Приложение № 7
к протоколу XXII заседания Совместной Российско-Эстонской комиссии по охране и рациональному использованию трансграничных вод

Eesti-Vene piiriveekogude kaitse ja kasutamise ühiskomisjoni XXII istungi protokolli **lisa 7**

О состоянии и мониторинге трансграничных подземных вод

Мониторинг трансграничных подземных водных объектов (Россия-Эстония) на территории России проводится в рамках объекта «Государственный мониторинг состояния недр по территории Северо-Западного федерального округа в 2017-2019 годах». В основу положена Программа, которая была разработана на заседании рабочей группы в 2014 г. совместно российскими и эстонскими специалистами.

Целью мониторинга трансграничных подземных водных объектов (Россия-Эстония) является получение достоверной информации о состоянии подземных вод приграничных территорий России и Эстонии для обеспечения управления и рационального использования подземных вод для водоснабжения населения и объектов экономики, воспроизводства природных ресурсов, охраны подземных вод от истощения и загрязнения.

Трансграничными подземными водными объектами приграничной территории Россия-Эстония, по которым осуществляется совместный мониторинг состояния подземных вод являются:

- Ломоносовско водоносный горизонт;
- Кембро-ордовикский водоносный комплекс;
- Ордовикский водоносный комплекс.

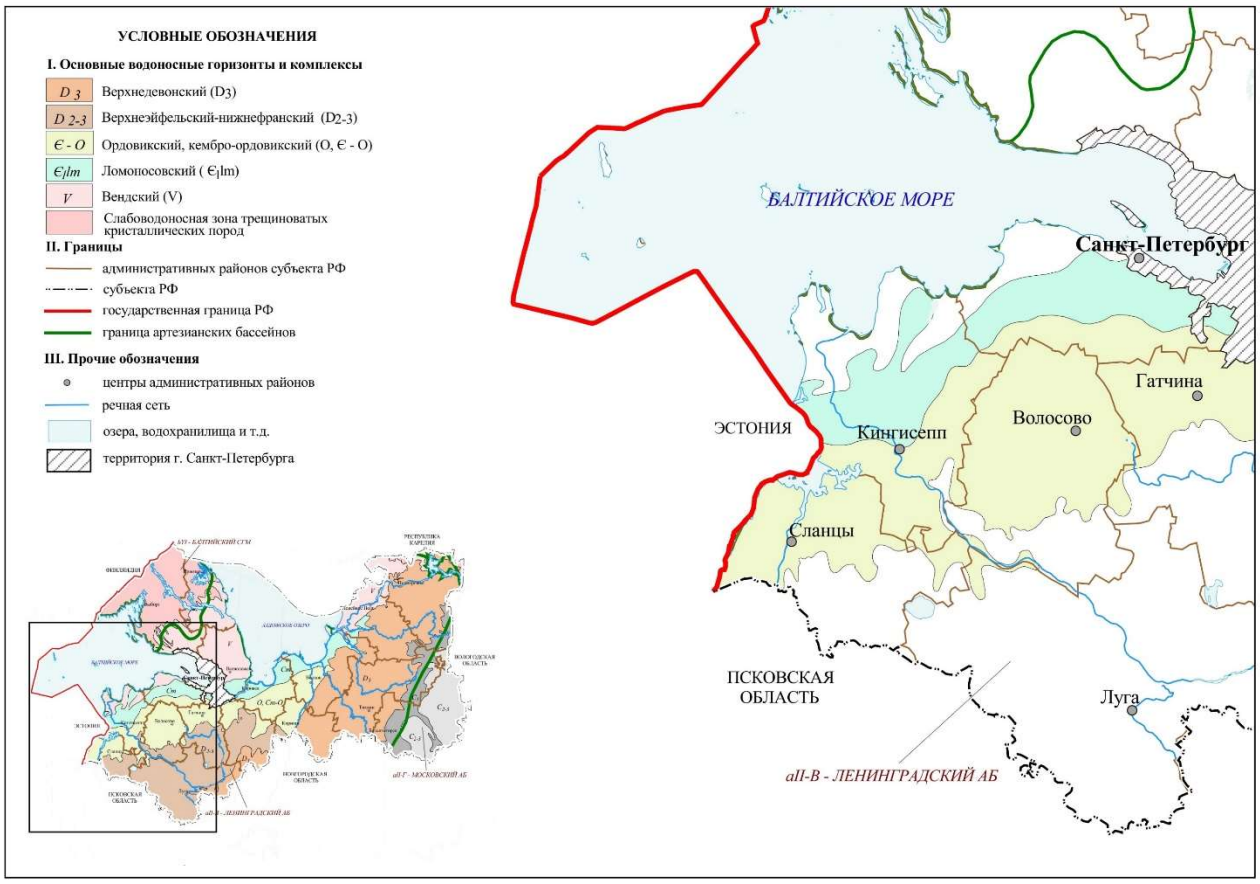

Рис. 1 Карта основных водоносных горизонтов на территории России

Наблюдаемыми показателями мониторинга трансграничных подземных вод являются:

- уровень подземных вод

Минимальная частота мониторинга трансграничных подземных вод на пунктах наблюдения составляет один раз в квартал.

- гидрохимические показатели подземных вод

Определение химических показателей воды, производится один раз в год; тяжелых металлов (Hg, Cd, Pb, As) – 1 раз в 3 года.

- - водоотбор на водозаборных и водопонизительных сооружениях.

Данные о водоотборе подземных вод представляются ежегодно и включают:

- водоотбор по водозаборным и водопонизительным сооружениям с величиной водоотбора не менее 10 $м^3$/сут;

- суммарный годовой водоотбор по водоносным горизонтам трансграничных подземных вод.

- - запасы подземных вод.

Данные о запасах подземных вод представляются ежегодно по месторождениям подземных вод с величиной утвержденных запасов не менее 10 $м^3$/сут.

В 2018 г. на приграничной территории России действовало 20 пунктов наблюдений, на приграничной территории Эстонии - 28 пунктов наблюдательной сети

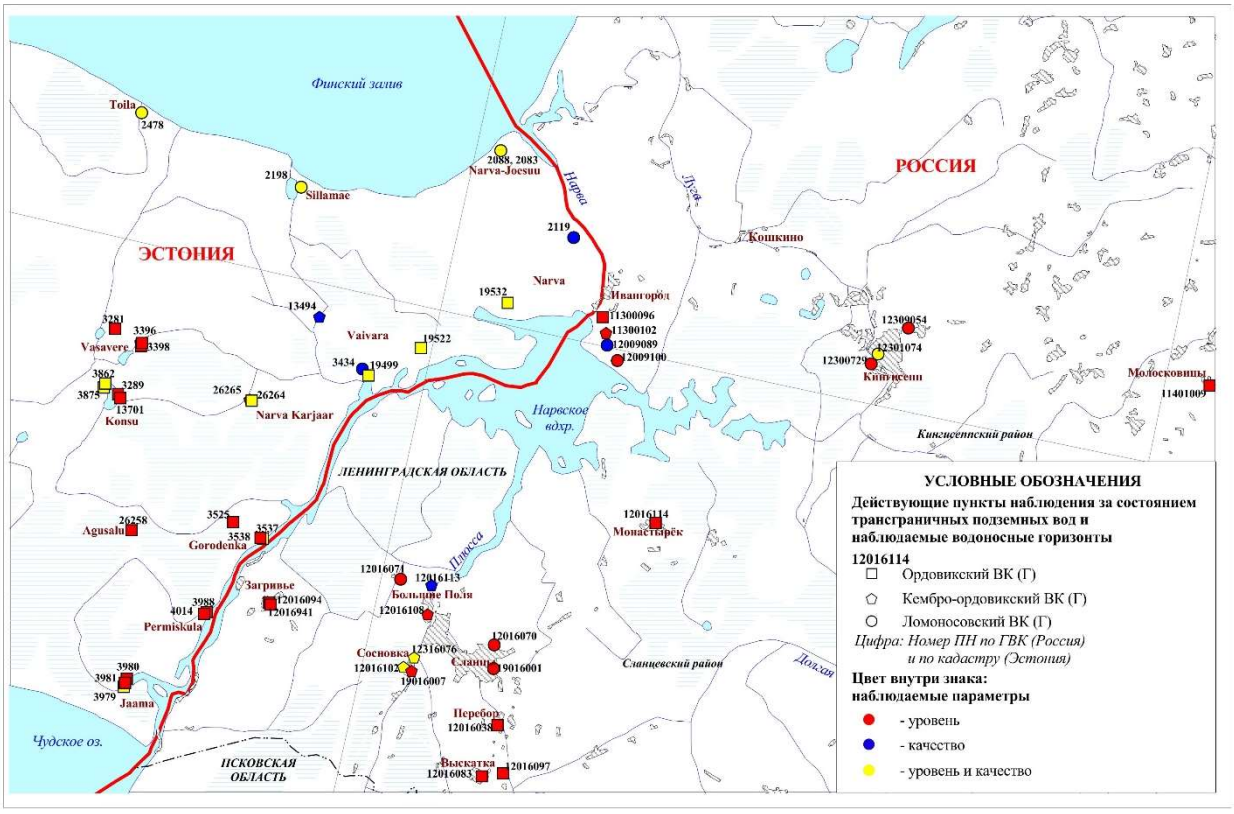

Рис. 2 Схема наблюдательной сети мониторинга подземных вод на трансграничной территории в 2018 г.

Наблюдения за уровнем подземных вод проводились на 18 скважинах на территории России, на 23 пунктах – в Эстонии.

Отбор проб воды на химический анализ выполнен на 5 скважинах в России, на 14 скважинах – в Эстонии.

На 01.01.2019 г. на приграничной территории со стороны России утверждены запасы питьевых и технических подземных вод в количестве 27,16 тыс. м^3/сут на 21 месторождении. Эксплуатировалось 18 месторождений с общим водоотбором 4,56 тыс. м^3/сут.

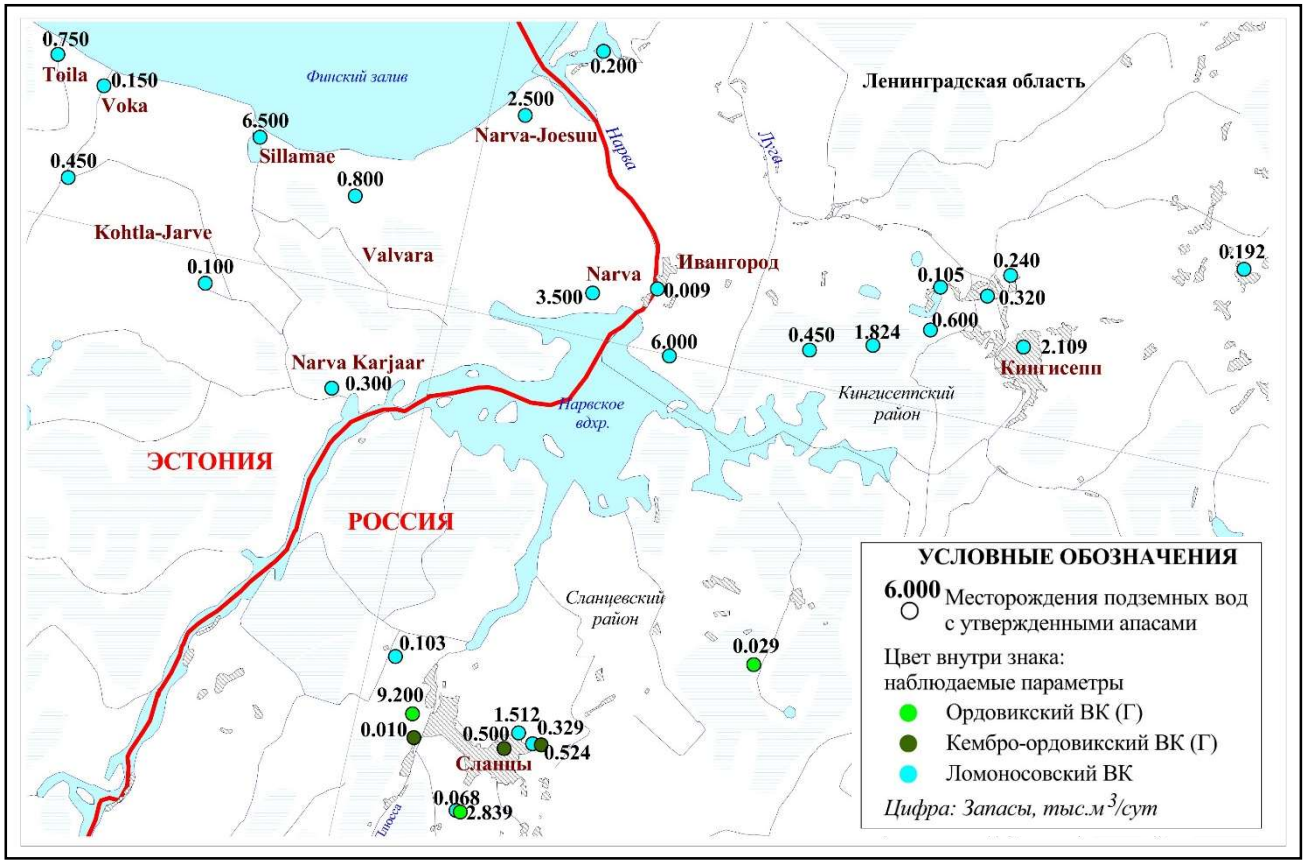

Рис. 3. Запасы подземных вод на территории трансграничных водных объектов (Россия-Эстония) по состоянию на 01.01.2019 г.

Водоносный горизонт	Количество МПВ	Запасы, тыс. м^3/сут (в скобках – на территории Эстонии)	Водоотбор, тыс. м^3/сут (в скобках – на территории Эстонии)
Ордовикский ВК	2	12,04	9,905
Кембро-ордовикский ВК	2	1,024	0,921
Ломоносовский ВГ	13	13,83 (15,05)	3,637 (3,061)

В 2020 году на приграничной территории Эстонии планируется проведение переоценки всех месторождений подземных вод. Расчеты будут выполнены на модели геофильтрации подземных вод.

В 2018 в Тартуском университете были построены гидрогеологические модели по основным водоносным горизонтам (ломоносовскому, кембро-ордовикскому и ордовикскому) в т.ч. по приграничной территории России до г. Кингисепп.

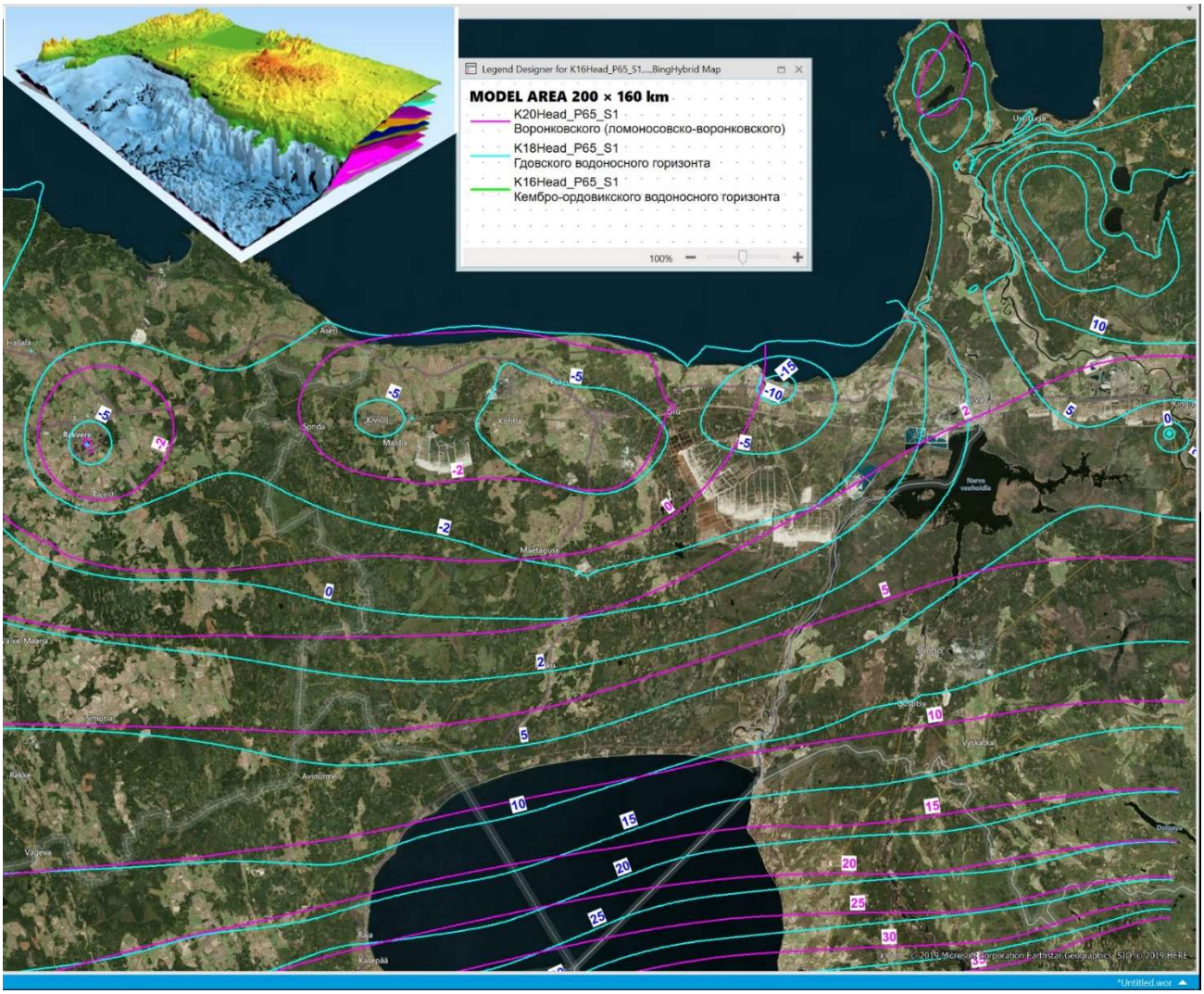

Рис. 4. Гидрогеологическая модель ломоносовского водоносного горизонта

Далее приводится краткий обзор результатов наблюдений за 2018 г. и в многолетнем плане.

Ломоносовский водоносный горизонт

Основным горизонтом, на который акцентируем внимание это ломоносовский ВГ, т.к. формирование его гидродинамического режима происходит под воздействием совместной эксплуатации подземных вод со стороны Эстонии и России.

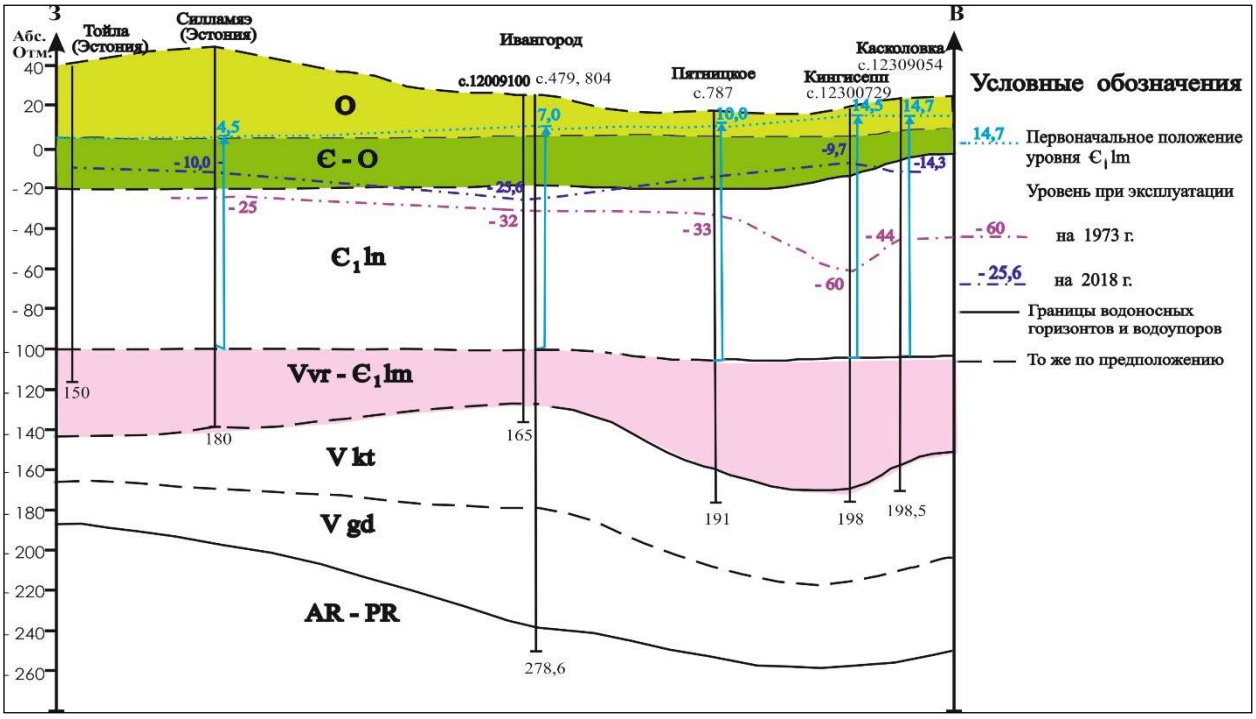

Рис 5. Схематический гидрогеологический разрез через Кингисепп, Ивангород, Тойлу (Эстония).

На разрезе ломоносовский горизонт представлен розовым цветом. Положение уровня в естественных условиях (до начала эксплуатации водоносного горизонта) указано светло-голубым цветом, на год максимального водоотбора (1973 г) – сиреневый цвет. Видно, что в 1973 г в г. Кингисеппе было максимальное снижение уровней - уровни снизились на 74 м. На отчетный год уровни показаны синим цветом. Снижение уровня без ущерба для водоносного горизонта допустимо до кровли горизонта. Таким образом, запас возможности эксплуатации водоносного горизонта достаточно высок.

Суммарный водоотбор из ломоносовского водоносного горизонта за 2015-2018 гг. на приграничной территории России и Эстонии составлял:

Год	Водоотбор, тыс.м^3/сут		Процент воздействия на водоносный горизонт	
	Россия	Эстония	Россия	Эстония
2015	3,85	2,883	57	43
2016	3,26	2,735	54	46
2017	3,344	2,923	53	47
2018	3,637	3,061	54	46

*величина будет уточнена

Как видно, влияние на пьезометрическую поверхность ломоносовского водоносного горизонта двух государств почти равнозначное (53-57% Россия, 43-47% Эстония).

Наблюдения за гидродинамическим режимом

На территории России наблюдения проводятся на трех крупных групповых водозаборных узлах: в городах Ивангород, Кингисепп, Сланцы.

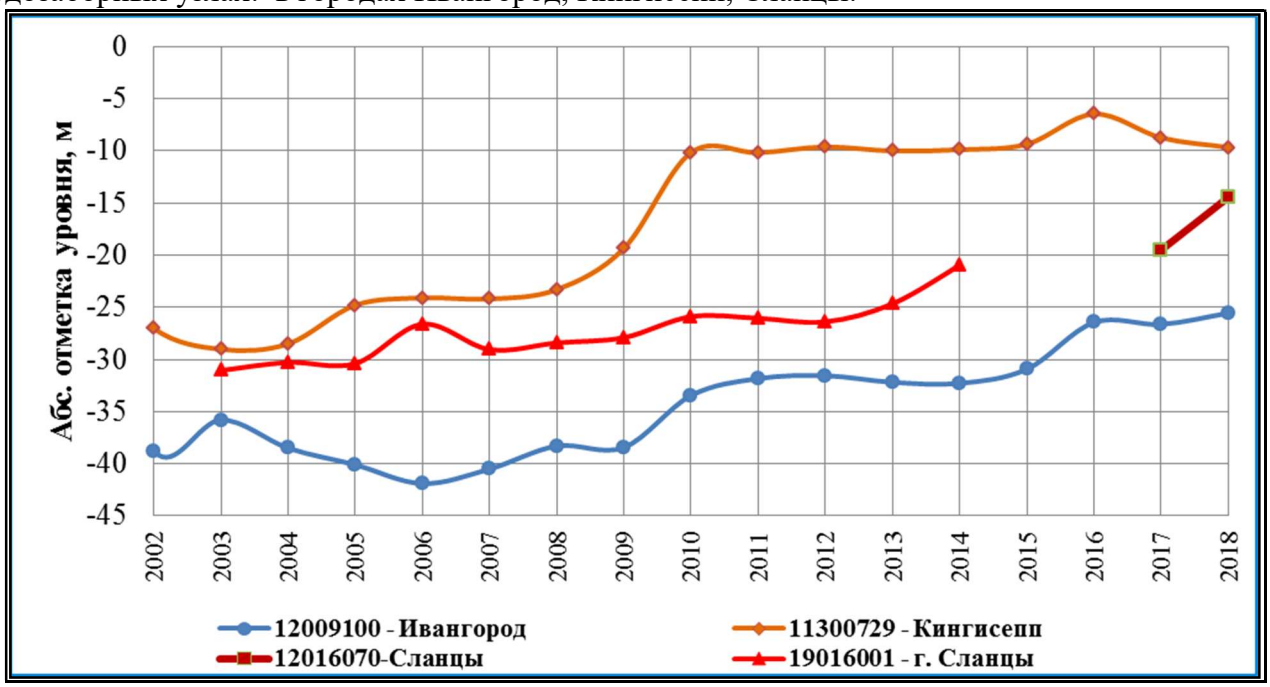

Рис. 6. Изменение уровней подземных вод ломоносовского водоносного горизонта в районе городов Ивангород, Кингисепп, Сланцы за 2014-2018 гг.

Многолетняя динамика изменения уровня подземных вод ломоносовского водоносного горизонта свидетельствует о том, что истощения запасов ПВ данного водоносного горизонта нет, и отмечается тенденция к восстановлению уровней в результате сокращения водоотбора.

Далее по каждому групповому водозабору на территории России представлены многолетние диаграммы с динамикой водоотбора и ходом уровня ломоносовского горизонта.

г. Кингисепп

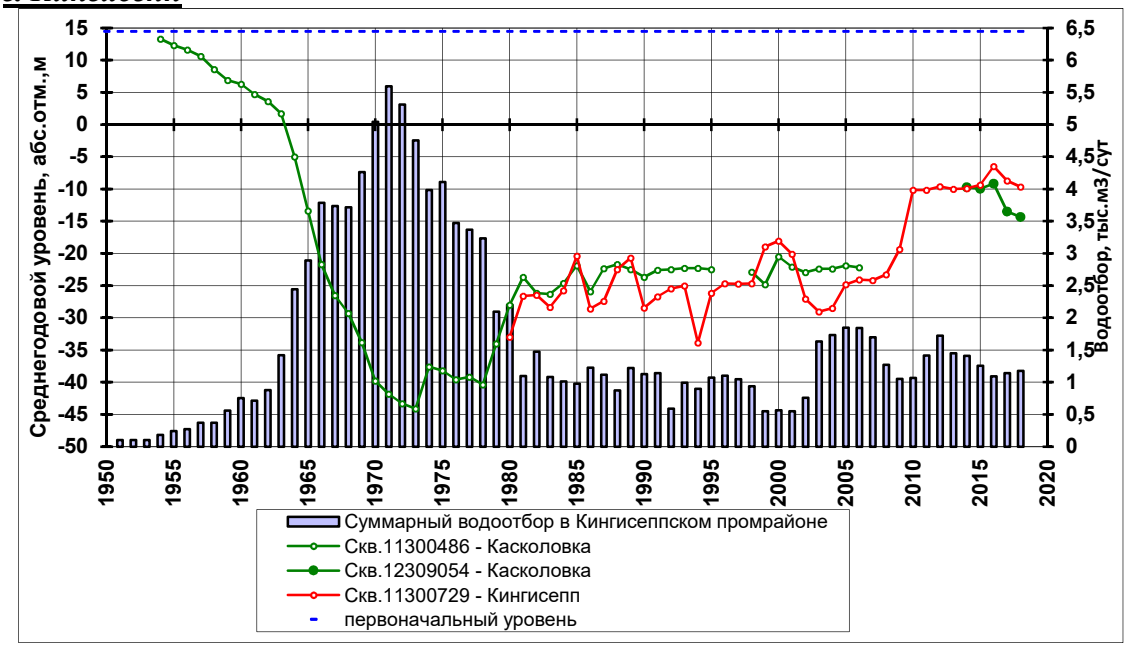

Рис. 7. Динамика водоотбора и ход пьезометрического уровня ломоносовского водоносного горизонта в г. Кингисепп за период 1950-2018 гг.

На год максимального воздействия (водоотбор в 1973 г превышал 5,5 тыс.м^3/сут) было зафиксировано наибольшее снижение уровня. В дальнейшем город частично перевели на

поверхностное водоснабжение, водоотбор подземных вод снизился, уровни начали восстанавливаться. Сейчас суммарный водоотбор в районе г. Кингисепп постоянен и составляет в среднем 1,1-1,2 тыс. м^3/сут., идет стабилизация уровней. В сравнении с первоначальным уровнем в ненарушенных условиях сохраняется депрессия глубиной 24-34 м, что меньше допустимого понижения Sдоп=81 м, рассчитанного при подсчете запасов Новокингисеппского участка МПВ.

г. Сланцы

Аналогичная ситуация наблюдалась и в г.Сланцы. С 1976 г город также переведен на частичное поверхностное водоснабжение. Суммарный водоотбор в районе г. Сланцы в последние годы сокращается и составляет 0,2-0,3 тыс. м^3/сут. В сравнении с первоначальным уровнем в ненарушенных условиях сохраняется депрессия глубиной 29 м, что меньше допустимого понижения Sдоп=190 м, рассчитанного при подсчете запасов Сланцевского участка МПВ.

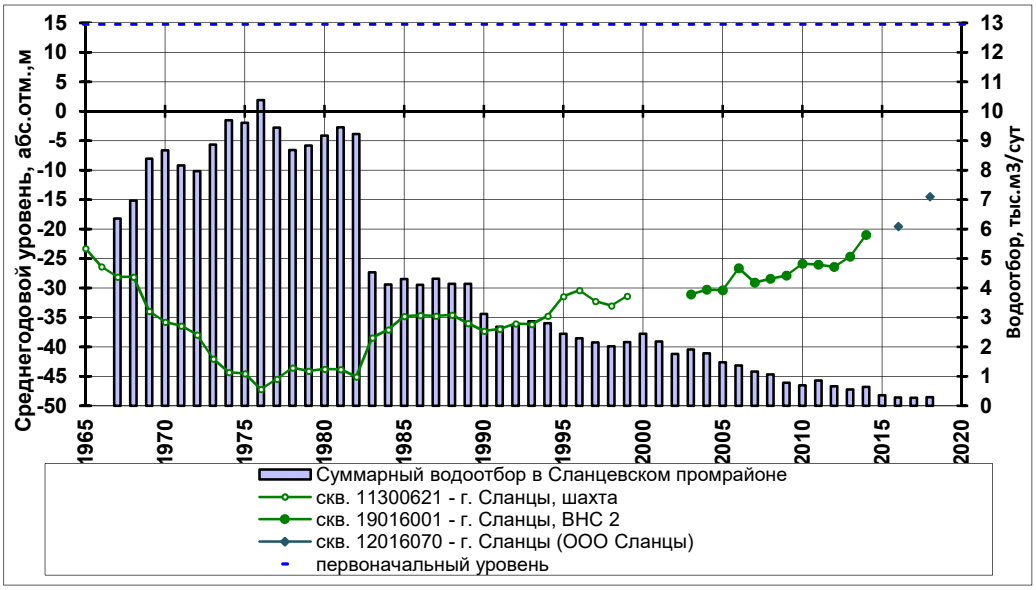

Рис. 8. Динамика водоотбора и ход пьезометрического уровня ломоносовского ВГ в г. Сланцы за период 1965-2018 гг.

г. Ивангород

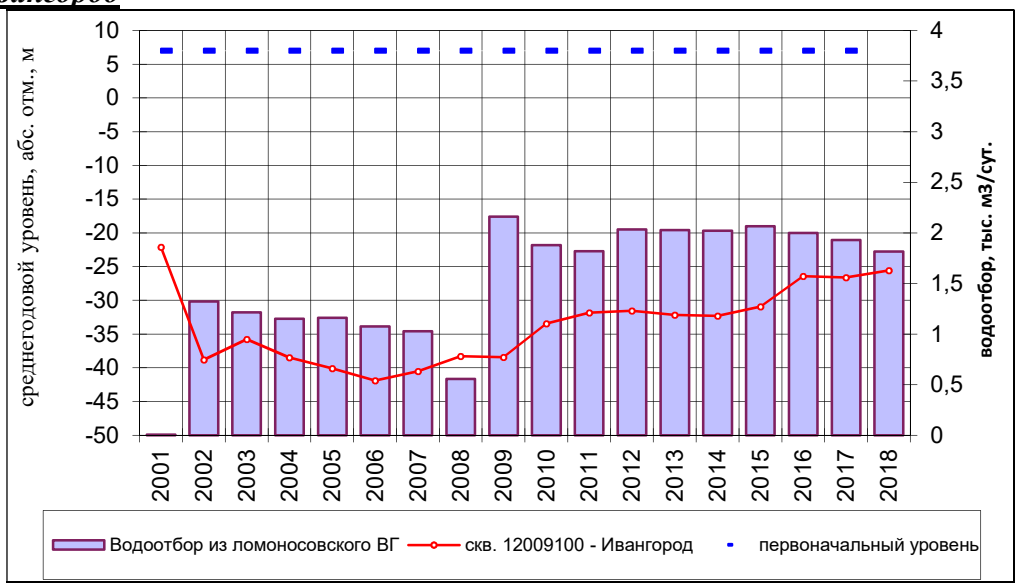

Рис. 9. Динамика водоотбора и ход пьезометрического уровня ломоносовского водоносного горизонта в г. Ивангород за период 2001-2018 гг.

В последние годы на водозаборе г. Ивангород наблюдается стабильный водоотбор (порядка 2 тыс. м3/сут), при этом уровни восстанавливаются. В 2018 г. в сравнении с

предыдущим годом среднегодовой уровень подземных вод ломоносовского водоносного горизонта восстановился на 1,0 м. Снижение уровня от первоначального его положения в ненарушенных условиях составляет 32 м, что меньше допустимого понижения Sдоп=83 м, рассчитанного при подсчете запасов Нарвского участка МПВ.

На территории Эстонии два крупных водозабора, эксплуатирующих ломоносовский водоносный горизонт – гг. Силламяэ и Нарва-Йыэсуу.

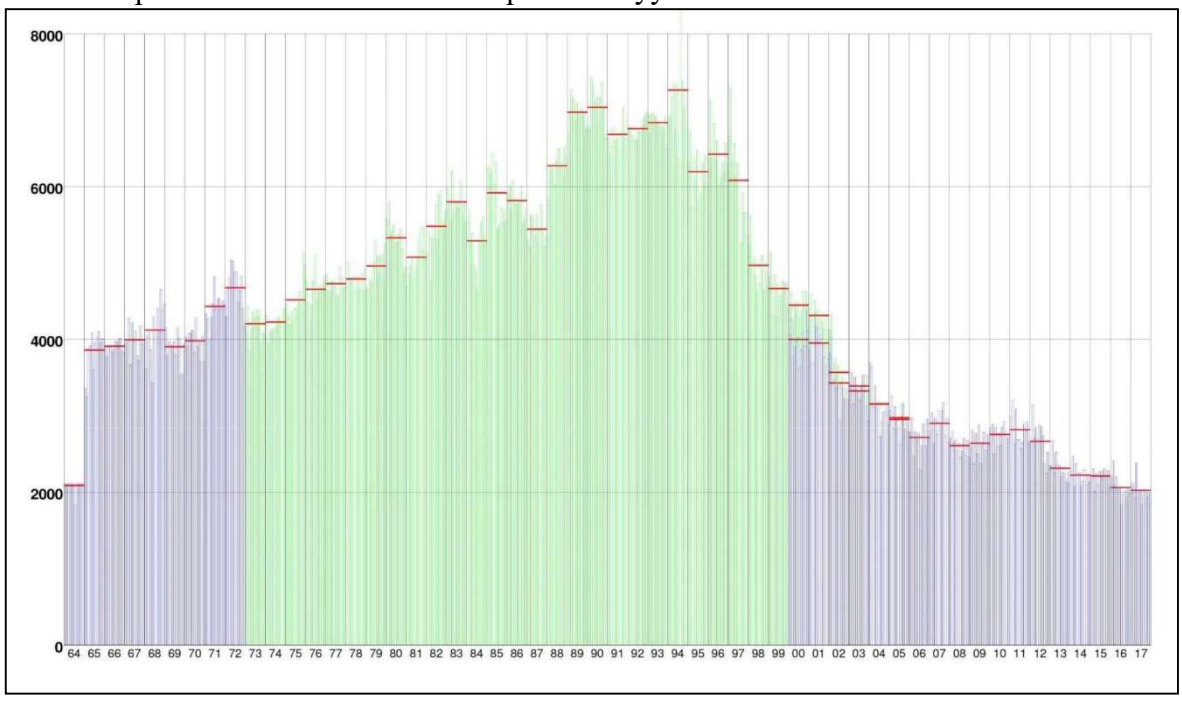

Рис. 10. Водоотбор в г. Силламяэ за период 1964-2017гг.

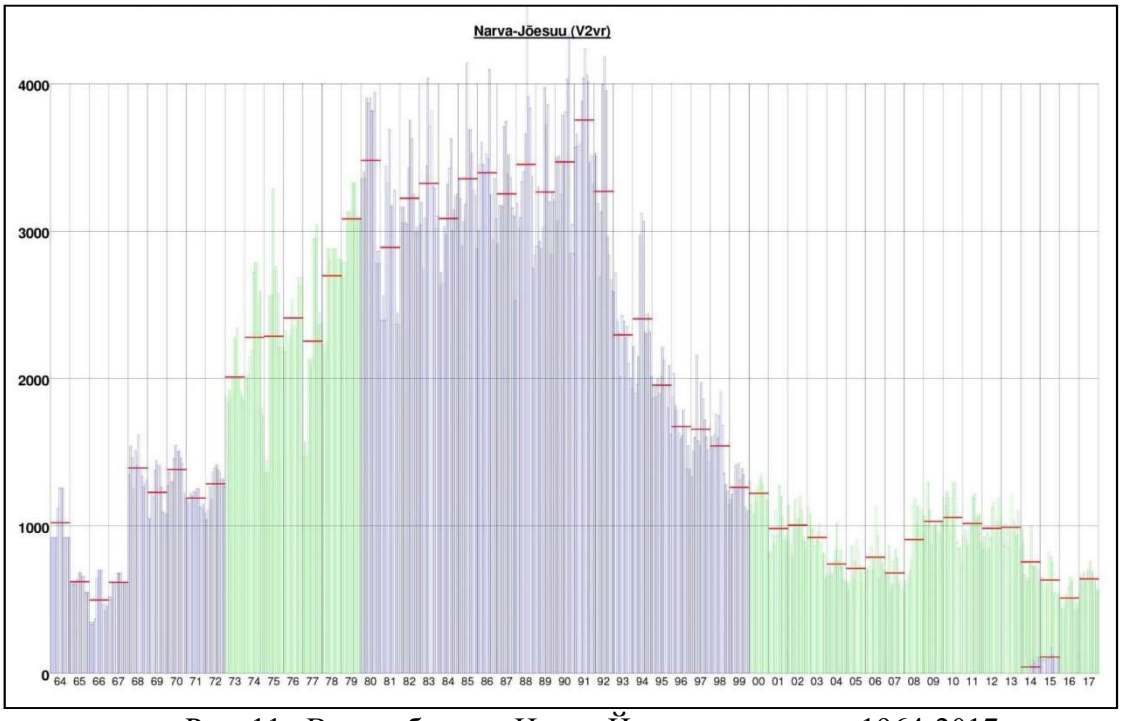

Рис. 11. Водоотбор в г. Нарва-Йыэсуу за период 1964-2017гг.

В 2018 г на водозаборах гг. Силламяэ и Нарва-Йыэсуу, где отмечается прямая зависимость от режима эксплуатации, уровни снизились на 0,5-7,5 м. При удалении от центра эксплуатации (пп. Тойла, Йыхви, Сырумяэ) уровни восстанавились на 0,7-0,8 м.

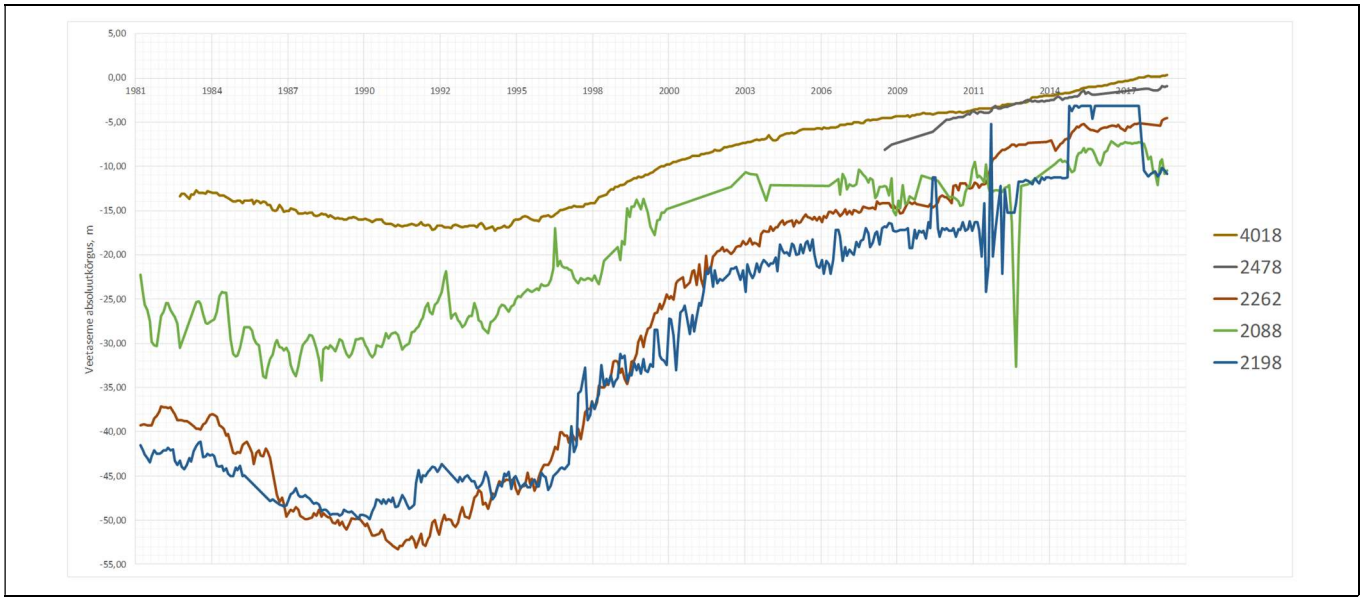

Рис. 12. Изменение уровней подземных вод ломоносовского водоносного горизонта в районе Силламяэ, Нарва-Йысуу, Сырумяэ за 1982–2018 гг.

РЕЗЮМЕ. В многолетнем плане уровни ломоносовского водоносного горизонта имеют тенденцию к повышению, как на российской, так и на эстонской стороне. Эксплуатация водоносного горизонта находится в пределах допустимых границ и не приводит к истощению запасов подземных вод.

Ордовикский и Кембро-ордовикский водоносные комплексы

На территории России в Кингисеппском и Сланцевском районах в ордовикском и кембро-ордовикском водоносных комплексах сохраняется преимущественно естественный режим подземных вод. В 2018г уровни подземных вод незначительно снизились, что обусловлено естественным питанием.

Рис. 13. Изменение уровней подземных вод ордовикского и кембро-ордовикского водоносных комплексов в естественных условиях на Приграничной территории России за 2014-2018 гг.

Наибольшее воздействие ордовикский и кембро-ордовикский водоносные комплексы испытывают в районе г. Сланцы.

Нарушенный режим подземных вод ордовикского и кембро-ордовикского водоносных комплексов в районе г. Сланцы сформировался под воздействием шахтного водоотлива и водоотбора на локальных водозаборах. В условиях прекращения шахтного водоотлива из шахты «Ленинградская» с апреля 2013г. и из шахты им. Кирова с июня 2014 г. начался процесс затопления шахтного пространства и связанное с ним восстановление уровней ордовикского кембро-ордовикского водоносных комплексов. В настоящее время этот процесс завершился. Шахты полностью затоплены. Наблюдательные скважины, расположенные на низких гипсометрических отметках – в долине р. Плюссы в г. Сланцы и ближайших окрестностях, изливают.

Кембро-ордовикский водоносный комплекс.

К началу 2018 г. уровень кембро-ордовикского водоносного комплекса практически восстановился до своих первоначальных отметок в ненарушенных условиях. В 2018 г. изменение уровня происходило под влиянием гидрометеорологических факторов и водоотбора на локальных водозаборах.

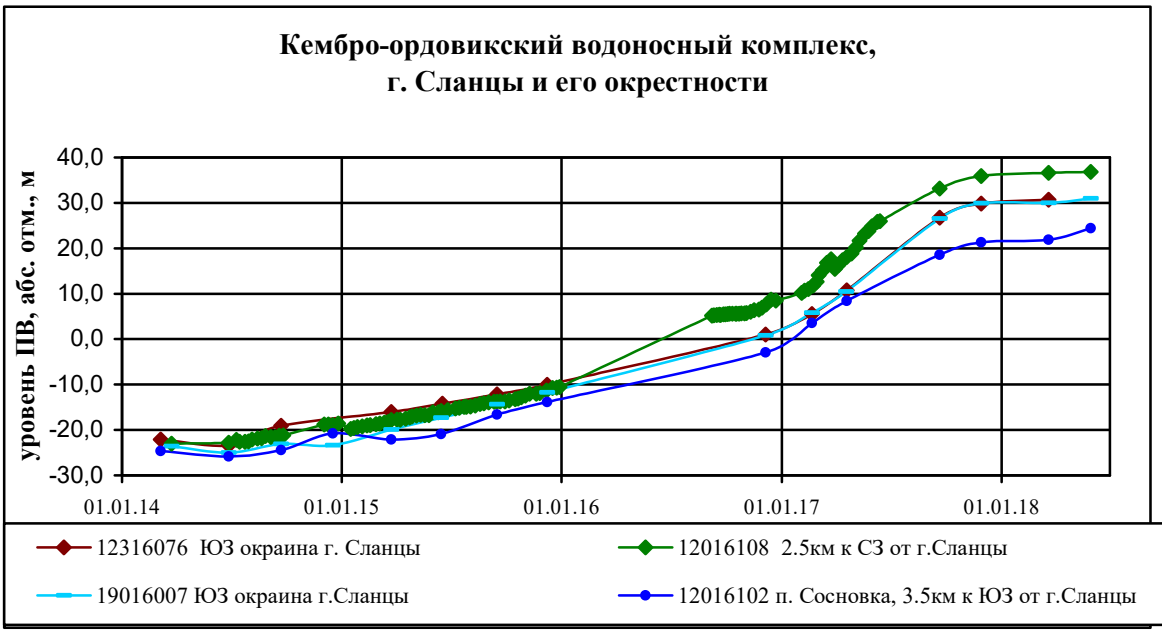

Рис. 14. Изменение уровней подземных вод кембро-ордовикского водоносного комплекса в районе г. Сланцы в 2014–2018 гг.

На территории Эстонии уровни ПВ кембро-ордовикского водоносного комплекса в 2018 г. были стабильны. Эксплуатация кембро-ордовикского водоносного комплекса на территории Эстонии ведется локальными водозаборами с водоотбором менее 10 м^3/сут .

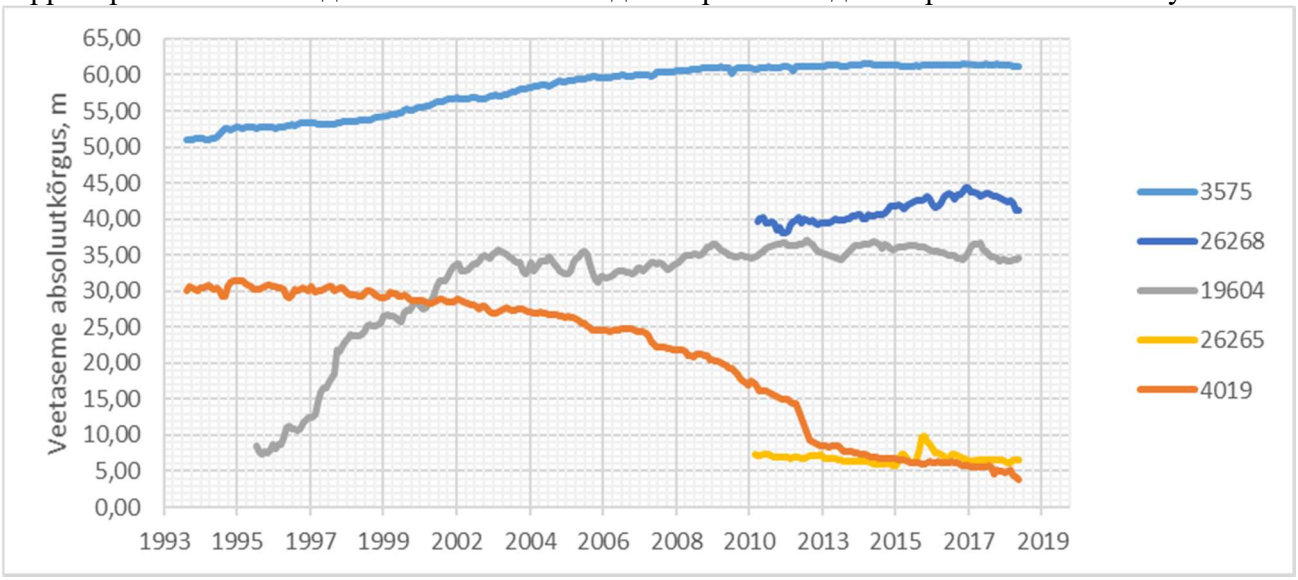

Рис. 15. Изменение уровней подземных вод кембро-ордовикского водоносного комплекса на территории Эстонии за период 1993-2018 гг.

Ордовикский водоносный комплекс.

На территории России в течение 2018 г. по ряду пунктов (скв. 12016114) продолжался подъем уровня ордовикского водоносного комплекса, обусловленный перераспределением напоров при затоплении шахт. Амплитуда подъема за 2018 г. составила 5,2 м. По остальным наблюдательным пунктам изменение уровня происходило под воздействием водоотбора на локальных водозаборах и гидрометеорологических факторов.

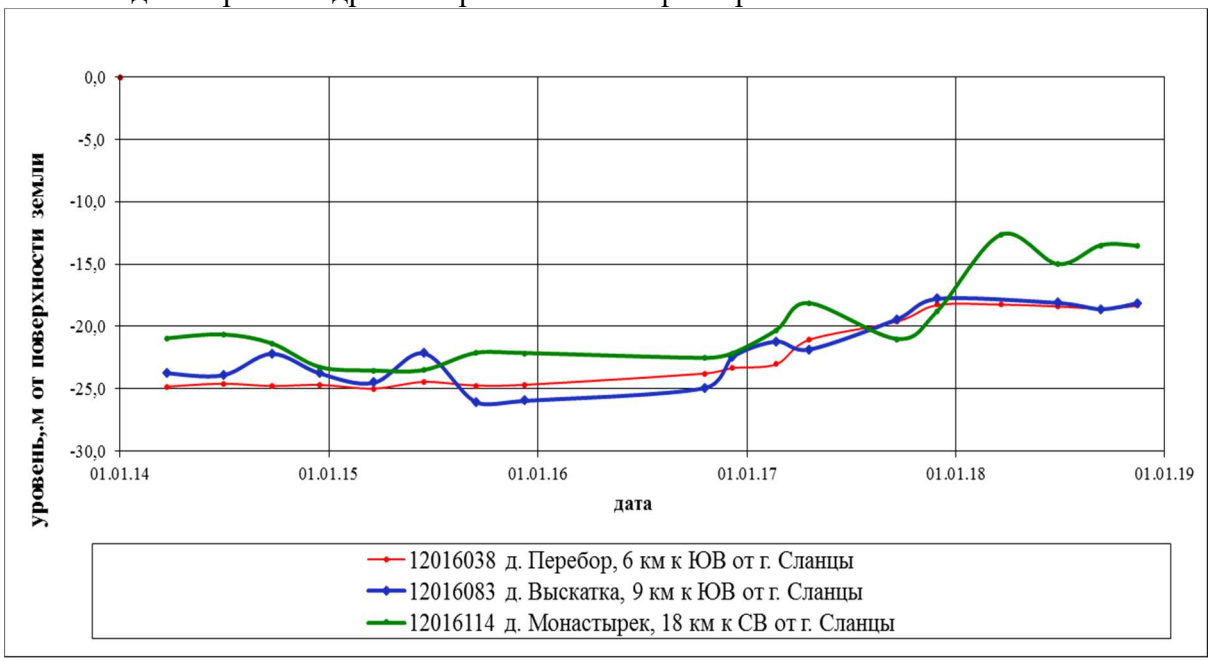

Рис. 16. Изменение уровней подземных вод ордовикского водоносного комплекса в районе г. Сланцы в 2014–2018 гг.

На территории Эстонии в ордовикском водоносном комплексе в зоне влияния шахт горючих сланцев, в 2016-2017 гг. отмечен подъем уровня воды, в 2018 году уровень снизился, что обусловлено низкой водностью года.

Уровень воды в скважинах 3538 и 3979 продолжает восстанавливаться, что вероятно, связано с трансграничным воздействием от затопления шахт в г. Сланцы.

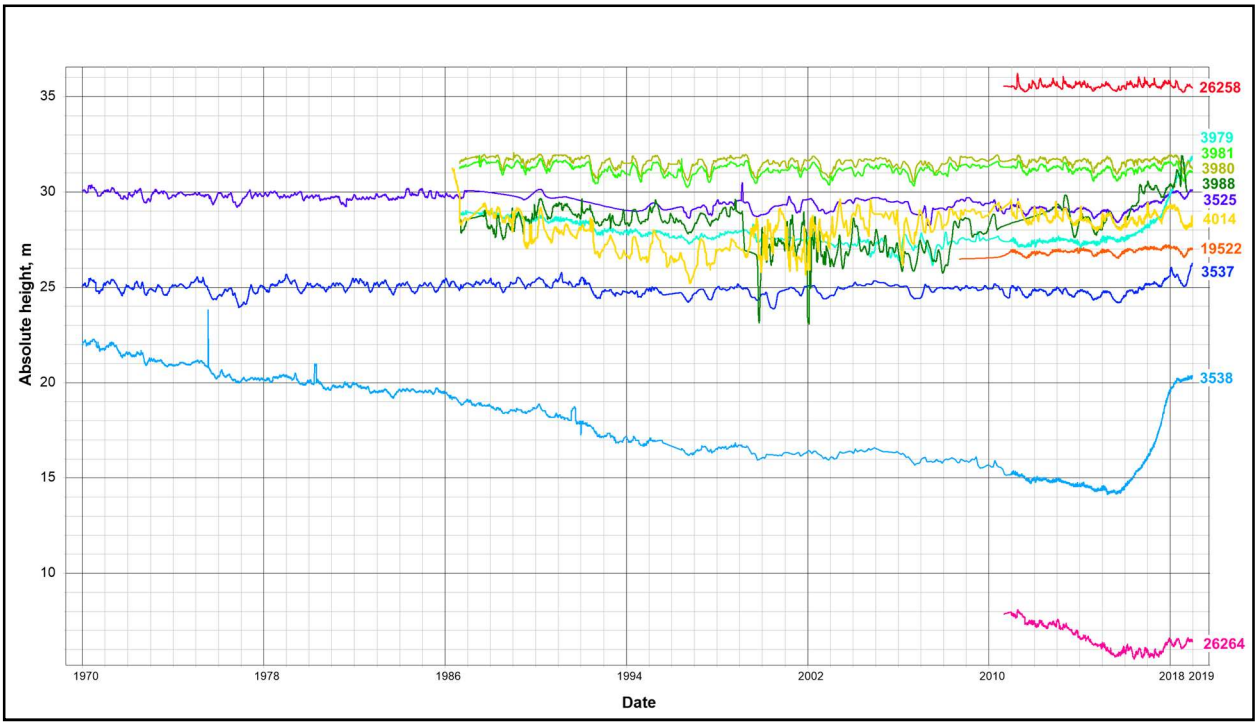

Рис. 17. Изменение уровней подземных вод ордовикского водоносного комплекса на территории Эстонии за период 1970-2018 гг.

РЕЗЮМЕ. Изменение уровней подземных вод Ордовикского и Ордовикско–Кембрийского водоносных комплексов основном связаны с естественным питанием, в 2018 году уровни воды были стабильным или снизились из-за низкого количества осадков в мае-октябре.

Гидрохимический режим подземных водных объектов

В многолетнем плане химический состав подземных вод ордовикского, кембро-ордовикского и ломоносовского водоносных горизонтов стабилен и преимущественно отвечает требованиям качества для питьевой воды.

На территории России устойчивого загрязнения подземных вод не установлено. Повышенное содержание железа и натрия в подземных водах природного генезиса.

Единичные отклонения от норм по ряду компонентов носят хаотичный характер.

Нефтепродукты, выявленные в 2017г. не подтвердились.

Результаты химических анализов проб воды, выполненных на территории России в 2014, 2016, 2017, 2018 гг.

(только компоненты, превышающие нормативы)

№ скважины по ГВК	ВГ	место отбора пробы	дата отбора	натрий-ион Na+	железо суммарно Fe	нефтепродукты
ПДК СанПиН 2.1.4.1074-01				200	0.3	0,1
12009089	Є1lm	Ивангород	21.10.2016	210		
12009089	Є1lm	Ивангород	11.09.2018	202-247		
12301074	Є1lm	Кингисепп	29.12.2014		0,858	
12301074	Є1lm	Кингисепп	09.11.2016	228	1,4	
12301074	Є1lm	Кингисепп	21.09.2017		1,4	0,2
12301074	Є1lm	Кингисепп	12.09.2018	220-288	0,5	
12016113	Є-О	Большие Поля	05.10.2018		1,38-1,93	
12016102	Є-О	Сосновка	29.12.2014		0,62	
12016102	Є-О	Сосновка	19.09.2017		0,4	
12316076	Є-О	Сланцы	19.09.2017		0,49	0,26
12316076	Є-О	Сланцы	28.09.2018		0,32	

На территории Эстонии химический состав подземных вод ордовикского, кембро-ордовикского и ломоносовского водоносных горизонтов стабилен. Запущен Проект «LIFE IP CleanEST 2019-2029», рассчитанный на 10 лет, где будут исследованы воды затопленных шахт и карьер на приграничной территории Эстонии.

В 2018 г проведена работа «*Исследование опасных веществ в подземных водах первых водоносных горизонтов*». Опробовано 40 скважин (по всей Эстонии), определялись 372 вещества. В одной скважине на приграничной территории (№3537) выявлены лекарства кофеин – 0,46 нг/л; и гемфиброзил 2,14 нг/л. В 3-х скважинах выявлены толуол, нафталин, ПАВ, мышьяк, барий в количествах, превышающих пороговые значения или ПДК (превышения выделены цветом):

Analüüsitud aine	Ühik	19511	3537	19522
Tolueen	µg/l	0.11	<0.1	<0.1
Naftaleen	µg/l	<0.005	<0.005	0.007
Monooktüültina-katioon (MOT)	µg/l	<0.005	0.023	<0.005
Perfluoro-n-heksaanhape (PFHxA)	µg/l	<0.0014	0.0086	<0.0014
Arseen (As)	µg/l	0.26	0.29	6.1
Baarium (Ba)	µg/l	5400	2500	5900

Выводы

- Изменения уровня подземных вод кембро-ордовикского и ордовикского водоносных комплексов в преобладающем ряде случаев связаны с естественным питанием. В целом, в 2018 году отмечается снижение уровней подземных вод.
- На российской стороне в 2018 году произошло полное затопление выработанного пространства шахт на Сланцевском шахтном поле и полное восстановление уровней подземных вод ордовикского и кембро-ордовикского водоносных комплексов.
- Состояние ломоносовского горизонта обусловлено взаимным гидродинамическим влиянием добычи подземных вод и в настоящее время находится в пределах допустимых границ.
- В 2018 году устойчивого загрязнения подземных водных объектов не обнаружено. Единичные отклонения от норм по ряду компонентов носят хаотичный характер и будут контролироваться дальнейшими исследованиями.

Автор
Пакудина В.Н.
Начальник отдела подземных вод
РЦ ГМСН СЗФО
«Гидрогеологическая экспедиция 29 района»

Согласовано с Индреком Таммом,
гидрогеологом Эстонского центра исследований окружающей среды.