

**СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ  
РАСПОЛОЖЕНИЯ НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АЭС****В. Л. Бочаров, А. Я. Смирнова, А. Э. Курилович***Воронежский государственный университет**Поступила в редакцию 11 января 2011 г.*

**Аннотация.** *Изучены геологические структуры, их стратификация, литолого-минералогическое наполнение, гидрогеологические и инженерно-геологические условия района Нововоронежской АЭС. Определено, что устойчивое состояние геологической среды, существующее со времени начала строительства первого энергоблока и в течение последующих 46 лет работы атомной электростанции, не препятствует продлению срока функционирования III–V энергоблоков и ввода в строй новых современных более мощных энергоблоков Нововоронежской АЭС-2.*

**Ключевые слова:** *Нововоронежская АЭС, ядерная энергетика, энергетическая и экологическая безопасность, энергоблок, геологическая среда, подземные воды, инженерно-геологические условия, мониторинг.*

**Abstract.** *Geological structures, their stratification, litologo-mineralogical filling, hydrogeological and engineer-geological terms of district of Novovoronezhskoy of AES, are studied. It is certain that the stable state of geological environment, existing since beginning of building of the first power unit and during subsequent 46 years of work of nuclear power plant, does not hinder the extension of term of functioning of III–V of power units and recommission of new modern more powerful power units.*

**Key words:** *Novovoronezh atomic power plant, nuclear energy, power and ecological safety, power unit, geological environment, underwaters are, engineers-geological terms, monitoring*

**Введение**

Ядерная энергетика в мировом производстве электроэнергии занимает видное место, достигнув примерного паритета с гидроэнергетикой. В 1981–1987 гг. около половины общемирового прироста производства электроэнергии происходило за счет строительства АЭС [11]. После Чернобыльской аварии в 1986 г. темпы роста ядерной энергетики существенно снизились, и она вступила в новый, более сложный для нее период развития [5].

К началу 90-х гг. XX в. в России функционировало девять промышленных атомных электростанций, суммарная мощность которых составляла 20,242 МВт. Доля атомной энергии в общем балансе ее производства в России составляла чуть более 11 % [13].

Однако растущий спрос на энергию и все более широкая осведомленность об экологических выгодах чистой ядерной энергии создают в настоящее время основу для возрождения ядерной энергетики в крупных масштабах. Она может способствовать решению антикризисных проблем, а

так же проблем связанных с энергетической и экологической безопасностью, ускоренным экономическим развитием, улучшения качества окружающей среды и жизни населения. Поэтому принятой в 2006 г. Федеральной целевой программой «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России» намечено увеличение доли ядерной энергии в общем энергетическом балансе к 2025 г. до 20–25 % [13].

Для этой цели будут построены новые атомные электростанции, а также расширены существующие станции за счет строительства новых, современных ядерных реакторов, со значительной большей мощностью и с более высокой эффективностью топлива использования, и как следствие, высоким уровнем экологической безопасности.

**Нововоронежская АЭС: современное  
состояние геологической среды**

Нововоронежской АЭС находится на первой левобережной надпойменной террасе р. Дон в 42 км южнее г. Воронежа (рис. 1).

Поверхность площадки имеет слабый пологий наклон в сторону поймы реки, абсолютные отметки её меняются от 109 до 112 м. Энергетический пуск первого блока ВВЭР-210 с электрической



Рис. 1. Общий вид Нововоронежской АЭС. Интернет-фото

мощностью 210 МВт состоялся в 1964 г. На тот момент времени это была самая мощная ядерная энергетическая установка в мире (210 МВт) и первая в стране. Второй энергоблок ВВЭР-365 был запущен в 1969 г. Третий и четвертый блоки с реакторами ВВЭР-440 стали вырабатывать электроэнергию с 1971 и 1972 гг. соответственно. Последний, самый мощный ВВЭР-1000 был запущен в 1980 г. В настоящее время после вывода из эксплуатации в 1984 г. первых двух блоков функционируют третий, четвертый, пятый блоки с суммарной мощностью 1874 МВт. При этом продолжительность работы третьего и четвертого блоков продлена до 2015 г.

В 2006 г. начато строительство Нововоронежской АЭС-2 с мощными энергетическими установками третьего поколения ВВЭР-1200.

Нововоронежская АЭС является одним из лидеров отечественной атомной электроэнергетики и характеризуется высокой степенью эффективности и экологичности [3]. Промышленная площадка Нововоронежской атомной электростанции находится в пределах первой левобережной надпойменной террасы р. Дон эрозионно-аккумулятивного генезиса. Поверхность площадки имеет слабый пологий наклон в сторону поймы р. Дон. Абсолютные отметки её меняются от 109 до 112 м. На участке пятого энергоблока поверхность спланирована на отметке 98 м [9].

В геологическом строении района Нововоронежской АЭС участвуют кристаллические породы архей-протерозойского возраста, отложения

девонской системы, слагающие цоколь террасы, а также перекрывающие их рыхлые неогеновые и четвертичные отложения [8, 12, 14]. Архей-протерозойский фундамент (AR-PR) представлен гранито-гнейсами и кристаллическими сланцами, залегающими на глубинах 120–150 м. Кристаллический фундамент осложнен разломами северо-западной и юго-восточной ориентировки и более мелкими разнопорядковыми тектоническими нарушениями. Тектоническая раздробленность кристаллической коры по мнению Л.И. Надежка [6, 7] определяет характер современной сейсмичности.

На фундаменте с угловым и стратиграфическим несогласием залегают терригенно-карбонатные отложения ниже- и верхнецигровской подлиты верхнего девона ( $D_{3sc}$ ). Кровля этих отложений вскрывается на глубинах 18–27 м с абсолютными отметками 82,1–84,4 м. В разрезе девонских отложений преобладают известняки плотные, крепкие, местами трещиноватые. На девонских породах фрагментарно залегают маломощные останцы нижнего карбона, представленные серыми глинами, реже разнозернистыми песками барремского яруса ( $K_{1br}$ ).

Неогеновые отложения включают породы кривоборской свиты верхнего плиоцена ( $aIN_3^2kr$ ). Отложения свиты с размывом залегают на верхнедевонских известняках и нижнемеловых глинах. Кровля неогеновых отложений вскрыта скважинами на глубине 32–38 м, абсолютные отметки кровли варьируют в пределах 82,5–92,5 м. Разрез неогена слагают пески преимущественно кварц-

полевошпатового состава от мелкозернистых до гравелистых (в нижней части).

Четвертичные отложения (Q) залегают на размытой кровле коренных пород. Разрез четвертичных отложений представлен главным образом песками. Флювиогляциальные пески с гравием хронологически соответствуют времени донского ледника ( $f^{os}Idns$ ). Мощность песчаных пород составляет 42–50 м. Образования второй надпойменной террасы (a2tII) сформированы среднезернистыми песками с прослоями суглинков и глин. В основании второй террасы залегают гравелистые и крупнозернистые пески. Общая мощность отложений второй террасы 8–10 м. Аллювиальные отложения первой надпойменной террасы (altIII) включают пески от пылеватых до гравелистых кварц-полевошпатового состава, местами с прослоями и линзами глин, супеси и суглинков. Мощность их колеблется от 8 до 16 м. Современный отдел представлен техногенными образованиями (thQIV), в основном песками и известково-глинистым материалом мощностью от 0,3 до 0,7 м.

В гидрогеологическом отношении район Нововоронежской АЭС характеризуется наличием двух водоносных горизонтов: четвертичного и верхнедевонского (рис. 2). Водовмещающими породами четвертичного горизонта являются аллювиальные пески первой надпойменной террасы. Мощность обводненных песков изменяются от 7 до 8 м, коэффициент фильтрации составляет около 10 м/сут. Горизонт безнапорный, абсолютные отметки уровня составляют 87,5–89,0 м. На участке третьего и четвертого энергоблоков амплитуда колебания уровня грунтовых вод составляет 0,3–0,4 м. При движении к пойме реки она возрастает до 0,6 м. Многолетняя амплитуда колебания уровня грунтовых вод четвертичного водоносного горизонта находится в пределах 0,3–0,6 м [10]. Первое значение стабильно выдерживается; оно обусловлено влиянием техногенного фактора, в основном режимом работы водопонижительных установок. По-видимому, предложенная система работы дренажных сооружений способствует поддержанию колебания уровня воды в интервале 0,3–0,4 м. По химическому составу подземные воды четвертичного водоносного горизонта относятся к гидрокарбонатно-сульфатному кальциевому классу с минерализацией от 0,2 до 0,3 г/дм<sup>3</sup> (табл. 1). В подземных водах постоянно присутствуют активные соли азота в незначительных количествах (сумма солей не превышает 22 мг/дм<sup>3</sup>, причем более 90 % массы приходится на нитрат-

ион). Присутствие тяжелые металлы (железо и марганец) отмечено во всех исследуемых скважинах, но их концентрации также не превышают предельно допустимых концентраций.

Девонский напорный водоносный горизонт является основным эксплуатируемым водным объектом. Водовмещающие породы представлены трещиноватыми верхнешигровскими известняками. Коэффициент фильтрации подземных вод изменяется от 0,5 до 30,5 м/сут, высота напора составляет 9–11 м, пьезометрический уровень зафиксирован на отметках 88–89,5 м. По основным гидрохимическим показателям подземные воды относятся к гидрокарбонатно-сульфатному кальциево-натриевому классу. Из группы микроэлементов отмечено присутствие железа и марганца и в крайне незначительных нитрат-иона (3,5–3,8 мг/дм<sup>3</sup>). Подземные воды девонского горизонта отличаются высокой степенью гидрогеохимической устойчивости. Вариации содержаний в отдельных скважинах по всем компонентам и показателям крайне незначительны, а сами концентрации не выходят за пределы предельно-допустимых для воды хозяйственно-питьевого назначения [1].

Подземные воды относятся к группе пресных, с невысокой минерализацией, устойчиво меньшей на 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Они умеренно мягкие (3,9–4,4 ммоль/дм<sup>3</sup>), со слабо щелочной реакцией (рН 7,4–7,4; общая щелочность 4,1–4,6 мг-экв). По основным гидрохимическим показателям подземные воды относятся к гидрокарбонатно-сульфатному кальциево-натриевому классу (табл. 2).

Из группы микроэлементов отмечено на уровне чувствительности анализа присутствие железа и марганца. Примечательно, что из активных солей азота достаточно надежно обнаружен только нитрат-ион в крайне незначительных количествах (3,5–3,8 мг/дм<sup>3</sup>). Фтор и полифосфаты присутствуют в подземных водах, однако их концентрация крайне малы. Подземные воды верхнешигровского горизонта отличаются высокой степенью гидрогеохимической устойчивости. Вариации содержаний в отдельных скважинах по всем компонентам и показателям крайне незначительны, а сами концентрации не выходят за пределы предельно-допустимых для воды хозяйственно-питьевого назначения (см. табл. 2).

Гидрогеодинамика для промышленной площадки Нововоронежской атомной электростанции может рассматриваться в границах трехслойной фильтрационной модели, состоящей из двух водоносных горизонтов – четвертичного и верхнеде-

Химический состав подземных вод четвертичного водоносного горизонта  
(городской водозабор № 1)

Компоненты	Единицы измерения	Скважины						ПДК
		14а	14б	15	15а	16	16а	
рН		6,8	6,85	6,9	6,9	6,85	7,0	6-9
Окисляемость	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	0,4	0,45	0,5	0,5	0,45	0,4	0,5
Жесткость общая	ммоль/дм <sup>3</sup>	4,2	4,4	4,3	4,3	4,5	4,4	7,0
Щелочность	мг-экв	4,0	4,2	4,1	4,3	4,0	4,0	5,0
Минерализация	г/дм <sup>3</sup>	0,29	0,29	0,28	0,27	0,28	0,28	1,0
Кальций	мг/дм <sup>3</sup>	45,5	48,3	49,2	51,2	52,2	50,0	200,0
Магний	мг/дм <sup>3</sup>	10,8	10,4	12,2	10,8	12,9	12,8	200,0
Натрий+калий	мг/дм <sup>3</sup>	80,4	82,2	78,4	70,3	74,3	76,4	200,0
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	20,5	22,4	21,0	20,4	19,6	21,7	350,0
Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	62,2	64,1	60,0	55,9	57,7	51,3	500,0
Гидрокарбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	48,8	44,4	48,2	52,2	54,1	56,0	200,0
Железо общее	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,12	0,12	0,15	0,18	0,14	0,3
Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	0,03	0,06	0,02	0,04	0,05	0,05	0,1
Нитрит	мг/дм <sup>3</sup>	0,12	0,1	0,08	0,1	0,15	0,2	2,0
Нитрат	мг/дм <sup>3</sup>	21,0	18,0	12,1	10,2	6,5	7,0	45,0
Аммоний	мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,07	0,1	0,12	0,15	0,1	2,0
Фтор	мг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,15	0,11	0,11	0,18	0,12	1,5
Полифосфаты	мг/дм <sup>3</sup>	0,32	0,34	0,28	0,18	0,18	0,2	3,5

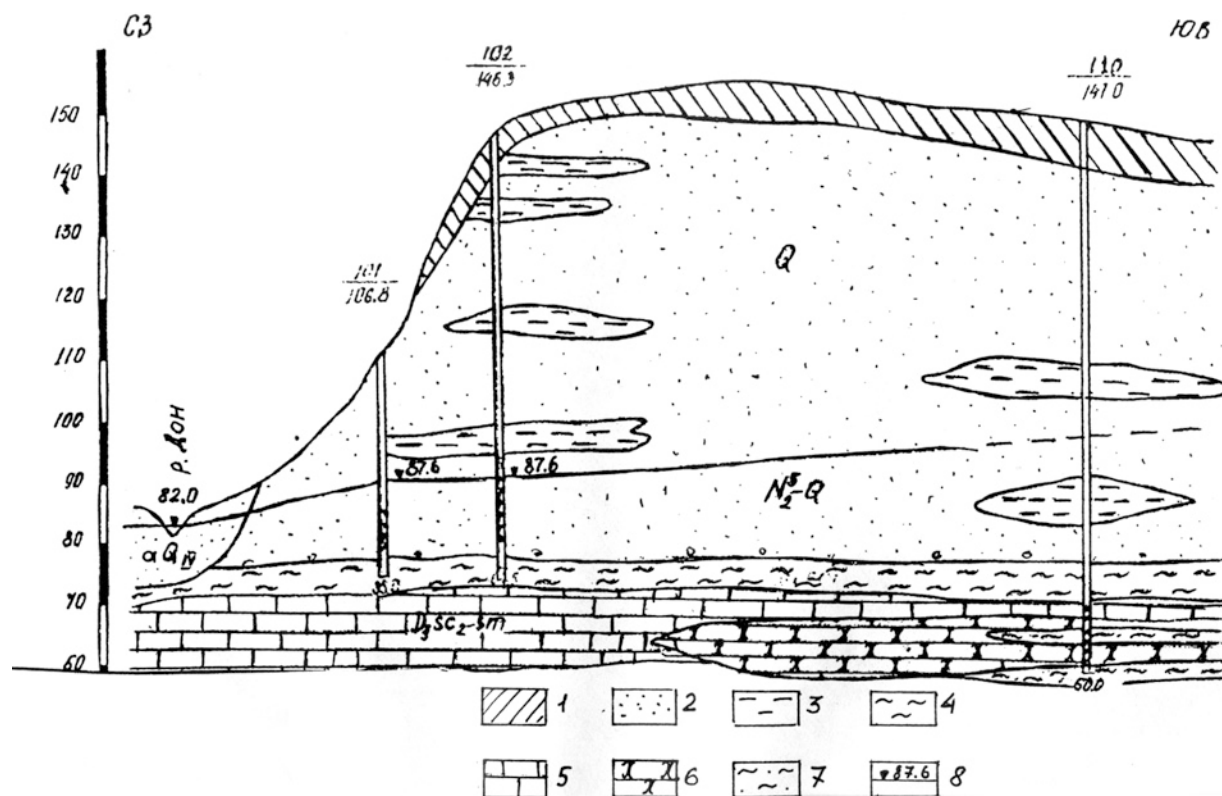


Рис. 2. Схематический гидрогеологический разрез площадки НВАЭС: 1 – суглинки, 2 – песок, 3 – глины, 4 – известняк выветрелый, 5 – известняк, 6 – песчаник, 7 – алевроит, 8 – уровень грунтовых вод и его абсолютная отметка

Химический состав подземных вод верхнещигровского водоносного горизонта (водозабор «Промышленная зона»)

Компоненты	Единицы измерения	Скважины						ПДК
		1	1а	1б	3	3а	3б	
рН		7,3	7,3	7,25	7,35	7,2	7,43	6-9
Окисляемость	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	0,45	0,46	0,48	0,5	0,43	0,46	0,5
Жесткость общая	ммоль/дм <sup>3</sup>	3,9	4,1	4,3	4,2	4,4	4,4	7,0
Щелочность	мг-экв	4,6	4,6	4,4	4,5	4,1	4,1	5,0
Минерализация	г/дм <sup>3</sup>	0,28	0,28	0,29	0,28	0,27	0,27	1,0
Кальций	мг/дм <sup>3</sup>	66,0	66,0	65,0	68,0	64,1	64,0	200,0
Магний	мг/дм <sup>3</sup>	7,3	9,7	12,1	10,3	13,3	13,3	200,0
Натрий+калий	мг/дм <sup>3</sup>	52,1	53,2	54,4	52,6	54,2	54,8	200,0
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	13,7	13,7	12,9	12,9	12,9	12,9	350,0
Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	33,4	27,0	31,9	45,1	46,7	41,4	500,0
Гидрокарбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	69,5	72,1	73,0	69,9	69,2	70,3	200,0
Железо общее	мг/дм <sup>3</sup>	0,02	–	0,02	–	–	–	0,3
Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	0,01	–	0,01	–	–	–	0,1
Нитрит	мг/дм <sup>3</sup>	0,02	–	–	–	–	0,01	2,0
Нитрат	мг/дм <sup>3</sup>	3,5	3,8	3,7	3,8	3,7	3,8	45,0
Аммоний	мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,02	0,01	0,03	–	0,02	2,0
Фтор	мг/дм <sup>3</sup>	0,11	0,11	0,11	0,11	0,13	0,11	1,5
Полифосфаты	мг/дм <sup>3</sup>	0,48	0,48	0,5	0,48	0,48	0,57	3,5

Примечание: прочерк означает, что данный компонент не обнаружен.

вонского, разделенных слабопроницаемым слоем глинистых пород [4]. Среднее значение отметки подошвы нижнего водоносного горизонта (кровли нижнещигровских глин) составило 65 м. Эта величина была принята за начало отсчета относительных уровней подземных вод и относительных отметок границ инженерно геологических элементов. Трещиноватые известняки нижнего водоносного горизонта и верхнещигровские глины промежуточного слоя по фильтрационным свойствам были приняты однородными. В пределах промышленной площадки интенсивность атмосферного питания принималась равной 20 мм/год. Дебит водозабора «Промышленная зона» из нижнего водоносного горизонта оценивается равным 6000 м<sup>3</sup>/сут.

Разработанная и уточненная модель была использована для прогноза изменений гидрогеологических условий применительно к различным вариантам эксплуатации сооружений Нововоронежской атомной электростанции [2, 4]. Рассмотрен вариант эксплуатации пятого блока атомной электростанции при современной интенсивности техногенной инфильтрации. Целью данного расчета была оценка влияния водозабора «Промышленная

зона», эксплуатирующего нижний водоносный горизонт, на окружающую среду. Результаты расчета показали, что эксплуатация водозабора практически не сказывается на уровне грунтовых вод верхнего водоносного горизонта. Для нижнего водоносного горизонта радиус влияния водозабора составляет около 2 км с максимальным понижением напора в районе водозабора на 4 м. Как показали расчеты, эксплуатация водозабора интенсивностью 6000 м<sup>3</sup>/сут. увеличивает максимальную разность напоров на промышленной площадке на 1,4–4 м. Данные прогнозных расчетов показали, что при нормативной интенсивности техногенных утечек из сооружений действующих блоков, повышение уровня воды в верхнем горизонте не создаст угрозы подтопления сооружений пятого блока. Расчетный градиент фильтрационного напора в раздельном слое глин на два порядка меньше критического, что обеспечивает суффозионную устойчивость раздельного слоя глин [4].

С учетом анализа инженерно-геологических условий, литологического состава и физико-механических свойств грунтов в пределах промышленной зоны Нововоронежской АЭС выделены следующие геологические тела, осредненные по стра-

тиграфическому и литологическому принципу (рис. 3).

А. Современные отложения, включающие 1 – техногенные образования (тН), представленные песчаными, в меньшей степени, глинистыми грунтами со значительным содержанием строительного мусора.

Б. Отложения первой и второй надпойменных террас р. Дон, соответственно являющиеся основанием зданий и сооружений энергоблоков III, IV и V и представленные 2 – песками ( $a^{1-2}Q_{III}$ ) мелкими (м), средней крупности (с), крупными (к) средней плотности и плотными, с отдельными прослоями рыхлых, от маловлажных до насыщенных водой, глинистыми. Пески распространены повсеместно и залегают на коренных верхнедевонских известняках под техногенными образованиями и отложениями почвенно-растительного слоя; 3 – глинами ( $a^{1-2}Q_{III}$ ) от тугопластичных до твердых; 4 – суглинками ( $a^{1-2}Q_{III}$ ) от мягкопластичных до твердых; 5 – супесями ( $a^{1-2}Q_{III}$ ) от твердых до пластичных.

Глинистые грунты залегают в песчаной толще в виде прослоев и линз различной мощности (от нескольких сантиметров до 3 метров).

В. Девонские отложения верхнешигровской подсвиты, представленные 6 – глинами (D3sc2) от тугопластичных до твердых мощностью 0,2–4,3 м. Они имеют выдержанное распространение, залегают на известняках того же возраста и перекрываются аллювиальными отложениями первой и второй надпойменных террас; 7 – известняками (D3sc2) трещиноватыми, вскрытыми на несколько метров. Эти породы характеризуются плотной текстурой, местами трещиноватые, прочные: предел прочности на одноосное сжатие в среднем составляет 100 МПа.

Расчетные значения показателей физико-механических свойств для инженерно-геологических элементов, выделенных в активной зоне основания сооружений соответственно составляют: для песчаных грунтов – модуль деформации от 5,6 до 30 МПа, угол внутреннего трения от 26 до 30°, удельное сцепление от 0 до 4 кПа; для глинистых четвертичных грунтов соответственно 17–30 МПа, 18–24°, 8–68 кПа, для девонских глин – 8,7–24 МПа, 9–19°, 111 кПа.

Признаков проявления геологических процессов, негативно влияющих на устойчивость зданий и сооружений, не отмечено.

Таким образом, можно считать, что геологические условия промышленной площадки Нововоронежской АЭС отличаются устойчивостью по

отношению к внешним естественным и техногенным факторам воздействия и не препятствуют продлению сроков эксплуатации существующих энергоблоков.

## Выводы

Более чем полувековая история развития ядерной энергетики однозначно свидетельствует о том, что вопросы безопасности в ядерных энергетических объектах однозначно должны стоять на первом месте и только потом собственно выработка электроэнергии. Главный критерий при выборе концепции безопасности – обеспечить устойчивый режим функционирования АЭС с уровнем безопасности, базирующемся на принципе глубоко эшелонированной защиты, соответствующей лучшим мировым показателям. В принятой Федеральной целевой программе [13] предпочтение отдается освоенным технологиям получения ядерной электроэнергии на основе модифицированных тепловых реакторов с водой под давлением (ВВЭР) и реакторов большой мощности канальных (РБМК). Вместе с тем ставится проблема продолжения эксплуатации уже существующих АЭС, поскольку успешное выполнение принятой Федеральной целевой программы без решения этой проблемы весьма затруднительно.

Многолетний опыт эксплуатации Нововоронежской АЭС показывает, что состояние геологической среды в районе расположения атомного энергетического объекта остается стабильно безопасным. Не зафиксировано никаких негативных изменений ни в геологических структурах и горных породах, их наполняющих, ни в составе и динамике циркулирующих подземных водных потоков, ни в инженерно-геологических условиях. Современное состояние геологической среды не препятствует дальнейшей работе существующих энергоблоков Нововоронежской АЭС и завершению строительства Нововоронежской АЭС-2. Необходимое условие – эффективное функционирование сети комплексного геолого-геофизического мониторинга.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бочаров В. Л. Факторный анализ в гидрогеохимических исследованиях района Нововоронежской АЭС / В. Л. Бочаров, В. Г. Бунеева, Ю. М. Зинюков // Применение ЭВМ при гидрогеохимическом моделировании. Тез. докл. Всесоюз. семинара. – Л.: Ленинград. ун-т, 1991. – С. 38–39.
2. Бочаров В. Л. Влияние водохранилищ и АЭС на подземные воды / В. Л. Бочаров, А. Я. Смирнова, М. Н. Бугреева // Научное чтение. Всеурал. совещ. по

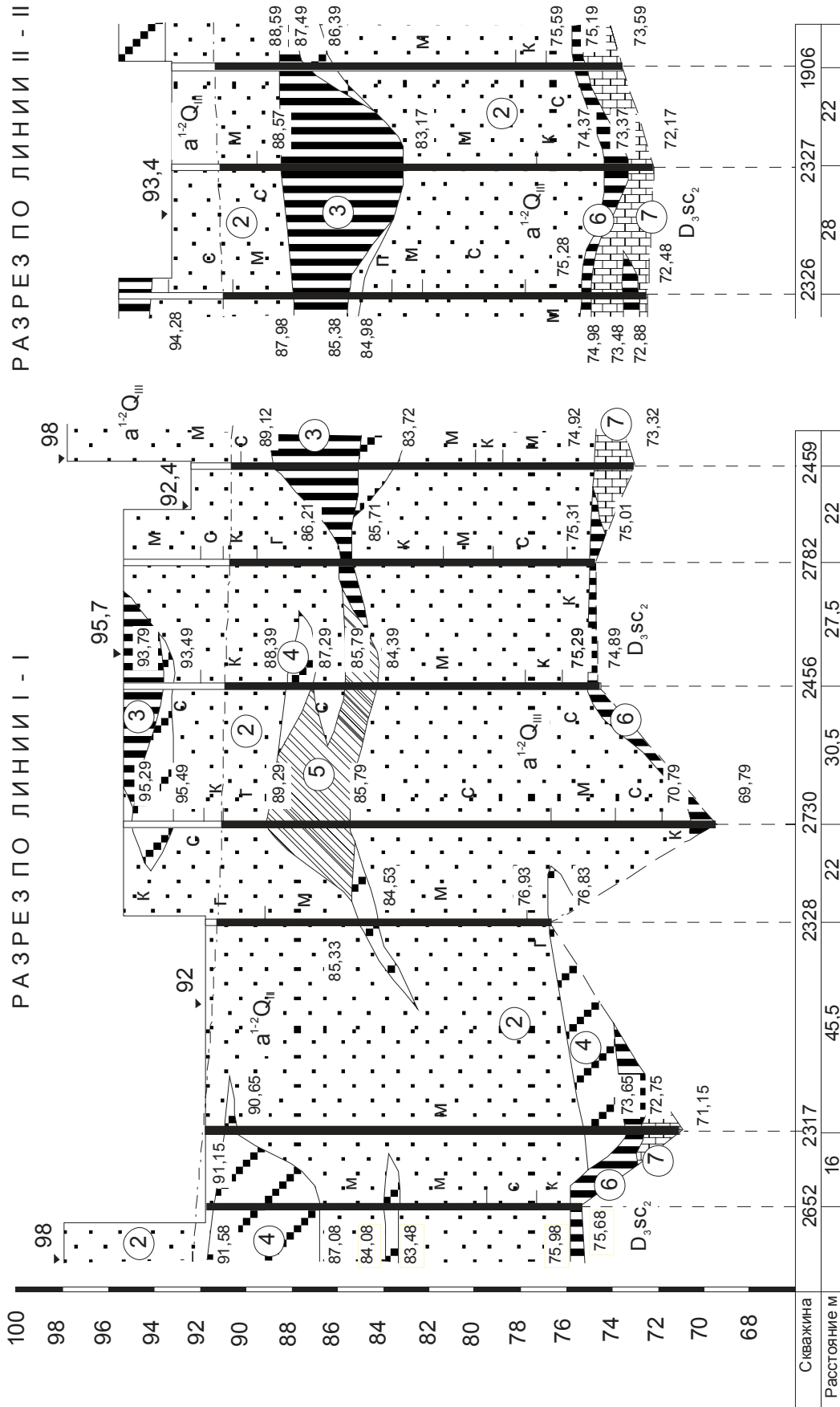


Рис. 3. Инженерно-геологические разрезы по промышленной зоне Нововоронежской АЭС (линии I-I -- II-II)



подземным водам Урала и сопредел. территории. Тез. докл. – Пермь : Перм. ун-т, 1994. – С. 69–70.

3. *Бочаров В. Л.* Экологическая безопасность атомных электростанций Центральной России / В. Л. Бочаров // Междунар. науч. конф. «Биологические проблемы устойчивого развития природных экосистем». Тез. докл. Часть 1. – Воронеж : Воронеж. ун-т, 1996. – С. 19–21.

4. *Готлиф А. А.* Численное моделирование фильтрационных потоков в основаниях энергетических объектов // А. А. Готлиф, В. Д. Озерова, В. С. Прокопович // Основания, фундаменты и механика грунтов, 1997. – С. 10–14.

5. *Елагин Ю. П.* Реакторные установки отечественных АЭС / Ю. П. Елагин. – М. : ЦОИ, 1992. – 37 с.

6. *Надежка Л. И.* Тектоническая раздробленность кристалл. коры и характер современной сейсмичности территории Воронеж. кристалл. массива / Л. И. Надежка, М. А. Ефременко, О. М. Ипполитов // Геологические опасности. Мат. XV Всеросс. конф. с Междунар. участ. – Архангельск : Ин-т эколог. пробл. Севера, 2009. – С. 324–327.

7. *Надежка Л. И.* О возможных причинах локальных землетрясений на территории Воронежского кристаллического массива / Л. И. Надежка [и др.] // Свойства, структура, динамика и минерагения литосферы Восточно-Европейской платформы. Мат. XVI Междунар. конф. Т. 2. – Воронеж : Научная книга, 2010. – С. 73–76.

8. *Савко А. Д.* Геология Воронежской антеклизы / А. Д. Савко // Труды НИИ Геологии Воронеж. ун-та. – Воронеж : Воронеж. ун-т, 2002. – Вып. 2. – 165 с.

9. *Смирнова А. Я.* Эколого-гидрогеохимические условия и геофизические свойства пород в зоне влияния Нововоронежской АЭС / А. Я. Смирнова, В. Л. Бочаров, А. П. Тарков // Природные ресурсы Воронежской области, их воспроизводство, мониторинг и охрана. – Воронеж : Воронеж. ун-т, 1995. – С. 55–57.

10. *Смирнова А. Я.* Оценка уровненного режима грунтовых вод и теплового загрязнения р. Дон в районе Нововоронежской АЭС по сообществам низших растений / А. Я. Смирнова, Г. А. Анциферова, Л. Н. Строгонова // Вестник Воронеж. ун-та. Сер.: Геол. – 2006. – № 1. – С. 207–216.

11. *Тихонов М. Н.* Ядерные энергетические установки: постижение реальности / М. Н. Тихонов, М. И. Рылов // Теоретическая и прикладная экология. – 2009. – № 3. – С. 48–56.

12. *Трегуб А. И.* Неотектоника территории Воронежского кристаллического массива / А. И. Трегуб. – Воронеж : Воронеж. ун-т, 2002. – 220 с.

13. Федеральная целевая программа «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007–2010 годы и на перспективу до 2015 года» // Постановление Правительства Российской Федерации от 6 октября 2006 г. – М., 2006. – № 605. – 155 с.

14. *Холмовой Г. В.* Неоген-четвертичный аллювий и полезные ископаемые Верхнего Дона / Г. В. Холмовой. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1993. – 98 с.

*Воронежский государственный университет*

*В. Л. Бочаров, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии*  
*gidrogeol@mail.ru*

*Тел. 8 (473) 220-89-80*

*А. Я. Смирнова, профессор кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии, доктор географических наук*  
*gidrogeol@mail.ru*

*Тел. 8 (473) 220-89-80*

*А. Э. Курилович, доцент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии, кандидат геолого-минералогических наук*  
*gidrogeol@mail.ru*

*Тел. 8 (473) 220-89-80*

*Voronezh State University*

*V. L. Bocharov, Doctor of Geology-Mineralogical Sciences, Professor, Head of Chair of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology*  
*gidrogeol@mail.ru*

*Tel. 8 (473) 220-89-80*

*A. Ya. Smirnova, Doctor of Geographical Sciences, Professor of Chair Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology*  
*gidrogeol@mail.ru*

*Tel. 8 (473) 220-89-80*

*A. E. Kyrilovich, Associate Professor, Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology, Candidate of Geology-Mineralogical Science*  
*gidrogeol@mail.ru*

*Tel. 8 (473) 220-89-80*