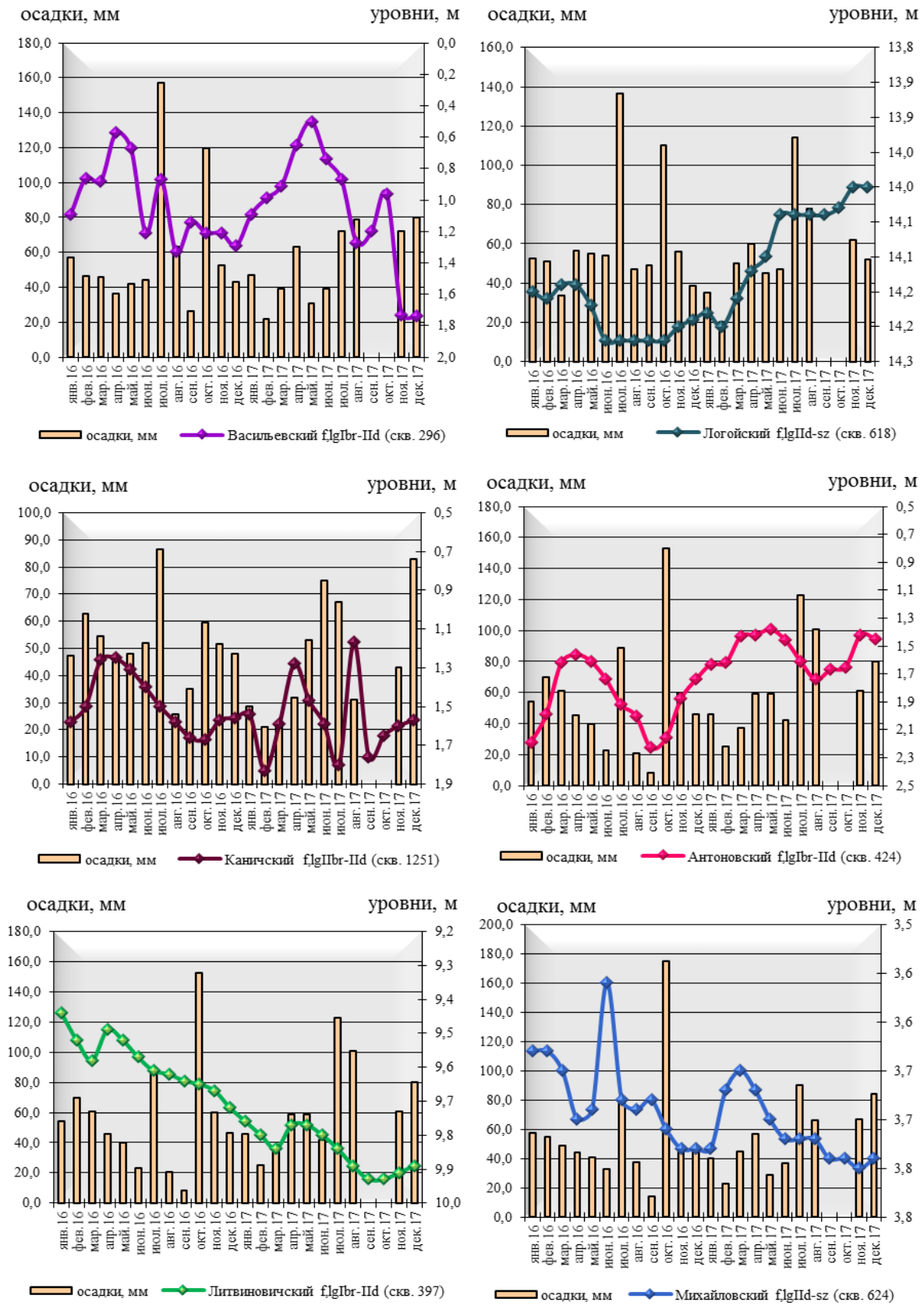


Рисунок 3.13 – Графики изменения сезонного режима уровней артезианских вод в бассейне р. Днепр

Бассейн р. Припять.

На территории бассейна р. Припять качество подземных вод в 2017 г. изучалось по 10 гидрогеологическим постам (21-ой наблюдательной скважине).

Анализ качества подземных вод проводился по грунтовым и артезианским водоносным горизонтам и комплексам. В бассейне р. Припять изучались грунтовые воды следующих водоносных горизонтов (комплексов): поозерского аллювиального, сожского надморенного флювиогляциального. Артезианские воды представлены: слабоводоносным сожским моренным, водоносным днепровским-сожским водно-ледниковым, водоносным березинским-днепровским водно-ледниковым, водоносным олигоценовый и неогеновым, водоносным киевским терригенным, водоносным туронским карбонатным, водоносным пинским терригенным горизонтами и комплексами.

Анализ качества подземных вод (макрокомпоненты). Качество подземных вод в бассейне р. Припять в основном соответствует установленным нормам СанПиН 10-124 РБ 99. Значительных изменений по химическому составу подземных вод не выявлено.

Величина водородного показателя в 2017 г. составила 5,8 – 8,42 ед., из чего следует, что воды бассейна нейтральные, слабощелочные. Показатель общей жесткости изменялся в пределах от 0,82 до 6,47 ммоль/дм^3, что свидетельствует о распространении мягких и средней жесткости подземных вод в бассейне р. Припять (рисунок 3.14).

Грунтовые воды бассейна р. Припять в основном гидрокарбонатные магниево-кальциевые и гидрокарбонатные кальциевые. Содержание сухого остатка в бассейне изменялся в диапазоне от 42,0 до 124,0 мг/дм^3, хлоридов – от 4,0 до 15,5 мг/дм^3, сульфатов – от <2,0 до 44,9 мг/дм^3, нитратов – от 0,4 до 1,1 мг/дм^3, нитритов – от <0,01 до 0,05 мг/дм^3.

Катионный состав вод изменялся в следующих пределах: натрий – от 2,8 до 6,8 мг/дм^3, калий – от 1,1 до 6,7 мг/дм^3, кальций – от 6,6 до 18,6 мг/дм^3, магний – от <0,1 до 4,6 мг/дм^3, аммиак (по азоту) – от <0,1 до 0,2 мг/дм^3.

Как показали данные режимных наблюдений, в грунтовых водах бассейна р. Припять, опробованных в 2017 г., превышений ПДК не выявлено.

Артезианские воды бассейна р. Припять по химическому составу, главным образом, гидрокарбонатные магниево-кальциевые и гидрокарбонатные кальциевые. Содержание сухого остатка по бассейну изменялось в пределах от 32,0 до 500,0 мг/дм^3, хлоридов – от 3,5 до 92,9 мг/дм^3, сульфатов – от <2,0 до 113,6 мг/дм^3, нитратов – от 0,1 до 35,5 мг/дм^3, натрия – от 2,0 до 27,5 мг/дм^3, магния – от 2,7 до 22,5 мг/дм^3, кальция – от 5,5 до 96,1 мг/дм^3, калия – от 0,7 до 4,4°мг/дм^3, аммиака (по азоту) от <0,1 до 1,5 мг/дм^3.
Анализ данных, полученных за 2017 г. показал, что больше всего превышений выявлено по окисляемости перманганатной и окиси кремния (по Si). Превышения ПДК по окисляемости перманганатной (в 1,12 – 4,8 раза) зафиксированы в скважинах 720 Гороховского, 729 Летенецкого, 147 Ситненского, 1333 Крестуновского гидрогеологических постов. Превышающие ПДК значения по окиси кремния (по Si) установлены в скважинах 977 Быковского, 720, 721 Гороховского, 729 Летенецкого, 147 Ситненского, 99 Старобинского гидрогеологических постов. Такие показатели по данным компонентам обусловлены влиянием как природных, так и антропогенных факторов (сельскохозяйственное загрязнение).

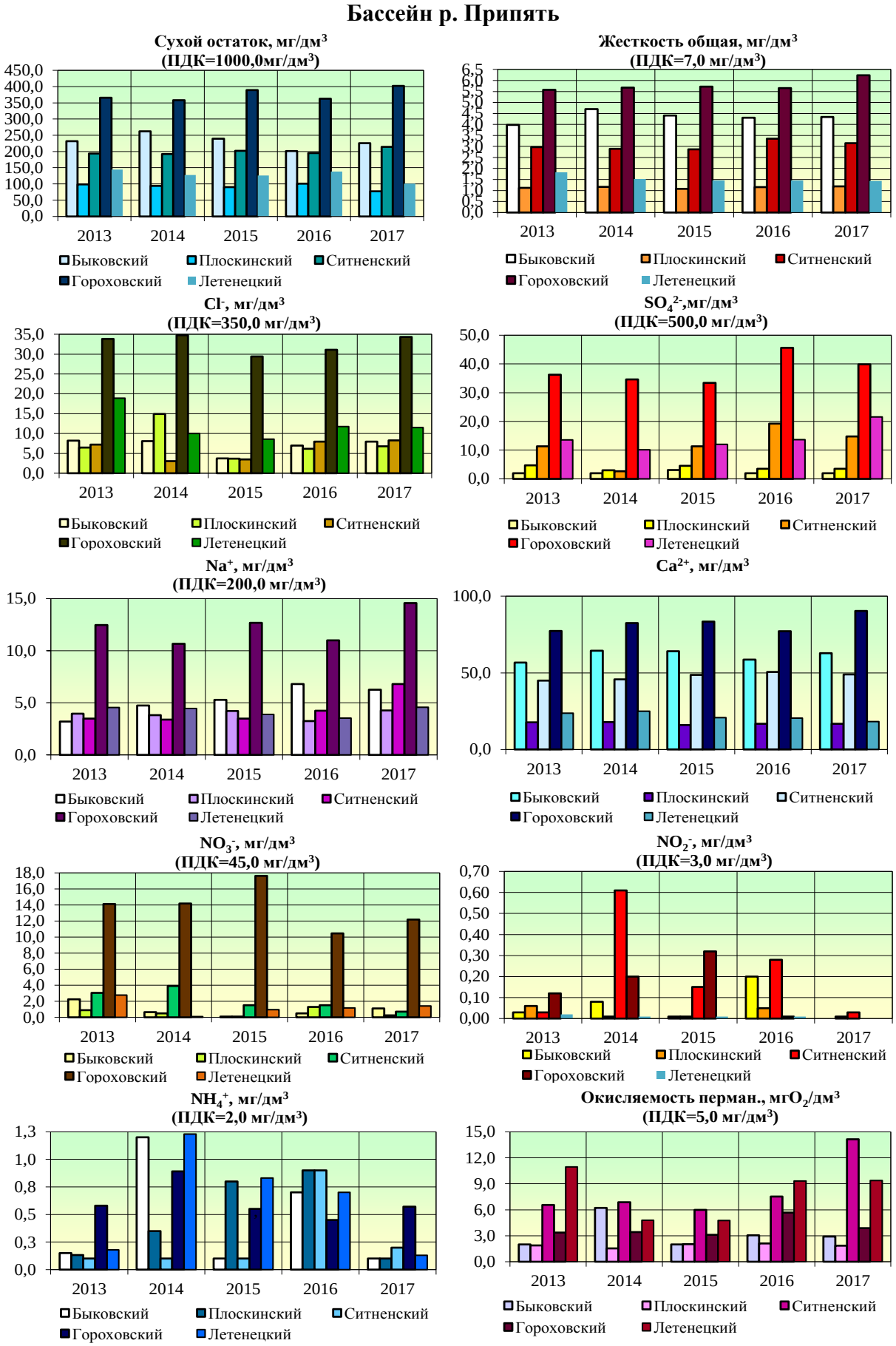


Рисунок 3.14 – Среднее содержание макрокомпонентов в подземных водах бассейна р. Припять

Анализ качества подземных вод (микрокомпоненты). Микрокомпонентный состав подземных вод бассейна р. Припять в 2017 г. изучался по 3 скважинам Гороховского (скважина 722), Летенецкого (скважина 729), Плоскинского (скважина 1279) гидрогеологических постов. Исследования показали, что качество подземных вод по содержанию в них микрокомпонентов соответствует требованиям СанПиН 10-124 РБ 99, за исключением пониженного содержания фтора в 2-х скважинах (скважина 722 Гороховского гидрогеологического поста – 0,09 мг/дм^3, и скважина 1279 Плоскинского гидрогеологического поста – 0,23 мг/дм^3) и повышенного содержания марганца (0,71 мг/дм^3) в скважине 729 Летенецкого гидрогеологического поста. Остальные микрокомпоненты изменялись в следующих пределах: цинк – от 0,0049 до 0,0774 мг/дм^3, медь – от 0,00125 до 0,0034 мг/дм^3, свинец – от <0,005 до 0,0178 мг/дм^3, бор – <0,05 мг/дм^3, кадмий –<0,001 мг/дм^3, полифосфаты – от <0,01 до 0,12 мг/дм^3.

Температурный режим подземных вод при отборе проб колебался в пределах от 6,5 до 9,0 ^{o}С.

Гидродинамический режим подземных вод в бассейне р. Припять изучался по 24 гидрогеологическим постам. Уровни подземных вод замерялись по 74 скважинам, 13 из которых оборудованы на грунтовые воды, а 60 – на артезианские.

Графическая обработка уровенного режима подземных вод бассейна р. Припять выполнена на примере скважин Пинского, Зареченского, Березовского, Плоскинского, Александровского, Бережновского, Туровского, Снядинского, Хлупинского г/г постов (рисунок 3.15, 3.16).

Сезонный режим грунтовых вод практически по всем скважинам г/г постов в бассейне р. Припять характеризуются наличием весеннего и осеннего подъемов и зимнего и летнего спадов. Исключение составляет скважина 30 Пинского г/г поста, где прослеживалось постепенное снижение уровня воды в период с января до сентября. Данная скважина расположена вблизи болота, уровень воды в ней в отчетный период находился на меньшей глубине от земли (на глубинах 0,77 – 1,32 м), чем в других скважинах этого же поста, поэтому на нее в большей степени оказывают влияние метеорологические факторы (в частности, более интенсивное испарение), чем на другие скважины.

Как видно из графиков, по сравнению с этим же периодом 2016 г. уровень грунтовых вод повысился на 0,2 – 0,5 м в скважинах Березовского, Александровского и Зареченского г/г постов. Небольшое снижение уровня грунтовых вод (на 0,05 м – 0,15 м) отмечалось в скважинах 30 и 31 Пинского, скважине 225 Плоскинского г/г постов. Минимальное положение уровня грунтовых вод приходилось на февраль, июнь, сентябрь, максимальное – в основном, на весь весенний период (март – май).

Бассейн р. Припять
Сезонный режим
Грунтовые воды

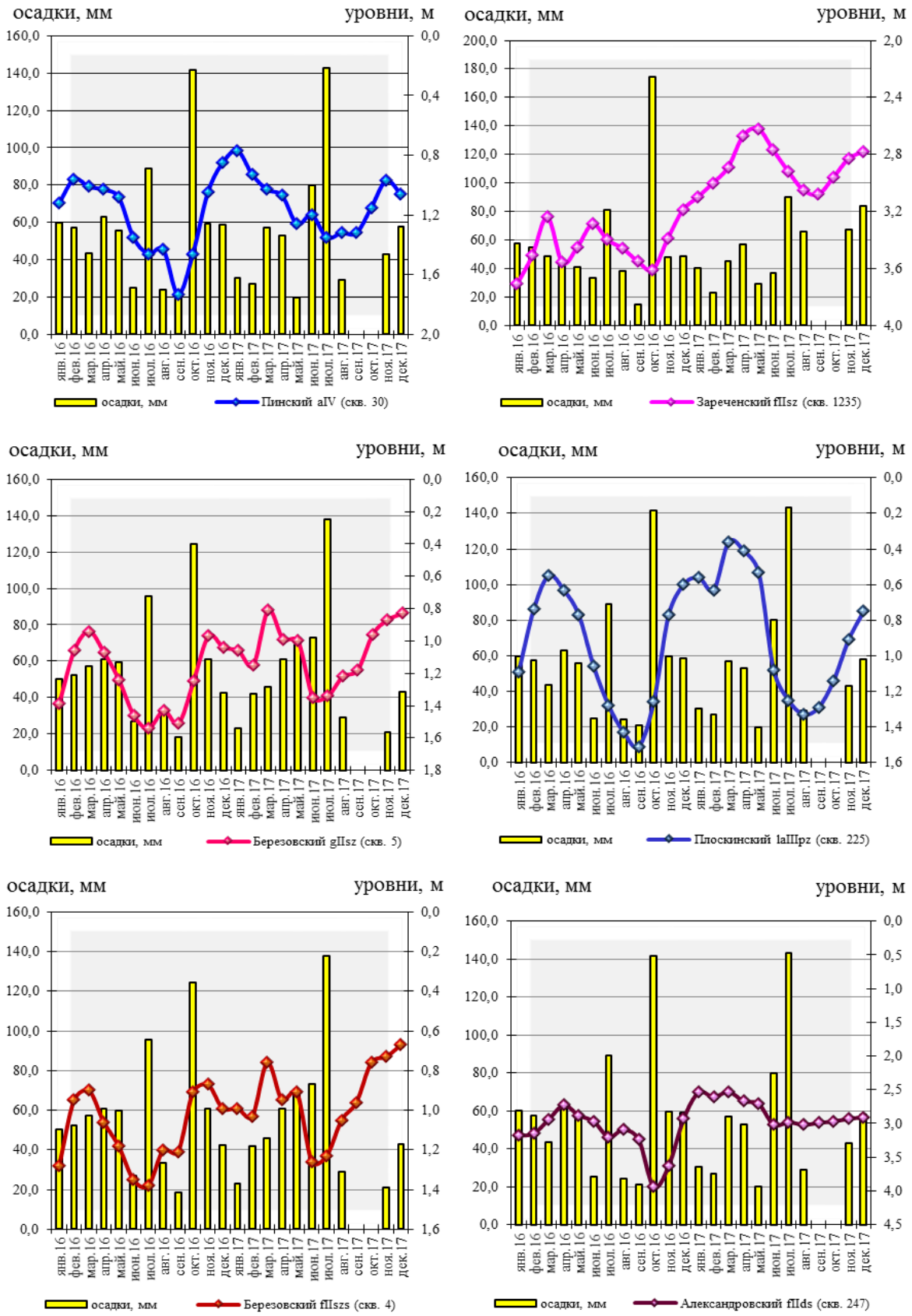


Рисунок 3.15 – Графики изменения сезонного режима уровней грунтовых вод в бассейне р. Припять

Бассейн р. Припять
Сезонный режим
Артезианские воды

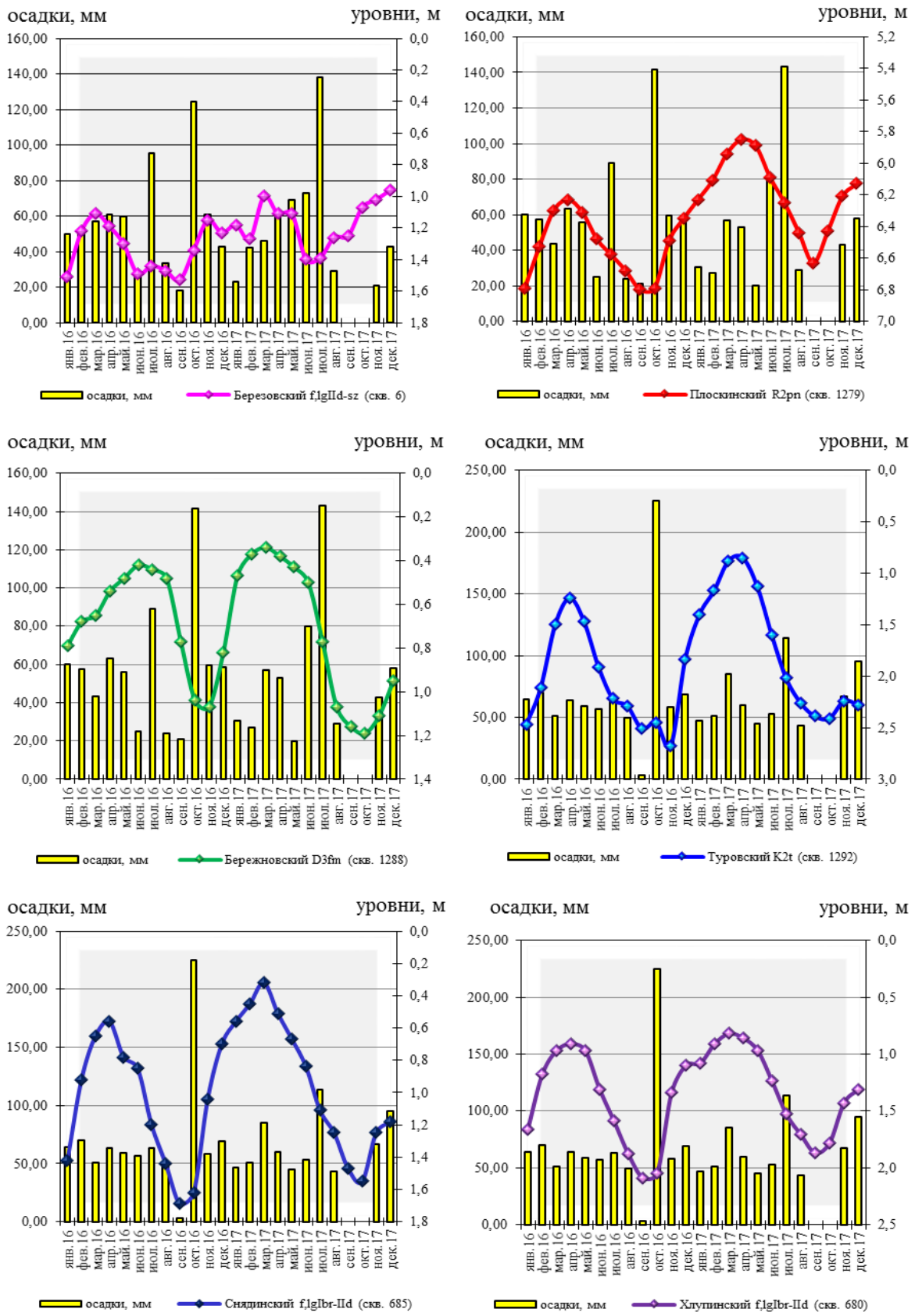


Рисунок 3.16 – Графики изменения сезонного режима уровней артезианских вод в бассейне р. Припять

Годовые амплитуды колебаний уровней грунтовых вод в скважинах г/г постов в бассейне р. Припять изменялись от 0,4 до 0,97 м. Максимальные амплитуды колебаний уровней зафиксированы в скважинах 1233 Зареченского и 108 Столинского г/г постов – 1,17 м и 1,6 м соответственно.

Температурный режим грунтовых вод за отчетный период характеризовался изменением температур от 4,5 ^{o}C до 13,3 ^{o}C.

Сезонный режим артезианских вод в бассейне, также как и в других бассейнах, характеризовался наличием весеннего подъема и летнего спада. По сравнению с этим же периодом 2016 г. наблюдалось повышение уровня артезианских вод – 0,15 – 0,35 м в некоторых скважинах Березовского, Плоскинского и Туровского г/г постов. В нескольких скважинах Снядинского, Хлупинского и Бережновского г/г постов уровень артезианских вод снизился по сравнению с аналогичным периодом 2016 г. на 0,1 – 0,35 м. Минимальное положение уровня в 2017 г. приходилось, в основном, на июнь, сентябрь, максимальное – на март, иногда на апрель.

Годовые амплитуды колебаний уровня артезианских вод в 2017 г. в скважинах г/г постов бассейна р. Припять изменялись от 0,12 до 1,56 м. Максимальные амплитуды колебаний уровня отмечены на Туровском г/г посту (скважины 1292, 1293).

Температурный режим артезианских вод за отчетный период характеризовался изменением температур от 5,8 ^{o}C до 14,0 ^{o}C.

Бассейн р. Западный Буг.

Гидродинамический режим подземных вод в бассейне изучался по 10 гидрогеологическим постам. Уровни подземных вод замерялись по 50 наблюдательным скважинам, 24 из которых оборудованы на грунтовые воды, а 26 – на артезианские.

Графическая обработка сезонности уровенного режима приведена на примере скважин Бровского, Хвойникского, Центрально-Беловежского, Ляцких, Глубонецкого и Каменюкского гидрогеологических постов (рисунок 3.17, 3.18).

Сезонный режим грунтовых вод. В 2017 г. сезонные изменения уровня грунтовых вод в бассейне р. Западный Буг характеризуются наличием весеннего и осеннего подъемов и зимнего и летнего спадов. Исключение составляет скважина 519 Глубонецкого г/г поста, где отмечалось небольшое снижение уровня воды в период с января до июля.

Бассейн р. Западный Буг
Сезонный режим
Грунтовые воды

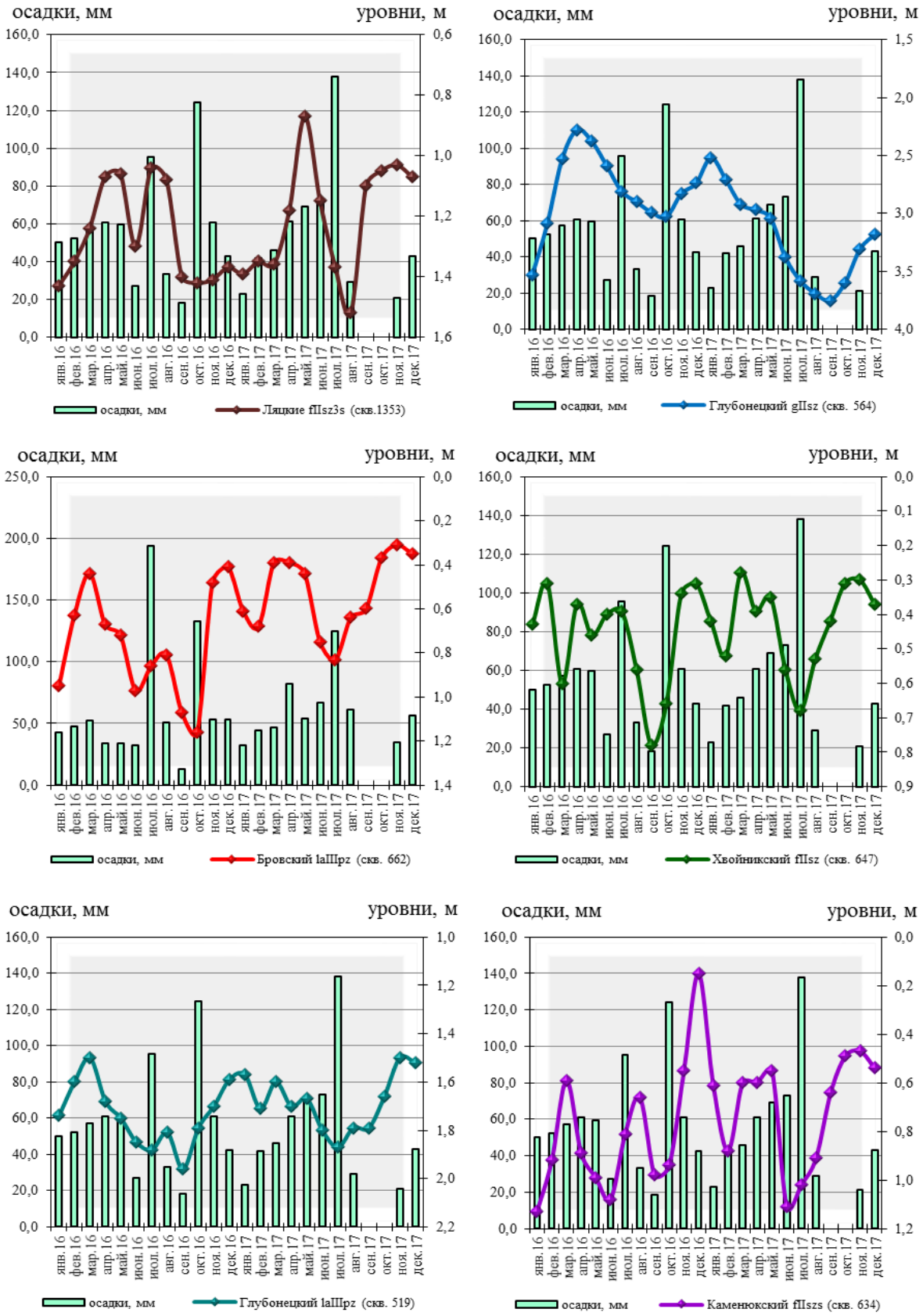


Рисунок 3.17 – Графики изменения сезонного режима уровней грунтовых вод в бассейне р. Западный Буг

Бассейн р. Западный Буг

Сезонный режим

Артезианские воды

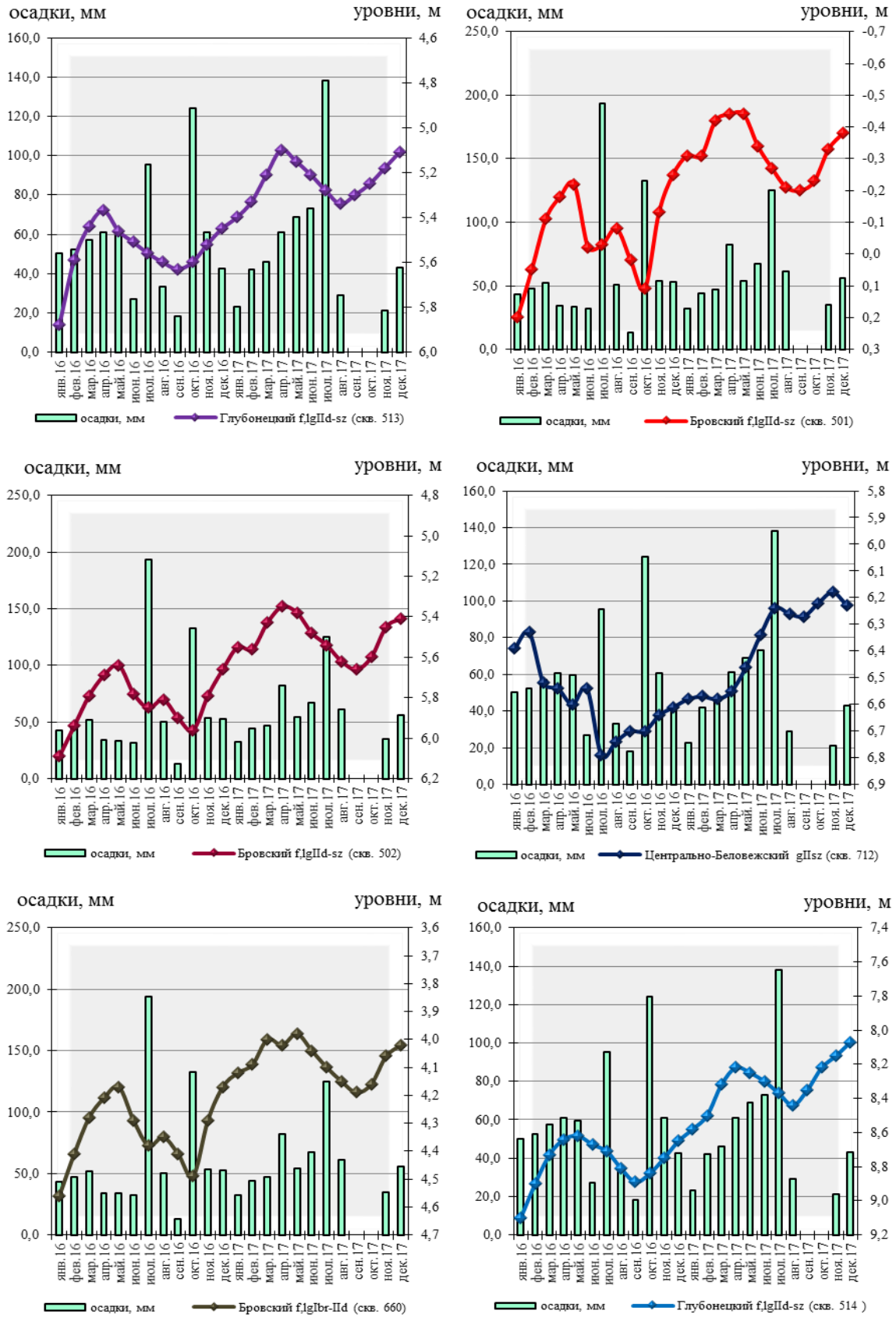


Рисунок 3.18– Графики изменения сезонного режима уровней артезианских вод в

бассейне р. Западный Буг

Как видно из графиков, по сравнению с этим же периодом 2016 г., среднегодовая глубина залегания уровня грунтовых вод практически по всей территории не изменилась. Подъем уровней грунтовых вод на 0,2 – 0,5 м отмечался в скважине 662 Бровского, в скважине 534 Волчинского, в скважине 634 Каменюкского, в скважине 543 Масевичского г/г постов. Минимальное положение уровня в 2017 г. приходилось, в основном, на январь – февраль, июль, максимальное – на весь весенний период (март – май).

Годовые амплитуды колебаний уровней грунтовых вод за отчетный период в бассейне р. Западный Буг составили от 0,13 – 0,15 м до 1,0 – 1,02 м.

Температурный режим грунтовых вод за отчетный период характеризовался изменением температур от 6,0 ^{o}C до 11,7 ^{o}C.

Сезонный режим артезианских вод синхронен с режимом грунтовых вод, что свидетельствует о хорошей гидравлической связи между водоносными горизонтами.

В отчетный период сезонный режим уровней артезианских вод в бассейне р. Западный Буг характеризовался наличием весеннего подъема и зимнего и летнего спада. По данным наблюдений, по сравнению с аналогичным периодом 2016 г. наблюдалось повышение уровня артезианских вод – 0,2 - 0,5 м в скважинах Глубонецкого, Бровского, Великоритского и Центрально-Беловежского г/г постов. В скважине 532 Волчинского г/г поста уровень артезианских вод за отчетный период, по сравнению с 2016 г., снизился – на 0,4 м. Минимальное положение уровня в 2017 г. приходилось, в основном, на январь-февраль, максимальное – на весь весенний период (март – май).

Годовые амплитуды колебаний уровня артезианских вод в 2017 г. в бассейне р. Западный Буг находились в пределах – от 0,13 м до 0,7 м. Максимальные амплитуды колебаний уровня отмечены на Волчинском (скважина 532) и Глубонецком (скважина 564) г/г постах– 0,82 м и 1,23 м соответственно.

Температурный режим артезианских вод за отчетный период характеризовался изменением температур от 6,0 ^{o}C до 11,1 ^{o}C.

Выводы

Исследования показали, что в целом физико-химический состав подземных вод по определяемым компонентам соответствует требованиям СанПиН 10-124 РБ 99, за исключением в единичных случаях повышенного содержания окиси кремния (по Si), аммиака (по азоту), марганца (Mn суммарно), по окисляемости перманганатной и мутности и пониженных концентраций фторидов (F^-). Кроме того, следует отметить практически повсеместное превышение предельно допустимых концентраций по железу (Fe, суммарно). Отклонение от ПДК обусловлено влиянием естественных (природных) факторов и зависит от геохимических процессов взаимодействия воды и водовмещающих пород. Влияние локальных (антропогенных) источников загрязнения (сельскохозяйственного, коммунально-бытового) приводит к тому, что в грунтовых и артезианских водах наблюдаются повышенные показатели (иногда выше ПДК) по NH_4^+, окисляемости перманганатной (табл. 3.3).

Согласно имеющимся данным количество скважин со значениями компонентов, превышающих ПДК в артезианских водах больше, чем в грунтовых.

Так, в *бассейне р. Днепр* в грунтовых водах из 7 проб выявлено одно повышенное (равное ПДК) значение по аммиаку; в артезианских водах из 4 проб не соответствовали требованиям: одна проба по мутности и две пробы по окиси кремния.

В *бассейне р. Припять* в грунтовых водах из 4 проб выявлено: одно превышение (выше ПДК) по мутности и одно превышение по окиси кремния. Из 17 проб артезианских вод не соответствовали требованиям СанПиН 10-124 РБ 99 четыре пробы по окисляемости перманганатной, две пробы по мутности и шесть проб по окиси кремния.

В *бассейне р. Западная Двина* в грунтовых водах из 2 проб превышений не выявлено.

По результатам наблюдений за уровенным режимом в 2017 г. установлено, что в каждом речном бассейне колебания грунтовых и артезианских подземных вод синхронны между собой (иногда с некоторым запаздыванием во времени), что свидетельствует о наличии гидравлических связей между ними. Распределение метеорологических показателей в течение сезона обуславливает формирование кривых колебаний уровня с основными экстремумами: по всей территории прослеживается весенний и осенний подъемы и зимний и летний спады. При этом наиболее высокое положение уровней приходилось, в основном, на апрель-май, наиболее низкое – чаще всего на январь-февраль, иногда на август, сентябрь.

Необходимо отметить, что сравнивая аналогичные периоды времени 2016 г. и 2017 г., на большей части территории республики в 2017 г. уровни подземных вод повысились как в грунтовых (в среднем от 0,2 м до 0,6 м), так и в напорных (от 0,15 м до 0,5 м) водоносных горизонтах и комплексах, либо остались на тех же глубинах (отметках).

Вместе с тем, на локальных территориях бассейнов р.р. Западный Буг Припять и Днепр в единичных скважинах уровни подземных вод несколько снизились по сравнению с предыдущим годом (от 0,02-0,05 м до 0,2-0,4 м). Это объясняется влиянием метеорологических факторов (количество выпавших осадков, интенсивность испарения, температура воздуха и т.д.), а также геоморфологическими особенностями и степенью гидравлической взаимосвязи между водоносными горизонтами на конкретной территории.

В целом, согласно выполненному анализу гидродинамических данных можно отметить, что сезонные изменения уровня подземных вод на территории речных бассейнов Беларуси соответствовали естественным колебаниям.

Температурный режим грунтовых и артезианских вод за отчетный период характеризуется изменением температур от 4,2 до 14,67 ^{o}C.