

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ПЕСЧАНЫХ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОКРЕСТНОСТЕЙ г. БОРИСОГЛЕБСКА

С. В. Мануковский

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 24 сентября 2010 г.

Аннотация. В геологическом строении левобережья р. Вороны участвуют образования среднего и верхнего звеньев квартера. С первыми связано Баклушинское месторождение строительных песков, приуроченное к аллювию третьей надпойменной террасы (а3 II ms). Со вторыми – месторождения Станичное формовочных и Чигорак-2 строительных песков, приуроченные к аллювию второй надпойменной террасы (а2 III mk-kl). Последнее рассматривается наиболее детально.

Ключевые слова: четвертичные отложения, аллювиальные террасы, строительные пески, модуль крупности, запасы.

Abstract. Formations of the middle and the upper quarter participate in the geological structure of the left bank of river Vorona. To the first Baklushinskoe deposit of building sands timed to the alluvium of the third terrace (a3 II ms) is related. To the second deposits Stanichnoe of forming sands and Chigorak-2 of building sands timed to the alluvium of the second terrace (a2 III mk-kl) are related. The last is considered the most in detail.

Key words: Quaternary deposits, alluvial terraces, building sands, module of largeness, supplies

Рассматриваемая территория расположена на северо-восточном склоне Воронежской антеклизы, в юго-восточной части Окско-Донской низменности. Основные водные артерии – реки Хопер и Ворона, протекающие в северо-восточном направлении. Левобережье Вороны представляет собой равнину, слабо расчлененную речной и овражно-балочной сетью. Наиболее низкие участки рельефа приурочены к осевой части ее долины, урез воды изменяется от 89 до 85 м. Все реки территории – Ворона, Хопер и их более мелкие притоки принадлежат бассейну Дона.

С 60-х гг. прошлого столетия началось проведение геолого-съёмочных работ масштабов 1 : 200 000 и 1 : 50 000. Ниже приводится перечень этих съёмок (табл. 1) и характеристика их основных результатов.

В период с 1958 по 1963 г. Е. А. Шуминой и А. А. Смирновым проведена комплексная геологическая съёмка масштаба 1 : 200 000 листа М-38-І, в результате которой составлен комплект геологических и гидрогеологических карт; среди четвертичных отложений впервые выделен комплекс четырех террас и флювиогляциальные отложения времени максимального распространения днепровского ледника.

В 1960–1970-е гг. были разведаны и подсчитаны запасы различных видов строительных материалов (строительные пески, песчано-гравийные смеси). В настоящее время проводятся поисково-разведочные работы на нерудное сырье: разведаны и разрабатываются месторождения строительных песков, кирпичного сырья.

Таблица 1

Виды геолого-съёмочных работ

№ п/п	Вид съёмки	Год работы	Масштаб съёмки	Автор отчета
1	Комплексная геологическая	1958–1959	1 : 200 000	Шумилина Е. А.
2	Геологическая	1962–1963	1 : 200 000	Смирнов А. А.
3	Групповая гидрогеологическая и инженерно-геологическая	1981–1983	1 : 200 000	Шипилов В. И.

В 1995–1999 гг. В. Н. Пархоменко проведено геологическое и гидрогеологическое доизучение и инженерно-геологическая съемка масштаба 1 : 200 000 с эколого-геологическими исследованиями, которые послужили основой для оценки прогнозных ресурсов территории на все виды полезных ископаемых. Дан прогноз полезных ископаемых четвертичных и дочетвертичных образований, проведена оценка перспектив металлогении докембрийских метаморфогенных и магматических образований.

Кроме съемочных работ, также проводились изыскания месторождений строительных материалов. Поисковые площади, действующие и резервные месторождения строительных песков, рас-

положенные вблизи участка работ, были изучены при последующих работах.

На основании имеющихся данных по геологическому строению района, изученному при геолого-съемочных и гидрогеологических работах масштаба 1 : 200 000 и 1 : 50 000, для выявления месторождений строительных песков к перспективным были отнесены образования террас р. Вороны.

В результате поисковых работ, проведенных М. И. Ворониной в 1981 г. и Н. И. Ивановой в 1995 г. в 9 км к востоку от участка «Чигорак-2», было выявлено Баклушинское месторождение строительных песков, приуроченное к среднечетвертичному звену, к отложениям III надпойменной террасы р. Ворона (рис. 1).



Масштаб 1 : 100 000

- ▬ – участок «Чигорак-2»
- – участки:
 - 2 – Чигорак-1 (карьер № 1)
 - 3 – Карьер № 2
 - 5 – Борисоглебский
 - 6 – Звягинцевский
 - 7 – Южный
- △ – месторождения:
 - 1 – Баклушинское
 - 4 – Станичное

Рис. 1. Обзорная карта

Более поздними работами на Баклушинском месторождении Н. Ф. Гулюк в 1997 г. были проведены разведка и подсчет запасов, в результате чего была установлена мощность полезной толщи песков (от 1,9 до 4,4 м, при среднем значении 2,8); подтвержден ее возраст: она отнесена к отложениям третьей надпойменной террасы к московскому горизонту (a^3 II ms) среднего звена квартера; пески были отнесены к группе мелких и очень мелких (модуль крупности от 1,2 до 1,7, при среднем – 1,4); качество сырья соответствует ГОСТ 8736-93 (табл. 2).

Тогда же были обследованы кустарные карьеры в изучаемом районе. Карьер № 1 непосредственно примыкает своим юго-восточным бортом к поисковому участку «Чигорак-2» (в районе

буровой скважины 1). Добыча проводилась на площади в 38 тыс. м², мощность песков в эксплуатационной стенке карьера достигает 10 м. Пески относятся к отложениям второй надпойменной террасы и по качеству могут считаться перспективными для строительного сырья. На момент проведения поисково-оценочных работ карьер не эксплуатируется.

Карьер № 2 имеет площадь около 6 тыс. м², перспективным не считается, т. к. расположен в пойме р. Чигорак.

Во второй половине 1950-х гг. Г. Н. Соколовым проводились работы по поискам сырья для Борисоглебского котельно-механического завода. В результате на южной окраине г. Борисоглебска было открыто Станичное месторождение формо-

Таблица 2

Сведения о ближайших месторождениях, участках и карьерах

№	Название, местоположение	Удаленность от участка «Чигорак-2»	Возраст песков полезной толщи	Мощность полезной толщи	Качественная характеристика сырья	Запасы сырья
1	Месторождение Баклушинское, в 15 км северо-восточнее г. Борисоглебска	В 9 км на восток	a^3 II ms	1,9–4,4 м	Пески строительные, соответствуют требованиям ГОСТ 8736-93	C_2 -277,7 тыс. м ³
2	Участок «Чигорак-1» (карьер № 1), юго-западная окраина с. Чигорак	В 0,2 км на запад-северо-запад	a^2 III mk-kl	около 10 м	Пески мелко-зернистые: модуль крупности 1,5; фракция < 0,01 мм – от 0,2 до 13,1 %	Подсчет не проводился
3	Карьер № 2, западная окраина с. Чигорак	В 0,8 км на северо-запад	a IV	1,5–1,7 м	Пески мелко-, тонкозернистые: модуль крупности 1,4; фракция < 0,01 мм – от 1,2 до 4,6 %	Подсчет не проводился
4	Месторождение Станичное, южная окраина г. Борисоглебска	В 9 км на юго-юго-запад	a^2 III mk-kl	–	Пески формовочные, соответствуют требованиям ГОСТ 2138-91	A-102,4 B-84,1 тыс. т
5	Участок «Борисоглебский», в 0,5 км юго-восточнее г. Борисоглебска	В 9 км на юг	a^2 III mk-kl	–	Пески мелко-зернистые: модуль крупности 1,5; фракция < 0,01 мм – от 0,1 до 15,2 %	C_2 -20 млн м ³
6	Участок «Звягинцевский», в 10 км юго-восточнее г. Борисоглебска	В 19 км на юго-восток	a^2 III mk-kl	5–8 м	Пески мелко-, тонкозернистые: модуль крупности 1,2; фракция < 0,01 мм – от 0,1 до 30,9 %	Подсчет не проводился
7	Участок «Южный», южная окраина г. Борисоглебска	В 9,5 км на юго-юго-запад	a^2 III mk-kl	15 м	Пески формовочные, соответствуют требованиям ГОСТ 2138-91	C_1 -136 тыс. т

вочных песков, относящихся к отложениям II надпойменной террасы р. Вороны. Исследования на этом месторождении и его флангах продолжались Л. Х. Позовской в 1975 г. и В. Н. Хорошевым, И. А. Зубковым в 2004 г.

В 1986 г. Волгоградской ГРП проводились поисковые работы для расширения сырьевой базы для Борисоглебского котельно-механического завода в радиусе 10 км от предприятия. Среди отложений II надпойменной террасы р. Вороны были выделены два участка – Борисоглебский и Звягинцевский, площадью 4 и 3 км². Пески соответствуют по качеству ГОСТ 2138-91 – формовочные пески.

В 2004 г. Борисоглебским котельно-механическим заводом были инициированы поисково-оценочные работы на южном фланге Станичного месторождения. В результате была установлена перспективность участка «Южный», формовочные пески приурочены к отложениям II надпойменной террасы р. Вороны. Запасы участка могут служить сырьевой базой завода вместо практически отработанного месторождения Станичного.

В 2006 г. на левобережье р. Вороны С. В. Мануковским, В. К. Бартеневым были проведены поисково-оценочные работы на строительный песок. В качестве перспективной площади в пределах второй надпойменной террасы выбран участок, центр которого расположен в 4 км северо-восточнее г. Борисоглебска, в 0,2 км на юго-запад от юго-западной окраины с. Чигорак, в 780 м северо-западнее автомагистрали Борисоглебск–Чигорак, и имеет географические координаты 51° 25' 27" с. ш., 42° 07' 28" в. д.

В процессе проведения поисково-оценочных работ участок был оконтурен буровыми скважинами № 1–6 (рис. 2). Абсолютные отметки дневной поверхности, являющейся площадкой террасы, на территории участка изменяются от +103,1 до +104,7 м и плавно понижаются в западном направлении, к руслу р. Вороны и в северном – к руслу р. Чигорак.

Площадь участка составляет 4,3 га, размеры его сильно варьируют: ширина с юго-запада на северо-восток – от 75 до 150 м, протяженность с северо-запада на юго-восток – от 340 до 390 м.

На исследуемой территории четвертичные отложения распространены почти повсеместно, отсутствуя только на обрывистых участках и крутых склонах долин. Они перекрывают водоразделы, склоны речных долин и балок, выстилают днища долин и слагают террасы, представлены аллюви-

альными, субэральными, озерными и ледниковыми отложениями нижнего, среднего и верхнего звеньев неоплейстоцена, а также – голоцена.

Аллювиальные отложения второй надпойменной (боровской) террасы развиты в виде узких полос в долинах рек Вороны, Хопра. Залегают с размывом на породах девона и неогена. По гипсометрическому положению в разрезе, литологическому составу аллювий второй террасы делится на три уровня.

Аллювиальные отложения второй (боровской) надпойменной террасы объединенные (а² III mk + kl). Залегают с размывом на породах девона, неогена, отложениях нижнечетвертичного возраста. Мощность составляет 15–20 м. Превышение поверхности террасы над урезом рек – 20–25 м. Аллювий второй надпойменной террасы представлен в основном русловой фацией, сложенной разнозернистыми песками с редкими маломощными прослоями глины и суглинков, с хорошо выраженным базальным горизонтом.

Полезная толща участка «Чигорак-2» приурочена к объединенному микулинско-калининскому горизонту верхнего звена четвертичных образований [1], а именно, к отложениям второй террасы. Помимо отложений второй террасы, в геологическом строении района работ участвуют другие четвертичные образования.

Мощность аллювия второй террасы (до уровня грунтовых вод) на участке «Чигорак-2» по данным скважин, пробуренных по его периметру и в центре, составляет в среднем 13,4 м, изменяясь от 12,6 м (в скважине 3) до 14,0 (в скважине 5). Отмечается тенденция увеличения мощности продуктивных отложений от восточного и западного флангов к центру (табл. 3).

Отложения второй террасы сложены в основном песками: от серого цвета с коричневатым и желтоватым оттенками (преимущественно в верхней части полезной толщи) до светло-желтого цвета с зеленоватым и сероватым оттенками (в нижней части); мономиктовыми кварцевыми, с содержанием минерала от 92 до 97,4 %; разнозернистыми: преимущественно мелко-среднезернистыми (80 % проб), реже – средне-мелкозернистыми (20 % проб). Преобладающая среднезернистая фракция (0,25–0,5 мм) составляет 26–58 %, содержание мелкозернистой фракции (0,1–0,25 мм) колеблется от 14 до 47 %. В породе присутствует примесь крупнозернистой фракции (0,5–1,0 мм) в количестве от 3 до 20 % и тонкозернистой (0,05–0,1 мм) – от 3 до 10 %.

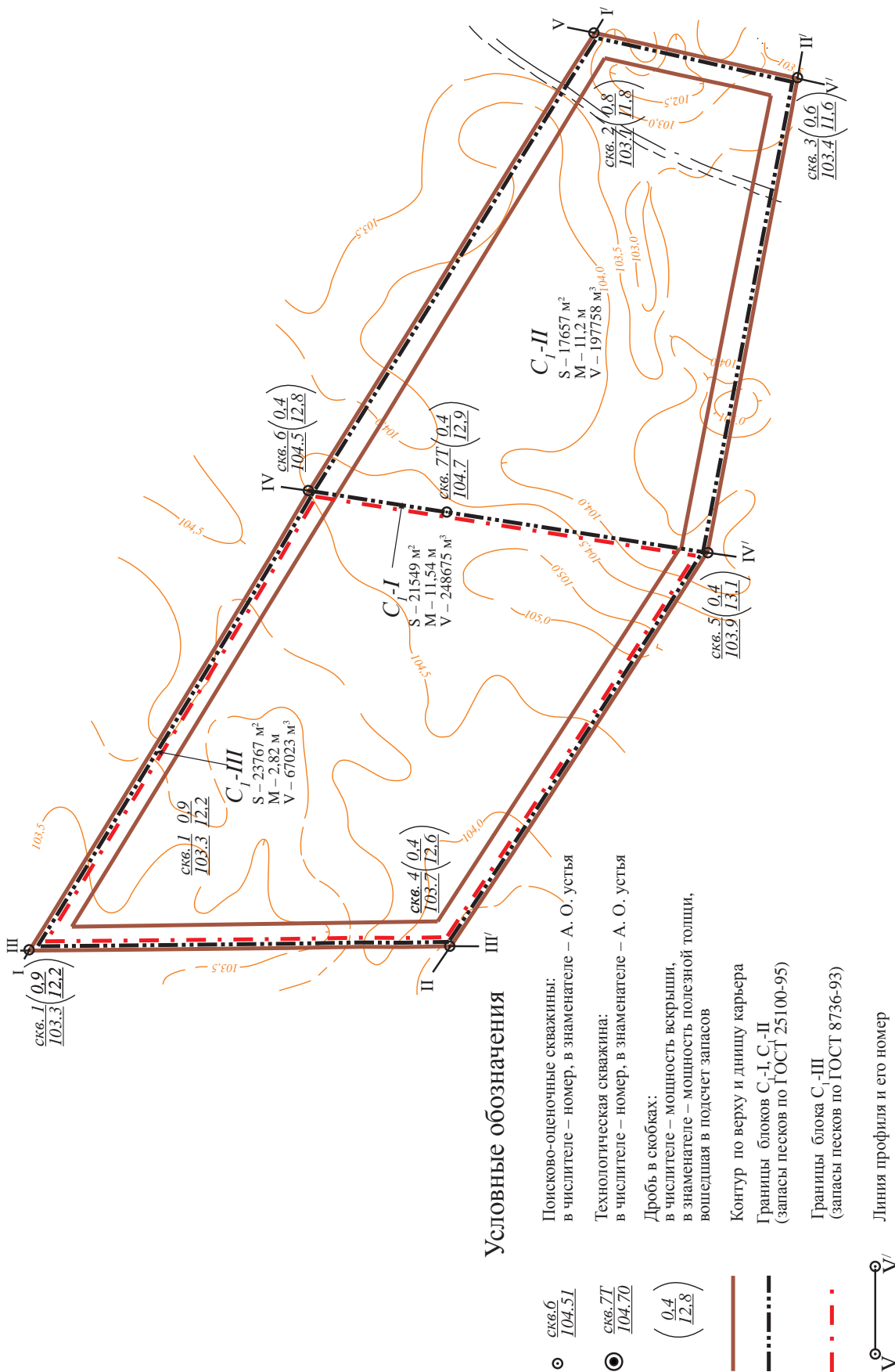


Рис. 2. План месторождения «Чиграк-2» с геологическими профилями и блоками подсчета запасов. Масштаб 1 : 2000

Изменение мощности полезной толщи и уровня грунтовых вод

Номера скважин	Абсолютная отметка устья, м	Мощность вскрыши, м	Уровень грунтовых вод, м	Глубина скважин, м	Абсолютная отметка УГВ, м	Мощность необводненной полезной толщи, м
1	103,3	0,9	14,1	14,4	89,2	13,2
2	103,1	0,8	13,6	14,4	89,5	12,8
3	103,4	0,6	13,2	14,4	90,2	12,6
4	103,7	0,4	14,0	14,4	89,7	13,6
5	104,0	0,4	14,5	14,4	89,5	14,0
6	104,5	0,4	14,2	14,4	90,3	13,8
7	104,7	0,4	14,3	14,4	90,4	13,9
Среднее	–	0,5	–	14,4	–	13,4

В средней части песчаной пачки отмечается прослой глин сильно запесоченных, переходящих в пески сильно глинистые. Его мощность изменяется от 0,6 (в скважине 5) до 2,0 м (в скважинах 4 и 6), глубина залегания кровли варьирует от 4,9 (в скважине 3) до 8,2 м (в скважине 7 т). Кроме этого глинистого пласта, в толще продуктивных песков встречаются более мелкие (от 1–2 см до 2–3 дм) глинистые прослои (рис. 3).

Наиболее характерный разрез полезной толщи на участке «Чигорак-2» можно привести по скважине 5 (табл. 4).

По данным физико-механических испытаний содержание пылевидных и глинистых частиц ($< 0,05$ мм) в песках колеблется от 4,62 до 20,36 %, содержание глины в комках изменяется от 0,03 до 0,11 %. По величине модуля крупности (0,95–1,61) пески относятся ко II классу к группе очень мелких.

Пески участка «Чигорак-2» по химическому составу характеризуются как кварцевые: содержание SiO_2 колеблется в пределах 96,70–97,05 %, Fe_2O_3 – от 0,85 до 1,04 %, CaO – 0,20–0,26 %, Na_2O – от 0,15 до 0,20 %, K_2O – от 0,28 до 0,33 %.

Таблица 4

Геологический разрез продуктивной толщи по скважине 5

Номер слоя	Геологический индекс	Описание пород	Интервал, м		Мощность, м
			от	до	
1	v, d IV	Почвенно-растительный слой с остатками растений, с включениями техногенного материала	0,0	0,4	0,4
2	a ² III mk-kl	Пески от темно-серых сверху, до серых в средней и нижней частях слоя, кварцевые, средне-мелкозернистые, глинистые в верхней половине	0,4	2,4	2,0
3	- // -	Пески серовато-желтые, кварцевые, средне-мелкозернистые, хорошо сортированные, слабо слюдястые	2,4	4,8	2,4
4	- // -	Глины (4,8–5,4 м) коричневые, сильно запесоченные, переходящие в пески глинистые; с глубины 5,4 м – пески коричневатожелтые, кварцевые, мелко-среднезернистые	4,8	6,4	1,6
5	- // -	Пески от желтых сверху, до зеленовато-желтых в нижней половине, кварцевые, средне-мелкозернистые, глинистые в основании	6,4	8,4	2,0
6	- // -	Глины коричневые, сильно запесоченные, алевритистые в верхней части слоя	8,4	9,0	0,6
7	- // -	Пески коричневатожелтые, кварцевые, мелко-среднезернистые, хорошо сортированные, слабо слюдястые	9,0	12,6	3,6
8	- // -	Глины коричневатосерые, запесоченные, переходящие в пески глинистые, слабо слюдястые	12,6	12,8	0,2
9	- // -	Пески коричневатожелтые, кварцевые, мелко-среднезернистые, хорошо сортированные, слабо слюдястые	12,8	14,1	1,3
10	- // -	Глины коричневые, запесоченные, переходящие в пески глинистые	14,1	14,4	0,3

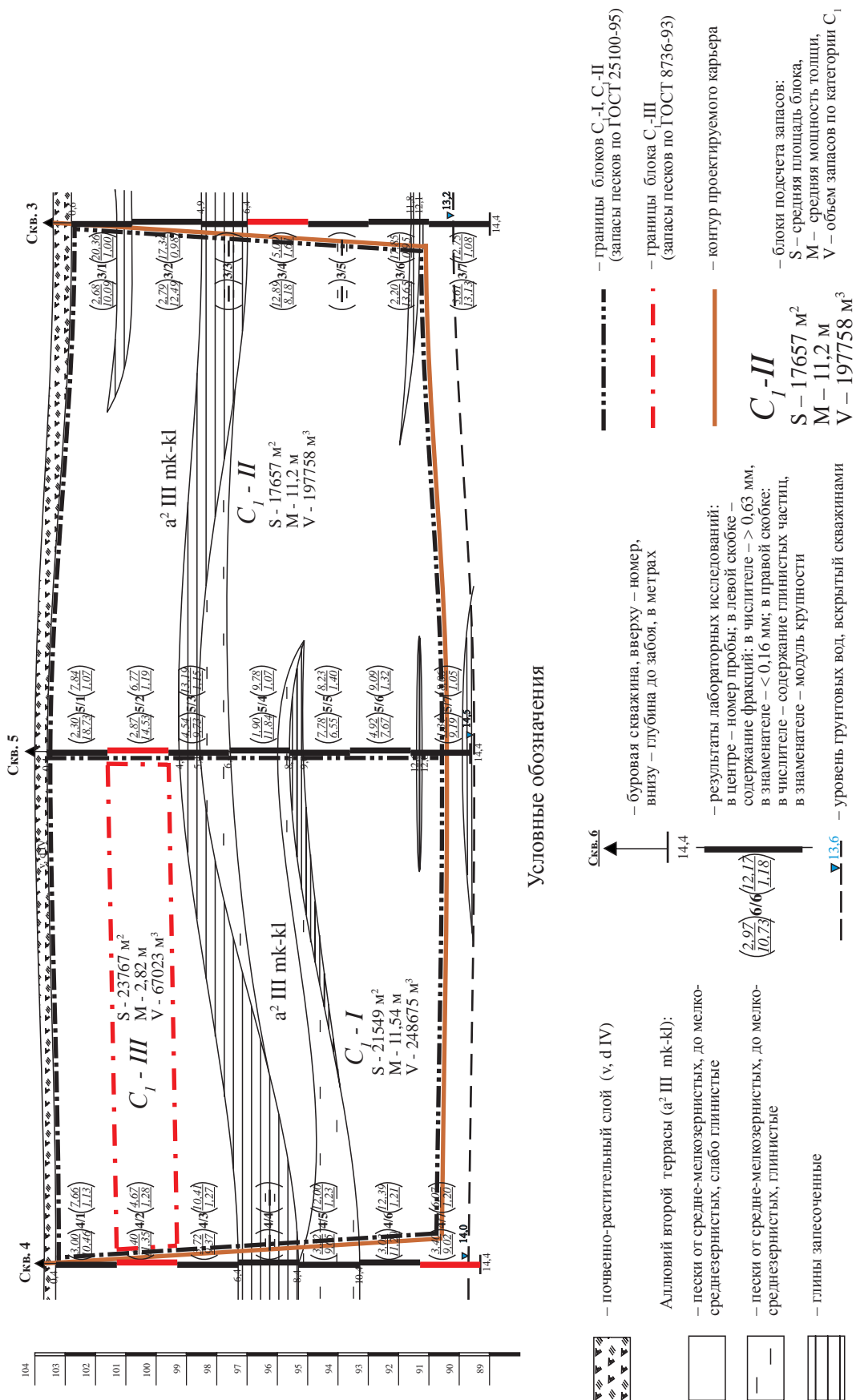


Рис. 3. Геологический профиль II-II. Масштабы: горизонтальный – 1 : 2000; вертикальный – 1 : 200

Анализ данных лабораторных исследований и расчет коэффициента вариации по основным физико-механическим свойствам указывают, что пески полезной толщи характеризуются неравномерным, изменчивым качеством как по площади, так и в разрезе.

Вскрышные породы на участке представлены почвенно-растительным слоем мощностью от 0,4 до 0,9 м (среднее 0,5 м), ввиду незначительного объема и низкого качества не представляющие практического интереса. Подстилающими породами являются разновозрастные обводненные пески.

Результаты проведения лабораторных исследований показали, что пески участка «Чигорак-2» пригодны в качестве сырья для строительных работ.

Обнаженность территории плохая (90 %), лишь 10 % площади можно отнести к удовлетворительной. Учитывая геологическое строение, невыдержанное, изменчивое качество полезной толщи, согласно Инструкции ГКЗ по применению классификации запасов к месторождениям песка и гравия [2], участок «Чигорак-2» должен быть отнесен ко 2-й группе.

В соответствии с потребностями качество сырья оценено в соответствии с ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия [3]. Для полной и всесторонней оценки песков участка «Чигорак-2» в качестве строительного сырья они также исследовались с учетом требований ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний [4]; по ГОСТ 25584-90 для использования их при устройстве конструктивных слоев дорожной одежды [5]; по ГОСТ 25100-95 для отсыпки земляного полотна [6].

Гранулометрический состав изучался при физико-механических испытаниях рядовых проб песков в соответствии с требованиями ГОСТ 8736-93, ГОСТ 8735-88, в аккредитованной испытательной лаборатории Воронежского филиала ОАО «ГипродорНИИ». В процессе работ было подвергнуто испытаниям 44 пробы песков (без учета 5 % контрольных).

Основным показателем качества для строительных песков является модуль крупности и грансостав (полные и частные остатки на ситах).

Изменение модуля крупности в песках полезной толщи приведено в табл. 5.

По величине модуля крупности основная часть песков, имеющая модуль крупности от 1,0 до 1,5, относится ко II классу к группе очень мелких; 5 % песков являются тонкими и столько же мелкими.

Таблица 5

Характеристика сырья по величине модуля крупности

Количество проб	Величина модуля крупности		
	< 1,0	1,0–1,5	> 1,5
40	2	36	2
100 %	5	90	5

По содержанию зерен крупностью > 10 и > 5 мм испытываемые пески соответствуют ГОСТ 8736-93. Таких фракций не выявлено.

Содержание фракции < 0,16 мм в породах изменяется от 6,33 до 18,86 %. Распределение проб по этому показателю приводится в табл. 6.

Более половины изученных отложений содержат в своем составе от 8,01 до 12,00 % частиц, проходящих через сито 0,16 мм. Данная фракция в количестве < 8,00 и > 16,00 % характерна для четверти рядовых проб. Высокое содержание фракции менее 0,16 мм отмечается в каждой шестой пробе. В целом, все испытываемые отложения полезной толщи удовлетворяют требованиям ГОСТ 8736-93, т. к. регламентируемая величина для мелких и очень мелких песков II класса составляет 20 %.

Таблица 6

Характеристика сырья по содержанию зерен менее 0,16 мм

Количество проб	Распределение проб по содержанию, %			
	< 8,00	8,01–12,00	12,01–16,00	> 16,00
40	5	23	7	5
100 %	12,5	57,5	17,5	12,5

По содержанию остатка на сите 0,63 мм (которое колеблется от 1,34 до 12,89 %) все пробы, кроме одной, удовлетворяют требованиям ГОСТ 8736-93, максимальное значение которого определяется до 10 % (табл. 7).

Таблица 7

Характеристика сырья по содержанию зерен более 0,63 мм

Количество проб	Распределение проб по содержанию, %			
	< 5,00	5,01–7,00	7,01–10,00	> 10,00
40	35	1	3	1
100 %	87,5	2,5	7,5	2,5

Из приведенных данных видно, что основная часть песков имеет низкое содержание зерен крупнее 0,63 мм, не превышающее 5 %. Относительное количество проб, которые удовлетворяют требованиям ГОСТ 8736-93, составляет более 97 %.

Содержание глины в комах в песках соответствует ГОСТ 8736-93, оно колеблется от 0,04 до 0,11 % при допустимом значении до 0,5 %.

Содержание пылевидных и глинистых частиц (фракции < 0,05 мм) в песках продуктивной толщи сильно изменяется от 4,62 до 20,36 %. Распределение проб по этому показателю приводится в табл. 8.

Таблица 8
Характеристика сырья по содержанию пылевидных и глинистых частиц

Количество проб	Распределение проб по содержанию, %				
	< 5,0	5,01–7,0	7,01–10,0	10,01–13,0	> 13,0
40	2	9	12	9	8
100 %	5	22,5	30	22,5	20

Содержание пылевидных и глинистых частиц для природного песка II класса группы «очень мелких», согласно требованиям ГОСТ 8736-93, не должно превышать 5 %. Однако ГОСТ допускает-

ся по согласованию с потребителем увеличить эту нормативную величину до 7 %. Исходя из этого, требованиям ГОСТ 8736-93 удовлетворяет 27,5 % опробованных песков. Еще в 30 % проб содержание фракции < 0,05 мм близкое к максимально допустимому – от 7 до 10 %.

Пески, удовлетворяющие ГОСТ, встречаются во всех скважинах и во всех частях разреза. Однако основная их часть концентрируется в западной части участка, наиболее близкой к отработанному карьеру «Чигорак-1», что делает возможным подсчет их запасов (блок C₁-III внутри блока C₁-I). Кондиционные пески залегают в верхней части полезной толщи над слоем глин и оконтуриваются по скважинам: 1 – пробы 1/1, 1/2, 1/3 в интервале 0,9–6,2 м; 4 – проба 4/2; 5 – проба 5/2; 6 – проба 6/3, все – в интервале 2,4–4,4 м (рис. 4).

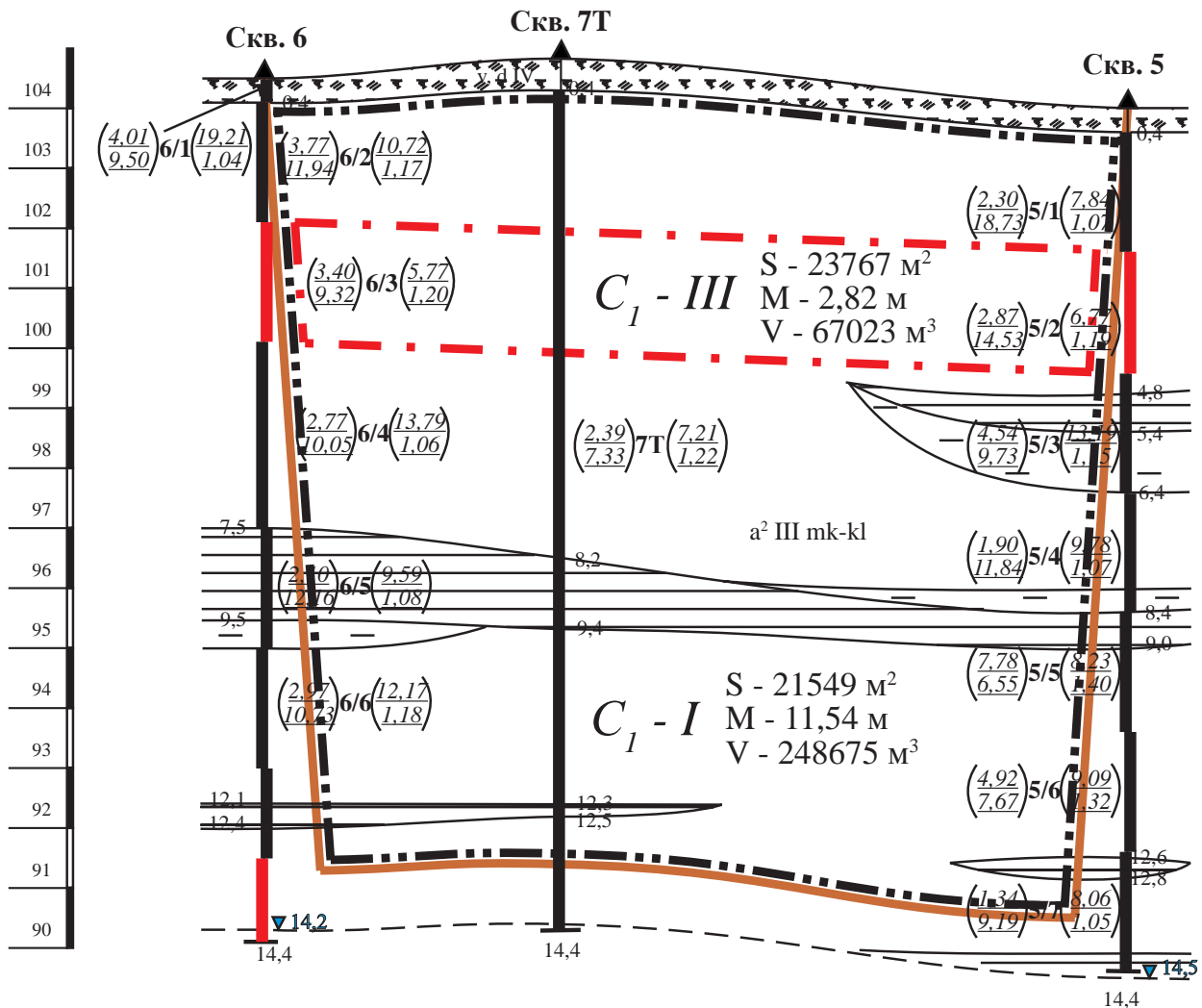


Рис. 4. Геологический профиль IV-IV'. Масштабы: горизонтальный – 1 : 2000; вертикальный – 1 : 200. (Условные обозначения см. на рис. 2)

Таким образом, по модулю крупности, содержанию фракций > 10 ; > 5 ; $> 0,63$; $< 0,16$ мм, глины в комках все пески участка «Чигорак-2» соответствуют «Пескам для строительных работ» и могут быть использованы для штукатурных и кладочных растворов. Лишь по содержанию фракции $< 0,05$ мм требованиям ГОСТ 8736-93 соответствует 27 % песков, однако с учетом близко допустимых проб их количество составляет около 60 %.

Количественная характеристика песков заключается в следующем.

1. Все пески не пригодны для устройства конструктивных слоев дорожной одежды (дренирующего и морозозащитного) вследствие:

- низкого коэффициента фильтрации при стандартном уплотнении (ГОСТ 25584-90);
- высокого содержания глины и пыли более 5 % (ГОСТ 8736-93);
- модуля крупности менее 1,5 (ГОСТ 8736-93).

2. Пески средней крупности, мелкие, пылеватые, супеси песчаные (ГОСТ 25100-95), пригодные для отсыпки земляного полотна.

3. Пески средней крупности не обладают агрессивными свойствами на бетонные и железобетонные конструкции согласно таблицам 1, 4 СНиП 2.03. 11-85, отмечаются низкой коррозионной активностью по отношению к оболочке кабеля на свинцовой и алюминиевой основе (по рН, орг. веществам) и средней активностью по (Сl) и низкой по (Fe⁺⁺⁺) для алюминиевой оболочки.

4. Согласно протоколу испытаний по определению удельной эффективной активности ЕРН по ГОСТ 30108-94 [7] в строительных материалах пески средней крупности имеют следующие значения:

- Ra²³⁶ от $0,000 \pm 16,7$ до $2,308 \pm 2,67$;
- Th²³² от $7,98 \pm 10,89$ до $17,53 \pm 2,513$;
- K⁴⁰ от $5,93 \pm 73,68$ до $8,24 \pm 20,04$;
- А эфф/м (Бк/кг) от $13,91 \pm 22,74$ до $28,07 \pm 4,545$;
- класс материала – 1;
- область применения – все строительные материалы.

5. При испытании глины в комках, согласно ГОСТ 8735-88, в песках:

- насыпная масса песка в стандартном неуплотненном состоянии от $1,31 \text{ кг/см}^3$ до $1,40 \text{ кг/м}^3$;
- пустотность песка в стандартном неуплотненном состоянии от 47,2 до 50,0 %.

Минералогический состав изучался по 7 пробам, отобраным по площади всего участка, из всех 7 скважин. Изучение в бинокулярном микроскопе показало следующее:

- пески являются мономинеральными кварцевыми;
- резко преобладают зерна кварца размером 0,1–0,5 мм;
- большая часть зерен имеет хорошую окатанность, слабоокатанными являются зерна размером менее 0,16 мм;
- преобладают полупрозрачные и прозрачные зерна кварца, включения темноцветных минералов в них крайне редки.

В легкой подфракции помимо кварца (92,0–98,0 %) во всех пробах присутствуют полевые шпаты (1,6–4,0 %), в пяти пробах – опал-халцедоновые образования (0,4–2,1 %), реже встречаются новообразованные карбонатные включения (0,3–1,4 %) и слюды (мусковита – 0,4–1,6 %).

Выход тяжелой подфракции составляет от 0,08 до 0,24 % в пересчете на объем породы. Всего в составе тяжелой подфракции определено 14 минералов, в том числе гидроокислы железа и марганца, являющиеся аутигенными. Основной минерал – ильменит (46,4–55,9 %), в значимом количестве (4–10 %) во всех пробах присутствуют циркон, рутил, дистен, ставролит, силлиманит, лейкоксен. Реже встречаются турмалин и гранат, в знаковых количествах – эпидот, амфиболы, биотит.

На основании результатов минералогического анализа песков участка «Чигорак-2» можно сделать следующие выводы:

- состав и количественные соотношения минералов легкой и тяжелой подфракций характерны для аллювиальных песков вторых надпойменных террас Дона и его притоков в среднем течении [8];
- практически мономинеральный кварцевый состав, отсутствие вредных минералов-примесей (сульфидов, сульфатов), в том числе и в виде включений в кварцевых зернах, являются дополнительным свидетельством возможности использования песков в качестве строительных.

Химический состав песков участка «Чигорак-2» был определен по силикатному химанализу двух проб, отобранных из двух скважин: пробы 1/1 из скважины 1, расположенной на северо-западном фланге, и пробы из технологической скважины. Содержание оксидов в песках по вышеуказанным пробам приведено в табл. 9.

Химический состав песков продуктивной толщи

№ п/п	№ проб	Содержание (в %) на высушенное при 110° вещество					
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO
1	1/1	96,50	0,25	0,90	1,04	0,03	0,18
2	7т	96,75	0,31	0,98	0,84	0,02	0,30
Среднее		96,62	0,28	0,94	0,94	0,02	0,24

№ п/п	№ проб	Содержание (в %) на высушенное при 110° вещество					
		CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	S сульф.	Сумма
1	1/1	0,20	0,20	0,33	0,13	0,07	99,83
2	7т	0,26	0,15	0,28	0,18	0,09	100,16
Среднее		0,23	0,18	0,30	0,15	0,08	99,98

Технологические испытания пробы 7т (отобранной из технологической скважины) проводились в лаборатории завода ООО «ЖБК-8» г. Балашова Саратовской области. Проба 7т весом около 150 кг исследовалась с учетом требований ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правило подбора состава [9]. Из данной пробы песка лабораторией завода был произведен подбор состава бетона классов: В7.5 (Мб 100), В 12.5 (Мб 150), В15 (Мб 200).

С использованием исследуемого песка была заформована серия образцов кубиков размером 10 × 10 × 10 (см) по 3 образца на каждую марку.

Образцы были испытаны на вторые сутки после пропаривания. Результаты испытаний по маркам следующие:

1. Класс В7.5 (Мб 100).

Прочность образцов: 70 кг/см²; 72 кг/см²; 72 кг/см².

Средний показатель: 71 кг/см², что соответствует прочности 70 % от проектной марки.

2. Класс В12.5 (Мб 150).

Прочность образцов: 105 кг/см²; 110 кг/см²; 107 кг/см².

Средний показатель 105 кг/см² – 70 % от проектной марки.

3. Класс В15 (Мб 200).

Прочность образцов: 139 кг/см²; 142 кг/см²; 140 кг/см².

Средние показатели: 140 кг/см², что соответствует прочности 70 % от проектной марки.

По результатам технологических испытаний можно сделать вывод, что пески участка «Чигорак-2» удовлетворяют требованиям для производства низко- и среднемарочных бетонов и растворов.

Гидрогеологические, инженерно-геологические и горнотехнические условия участка «Чигорак-2» просты и благоприятны для отработки его

открытым способом. В подсчет запасов включались необводненные пески с оставлением охранного целика мощностью 1 м над уровнем грунтовых вод. Поэтому водоприток будет формироваться только за счет талых вод и ливневых осадков, максимальные значения которых составляют 16,4 и 101,2 м³/ч соответственно. Глубина карьера при этом будет составлять от 12,2 до 13,5 м.

На участке «Чигорак-2» мощность продуктивных (по ГОСТ 25100-95) песков изменяется от 10,8 до 12,5 м при среднем значении 11,54 м в блоке С₁-I и 11,2 м в блоке С₁-II, из подсчета запасов в блоках С₁-I, С₁-II исключаются некондиционные глины мощностью от 0,6 до 2,0 м. Мощность песков, запасы которых подсчитаны по ГОСТ 8736-93, изменяется от 2,0 до 5,3 м, составляя в среднем по блоку С₁-III 2,82 м.

Общий объем запасов песков, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 25100-95 и пригодных для отсыпки дорожного полотна, в блоках С₁-I и С₁-II составляет 446 433 м³. Запасы песков, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 8736-93 и пригодных для производства штукатурных и кладочных растворов, в блоке С₁-III составляют 67 023 м³.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сводная легенда Гидрогеологической карты СССР масштаба 1 : 200 000 (Московская и Брянско-Воронежская серии). – М. : ВСЕГИНГЕО, 1989.
2. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям песка и гравия. – М., 1983.
3. ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия. – М., 1993.
4. ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний. – М., 1988.
5. ГОСТ 25584-90 ГРУНТЫ. Метод определения коэффициента фильтрации. – М., 1990.
6. ГОСТ 25100-95 ГРУНТЫ. Классификация. – М., 1995.

7. ГОСТ 30108-94 Определение удельной эффективности естественных радионуклидов. – М., 1994.

8. Холмовой Г. В. Неогеновые и четвертичные отложения Среднерусской возвышенности / Г. В. Холмовой, Б. В. Глушков // Труды научно-исследовательского ин-

ститута геологии Воронежского государственного университета. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2001. – Вып. 1. – 220 с.

9. ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правило подбора состава. – М., 1986.

Воронежский государственный университет

С. В. Мануковский, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник НИИ Геологии ВГУ

manukovsky@inbox.ru

Тел. 8 (473) 222-65-12

Voronezh State University

S. V. Manukovsky, Candidate of the Mineralogical and Geological sciences, leading scientific associate of the Science-and-Search institute of Geology

manukovsky@inbox.ru

Tel. 8 (473) 222-65-12