

Специализированное экспериментальное
научно-технологическое объединение
СЭНТО

ТЦ «Липецкгеомониторинг»

07.42.00

**Проект
зон санитарной охраны (ЗСО)
второго и третьего поясов
водозаборов г. Липецка**

**Альбом 07.42.00-02
«Расчеты по определению границ 2 и 3 зон
санитарной охраны водозаборов»**

Заказчик: МУ «Управление строительства г. Липецка»

**Липецк
2007**

Исполнители работ**Глава 1**

Директор ТЦ «Липецкгеомониторинг»

Бойко С.М.

Должность	Фамилия, Имя, отчество	Подпись
Зам. директора	Прудовский Э.Л.	
Ведущий гидрогеолог	Первушина Е.Г.	
Ведущий специалист	Григорчева Е.В.	

Глава 2

Директор ООО СЭНТО

Дмитриев О.Н.

Должность	Фамилия, Имя, отчество	Подпись
ГИП	Телегина Л.Г.	
Старший инженер	Богомазова Г.И.	
Инженер	Коноплева Т.В.	
Инженер	Мурзина Е.С.	
Инженер	Гапарова Д.А.	

Состав проекта

Шифр альбома	Наименование альбома	Примечание
07.42.00-01	Общая пояснительная записка	
07.42.00-02	Расчеты по определению границ 2 и 3 зон санитарной охраны водозаборов	
07.42.00-03	Правила и режим хозяйственного использования территорий и мероприятия во 2 и 3 ЗСО водозаборов.	
07.42.00-04	Приложения	
07.42.00-04-01	Приложение №1 Границы второй и третьей зон санитарной охраны для водозаборов г.Липецка	
07.42.00-04-01-01	Том 1 «Схема границ второй и третьей зон санитарной охраны водозаборов г. Липецка	
07.42.00-04-01-02	Том 2 «Ведомости координат углов поворота границ второй и третьей зон санитарной охраны водозаборов г. Липецка	
07.42.00-04-02	Приложение №2 Расчетные границы зон санитарной охраны по каждому водозабору	
07.42.00-04-03	Приложение №3 Фактические границы 2 и 3 зон санитарной охраны по каждому водозабору	
07.42.00-04-04	Приложение №4 Гидрогеология и анализы качества воды	
07.42.00-04-05	Приложение №5 Топографическая съемка скважин водозаборов	
07.42.00-05	Исходные данные для проектирования	
07.42.00-05.01	Том №1	
07.42.00-05.02	Том №2	
07.42.00-05.03	Том №3	
07.42.00-05.04	Том №4	
07.42.00-05.05	Том №5	
07.42.00-05.06	Том №6	

Содержание

1. Расчет и определение размеров зон санитарной охраны	6
1.1. Водозабор № 1 «Монастырские ключи»	9
1.1.1. Первый пояс ЗСО	9
1.1.2. Второй пояс ЗСО	9
1.1.3. Третий пояс ЗСО	10
1.2. Водозабор № 2 «Колхозный»	11
1.2.1. Первый пояс ЗСО	11
1.2.2. Второй пояс ЗСО	11
1.2.3. Третий пояс ЗСО	12
1.3. Водозабор № 3 «Трубный-Б»	12
1.3.1. Первый пояс ЗСО	12
1.3.2. Второй пояс ЗСО	12
1.3.3. Третий пояс ЗСО	13
1.4. Водозабор № 4 «Казанский»	13
1.4.1. Первый пояс ЗСО	13
1.4.2. Второй пояс ЗСО	13
1.4.3. Третий пояс ЗСО	14
1.5. Водозабор № 5	15
1.5.1. Первый пояс ЗСО	15
1.5.2. Второй пояс ЗСО	15
1.5.3. Третий пояс ЗСО	15
1.6. Водозабор № 7 «Сырский-1»	16
1.6.1. Первый пояс ЗСО	16
1.6.2. Второй пояс ЗСО	16
1.6.3. Третий пояс ЗСО	17
1.7. Водозабор № 10 «Кузьминский»	17
1.7.1. Первый пояс ЗСО	17
1.7.2. Второй пояс ЗСО	17
1.7.3. Третий пояс ЗСО	18
1.8. Водозабор № 11 «Ситовский»	19
1.8.1. Первый пояс ЗСО	19
1.8.2. Второй пояс ЗСО	19
1.8.3. Третий пояс ЗСО	21
1.9. Водозабор пос. Сырский Рудник «Сырский-2»	21
1.9.1. Первый пояс ЗСО	21
1.9.2. Второй пояс ЗСО	21
1.9.3. Третий пояс ЗСО	22

1.10. Водозабор пос. Северный Рудник	22
1.10.1. Первый пояс ЗСО	22
1.10.2. Второй пояс ЗСО	22
1.10.3. Третий пояс ЗСО	23
1.11. Водозабор с. Подгорное	23
1.11.1. Первый пояс ЗСО	23
1.11.2. Второй пояс ЗСО	23
1.11.3. Третий пояс ЗСО	24
1.12. Водозабор «ТЭЦ – 2»	24
1.12.1. Первый пояс ЗСО	24
1.12.2. Второй пояс ЗСО	24
1.12.3. Третий пояс ЗСО	25
1.13. Водозабор пос. Дачный	27
1.13.1. Первый пояс ЗСО	27
1.13.2. Второй пояс ЗСО	27
1.13.3. Третий пояс ЗСО	28
1.14. Водозабор в/ч 11700 пос. Дачный	28
1.14.1. Первый пояс ЗСО	28
1.14.2. Второй пояс ЗСО	28
1.14.3. Третий пояс ЗСО	30
1.15. Водозабор пос. Матырский	30
1.15.1. Первый пояс ЗСО	30
1.15.2. Второй пояс ЗСО	30
1.15.3. Третий пояс ЗСО	31
2. Определение границ зон санитарной охраны для водозаборов	32
2.1. Определение расчетных границ поясов ЗСО для каждого водозабора	32
2.1.1. Определение границ первого пояса ЗСО	32
2.1.2. Определение границ второго пояса ЗСО	33
2.1.3. Определение границ третьего пояса ЗСО	36
2.2. Определение фактических границ поясов ЗСО для каждого водозабора	37
2.2.1. Определение границ первого пояса ЗСО	37
2.2.1. Определение границ второго и третьего поясов ЗСО	37
2.3. Определение границ поясов ЗСО для водозаборов г. Липецка	37

1. Расчет и определение размеров зон санитарной охраны

Согласно СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого водоснабжения» [5] зоны санитарной охраны (ЗСО) II-го и III-го поясов определяются расчетным путем. Такие расчеты выполнялись и ранее до настоящего проекта, но они имели ряд недостатков, которые были учтены в настоящем проекте.

Впервые границы зон санитарной охраны I и II поясов водопроводных сооружений и источников водоснабжения г. Липецка были утверждены Советом Министров РСФСР под № 238 от 20.04.1976 г. Первый пояс ЗСО был утвержден в пределах ограждения водозабора, второй включал в себя ближайшие территории города и овраги «Каменный», «Студеный» и «Моховой». Расчеты или иные обоснования в документе не приводятся.

Далее в отчете по гидрогеологическому обоснованию мероприятий по предупреждению и ликвидации загрязнения подземных вод в районе г. Липецка институтом «ВОДГЕО» [3] были определены размеры ЗСО II-го пояса с помощью моделирования и построения карты гидроизогипс. Зоны имели форму вытянутых и раскрытых вверх по потоку узких эллипсов. На основании моделирования и с учетом взаимодействия водозаборов в радиус второго пояса был включен весь город, а также прилегающая к нему выше по потоку территория, на которой почти целиком расположены вышеуказанные лога. Автор отчета А.Е. Орадовская для расчета ЗСО принимает по литературным данным активную пористость (трещиноватость) пород задонско-елецкого водоносного горизонта в среднем 0,01. Сами расчеты в отчете не приводятся.

В 2004 году ООО «Интергидрострой» гидрогеологическими расчетами проводилось уточнение границ зон санитарной охраны 2-го пояса ряда водозаборов г. Липецка (автор Дюнин В.И.) [15]. В расчетах пористость водовмещающих пород была принята 0,2, что значительно отличается от фактических данных для водозаборов г. Липецка. По литературным данным такая пористость более приемлема для песков. Кроме того, авторами для определения размеров поясов выбрана упрощенная методика (формула), применяемая для одиночных скважин с малым водоотбором и не учитывающая наличие потока подземных вод. Величина дебита также была занижена по сравнению с утвержденными запасами до уровня достигнутого водоотбора. Все это привело к значительному сокращению размеров ЗСО.

При разработке проекта второй и третьей зон санитарной охраны водозаборов г. Липецка ТЦ «Липецктеомониторинг» размеры границ ЗСО определялись методом гидродинамических расчетов по методике Всесоюзного научно-исследовательского института «ВОДГЕО», разработанной и утвержденной в 1983 году (авторы Н.Н. Лапшин и А.Е. Орадовская) [13].

Для расчетов размеров границ ЗСО для водозаборов с утвержденными запасами параметры водоносных горизонтов (мощность, коэффициент фильтрации, пористость) принимались по результатам изысканий источников водоснабжения г. Липецка в 1970 г. [9] и

переоценки эксплуатационных запасов на действующих водозаборах г. Липецка в 1986 г. [7]. Эти параметры получены в ходе опытных работ на разведанных месторождениях, обработаны и приведены авторами отчетов по подсчету и переоценке запасов. Запасы, принятые с данными параметрами, утверждены государственной комиссией по запасам (ГКЗ). Таким образом, принятые к расчетам в данном проекте параметры, являются наиболее достоверными на настоящее время.

Для водозаборов, работающих на неутвержденных запасах подземных вод, гидрогеологические параметры принимались по аналогичным месторождениям, эксплуатирующим тот же водоносный горизонт или комплекс и для которых приняты параметры при проведении геологоразведочных работ. При этом максимально учитывалась идентичность геолого-гидрогеологических условий, для корректной корреляции параметров.

Эксплуатационные запасы подземных вод городских водозаборов утверждены по следующим водозабрам: № 1 «Монастырские ключи», № 2 «Колхозный», № 3 «Трубный-Б», № 4 «Казанский», № 5 , № 7 «Сырский-1», пос. Сырский Рудник «Сырский-2», № 10 «Кузьминский», № 11 «Ситовский», «ТЭЦ-2».

Водозаборы пос. Матырский, пос. Дачный, в/ч 11700 пос. Дачный, с. Подгорное и пос. Северный Рудник работают на неутвержденных эксплуатационных запасах подземных вод. Для этой группы водозаборов необходимые расчетные параметры были использованы по аналогии (сходимость геолого-гидрогеологических условий) а также имеющихся карт, построенных с помощью математического моделирования [7].

При определении границ второго и третьего поясов учитывалось, что приток подземных вод из водоносного горизонта к водозабору происходит только из области формирования запасов горизонта, форма и размеры которой в плане зависят от: типа водозабора (отдельные скважины, группы скважин, линейный ряд скважин и др.); величины водоотбора и понижения уровня подземных вод; гидрогеологических особенностей водоносного пласта, условий его питания и дренирования (граничных условий).

Границы ЗСО подземных водозаборов должны устанавливаться таким образом, чтобы имеющиеся или потенциальные загрязнения подземных вод в зоне влияния водозабора не могли поступить в водозабор в течение всего намечаемого срока эксплуатации.

Согласно СанПиН 2.1.4.1110-02 граница второго пояса ЗСО определялась гидродинамическими расчетами исходя из условий, что микробное загрязнение, поступающее в водоносный пласт за пределами второго пояса, не достигнет водозабора. Основным параметром, определяющим расстояние от границы второго пояса ЗСО до водозабора, является время продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору (T_m). В пределах I и II климатических районов для недостаточно защищенных подземных вод (грунтовые воды, а также напорные и безнапорные межпластовые воды, имеющие непосредственную гидравлическую связь с открытым водоемом) T_m составляет 400 суток. Для защищенных подземных вод (напорные и безнапорные межпластовые воды, не имеющие непосредственной гидравлической связи с открытым водоемом) T_m составляет 200 суток.

Схемы расчетов выбирались исходя из принятой методики [3]. Типа пласта, его граничных условий, а также размеров, конфигурации в пласте, величины водоотбора водозаборов. Выбранная схема должна позволить с помощью аналитических расчетов максимально точно определить сложившуюся область захвата водозабора в пласте [3].

Для малых водозаборов, состоящих из одной или нескольких скважин, и отличающихся незначительным водоотбором (величиной утвержденных запасов) принималась упрощенная формула, которая используется для одиночных скважин или малых водозаборов, работающих в условиях однородного неограниченного в плане пласта или отсутствии потока подземных вод ($q=0$) [3].

Для водозаборов, расположенных вдали от реки, изометричных в плане (площадных водозаборов) и имеющих значительный водоотбор, работающих в условиях однородного неограниченного в плане пласта, при отсутствии бокового потока подземных вод применялась схема, учитывающая эти особенности [3]. Формула учитывает формирование области захвата, значительно большей вверх по потоку и имеющей форму эллипса, а не окружности.

Для водозаборов, расположенных вблизи реки при тех же условиях (однородный неограниченный пласт), но в случае если зона захвата выходит на реку, применялась иная схема.

Так, для Ситовского водозабора, который к тому же вытянут в линию параллельно реке, расчеты производились для двух линейных рядов скважин – верхнего и нижнего, верхний ряд не связан с рекой и расчет выполнялся как для линейного водозабора, удаленного от реки.

Нижний, напротив, имеет гидравлическую связь с рекой, и расчет выполнялся как для инфильтрационного водозабора.

Кузьминский водозабор расположен вдоль малой реки, являющейся несовершенной дреной в условиях однородного ограниченного пласта, где основной поток подземных вод направлен вдоль ряда. Схема расчетов была подобрана соответственно этим условиям.

Граница третьего пояса ЗСО, предназначенного для защиты водоносного пласта от химических загрязнений, также определялась гидродинамическими расчетами. При этом время движения химического загрязнения к водозабору должно быть больше расчетного времени T_m , которое принимается как срок эксплуатации водозабора (обычный срок эксплуатации водозабора 25-50 лет) [3, 5]. В нашем случае расчетное время для всех водозаборов принималось на срок эксплуатации 25 лет с настоящего времени.

Расчеты размеров ЗСО III пояса выполнялись также согласно методике «ВОДГЕО» и для большинства водозаборов (кроме водозаборов № 10 «Кузьминский» и «ТЭЦ-2») при имеющемся наборе параметров расчеты выполнялись по формуле $R = r = d$ (при $q=0$), область захвата водораздельного водозабора в изолированном пласте представляла собой окружность. Такая методика связана с невозможностью определения промежуточных параметров по графикам для расчета III пояса ЗСО вверх и вниз по потоку.

В третий пояс по расчетам входит вся рассматриваемая площадь водоносного горизонта от водозаборов вплоть до водораздела между потоками подземных вод, направленных к рекам Дон и Воронеж.

1.1. Водозабор № 1 «Монастырские ключи»

1.1.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору № 1 не входит в техническое задание.

1.1.2. Второй пояс ЗСО

В расчетах границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 200 суток, т.к. задонско-елецкий водоносный горизонт на площадке водозабора напорный, неограниченный пласт и не имеет непосредственной связи с водоемом. Согласно методике института «ВОДГЕО», 2 пояс ЗСО рассчитываем как для одиночных скважин или компактных групп взаимодействующих скважин.

В расчетах границ второго и третьего поясов применяем следующие значения гидрогеологических параметров:

Q – суммарный водоотбор на водозаборе – 33000 м³/сут (утвержденные запасы);

m – средняя мощность зоны активной фильтрации водоносного горизонта на участке водозабора – 34,4 м;

n – пористость водовмещающих пород – 0,04;

i – уклон подземного потока – 0,004;

K_ϕ – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 96,8 м/сут (принят по результатам переоценки эксплуатационных запасов);

q – расход естественного потока:

$q = k \times m \times i = 96,8 \times 34,4 \times 0,004 = 13,3$ м²/сут.

В данном случае дебит водозабора полностью компенсируется естественным потоком, а речные воды не участвуют в питании водозабора. Расстояние от водозабора до реки $X_0 = 1000$ м.

Исходя из этих условий, находим выражение для аналитического определения координаты X_ϵ водораздельной точки:

$$X_\epsilon = X_0 \sqrt{1 - \frac{Q}{\pi X_0 q}}, \text{ где:}$$

X_0 – расстояние от реки до водозабора;

Q – дебит водозабора;

q – удельный расход потока подземных вод.

$$X_\epsilon = 1000 \sqrt{1 - \frac{33000}{3,14 \times 1000 \times 13,3}} = 458 \text{ м}$$

$$\frac{X_\epsilon}{X_0} = \frac{458}{1000} = 0,46$$

$$\bar{T} = \frac{q T_m}{m n X_0} = \frac{13,3 \times 200}{34,4 \times 0,04 \times 1000} = 1,9$$

$\Delta \bar{R}$ по графику равно: 0,68

$$\Delta R = \Delta \bar{R} X_0 = 0,68 \times 1000 = 680 \text{ м}$$

Расстояние вверх по потоку $R = R_q + X_0$

$$R_q = \frac{qT_m}{mn}, \text{ где:}$$

R_q – расстояние, преодолеваемое частицами воды при движении со скоростью бытового потока q

$$R_q = \frac{13.3 \times 200}{34.4 \times 0.04} = 1933 \text{ м}$$

Расстояние вверх по потоку равно:

$$R = R_q + \Delta R = 680 + 1933 = 2613 \text{ м}$$

Расстояние вниз по потоку r определяем по формуле:

$$\bar{r} = \frac{r}{X_0}, \text{ по графику значение } \bar{r} = 0,6, \text{ отсюда } r = 0,6 \times 1000 = 600 \text{ м.}$$

Ширину ЗСО определяем по формуле:

$$d = \frac{2 \times Q \times T_m}{\pi m n L}, \text{ где } L = R + r = 2613 + 600 = 3213 \text{ м}$$

$$d = \frac{2 \times 33000 \times 200}{3,14 \times 34,4 \times 0,04 \times 3213} = 951 \text{ м}$$

Общая ширина (2 d) 2-го пояса ЗСО будет равна: $951 \times 2 = 1902 \text{ м}$.

Таким образом, размеры второго пояса ЗСО водозабора № 1 г. Липецка следующие:

вверх по потоку (R) = 2613 м;

вниз по потоку (r) = 600 м;

общая ширина (2 d) = 1902 м.

1.1.3. Третий пояс ЗСО

Для определения границ ЗСО третьего пояса расчетное время T_m принимаем равное периоду эксплуатации водозабора 10000 суток с настоящего времени.

В изолированном пласте расчет границы III пояса ЗСО производим по формуле:

$$R_3 = r = d = \sqrt{Q * T_m / \pi * m * n};$$

$$R_3 = \sqrt{33000 * 10000 / 3,14 * 34,4 * 0,04} = 8739 \text{ м.}$$

1.2. Водозабор № 2 «Колхозный»

1.2.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору № 2 не входит в техническое задание.

1.2.2. Второй пояс ЗСО

В расчете границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 200 суток, так как горизонт достаточно защищен и не имеет непосредственной связи с поверхностными водотоками. Поэтому, согласно методике института «ВОДГЕО», 2-й и 3-й пояс ЗСО рассчитываем как для компактных групп взаимодействующих скважин в изолированных водоносных горизонтах в удалении от поверхностных водотоков и водоемов.

В расчетах границ второго и третьего поясов применяем следующие значения гидрогеологических параметров:

Q – суммарный водоотбор на водозаборе – 30 000 м³/сут (утвержденные запасы);
 m – мощность зоны активной фильтрации – 30,3 м;
 n – пористость водовмещающих пород – 0,06;
 i – уклон подземного потока – 0,003;
 K_f – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 110 м/сут (принят по результатам переоценки эксплуатационных запасов);
 q – расход естественного потока: $q = km \cdot i = 3330 \cdot 0,003 = 10$ м²/сут.

Находим сначала положение водораздельной точки по формуле:

$$x_e = Q / 2 \cdot \pi \cdot q = 30000 / 2 \cdot 3,14 \cdot 10 = 477,7 \text{ м}$$

Для определения протяженности II пояса ЗСО вниз по потоку находим численное значение безразмерного параметра:

$$\bar{T} = q \cdot T_m / m \cdot n \cdot x_e = 10 \cdot 200 / 30,3 \cdot 0,06 \cdot 477,7 = 2,3 ;$$

По графику находим:

$$\bar{r} = 0,96 ;$$

$$r = \bar{r} \cdot x_e ,$$

следовательно: $r = 0,96 \cdot 477,7 = 459 \text{ м}$.

Для определения удаленности ЗСО II пояса вверх по потоку:

$$\bar{R} = 3,9 ; \quad \text{следовательно} \quad R = 3,9 \cdot 477,7 = 1863 \text{ м} .$$

Общая длина ЗСО II пояса будет равна:

$$L = r + R = 459 + 1863 = 2322 \text{ м} .$$

Ширина ЗСО II пояса по формуле будет равна:

$$d = 2 \cdot T_m \cdot Q / \pi \cdot m \cdot n \cdot L$$

$$d = 2 \cdot 200 \cdot 30000 / 3,14 \cdot 30,3 \cdot 0,06 \cdot 2322 = 905 \text{ м} .$$

Общая ширина (2 d) 2-го пояса ЗСО будет равна: $905 \times 2 = 1810 \text{ м}$.

Таким образом, размеры второго пояса ЗСО водозабора № 2 г. Липецка следующие:

вверх по потоку (R) = 1863 м;

вниз по потоку (r) = 459 м;

общая ширина ($2d$) = 1810 м.

1.2.3. Третий пояс ЗСО

Для расчета третьего пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное периоду эксплуатации водозабора – 10000 суток с настоящего времени.

В изолированном пласте расчет границы III пояса ЗСО производим по формуле:

$$R_3 = r = d = \sqrt{Q * T_m / \pi * m * n};$$

$$R_3 = \sqrt{30000 * 10000 / 3,14 * 30,3 * 0,06} = 7249 \text{ м.}$$

1.3. Водозабор № 3 «Трубный-Б»

1.3.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору № 3 не входит в техническое задание.

1.3.2. Второй пояс ЗСО

В расчете границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 200 суток, так как горизонт не имеет непосредственной связи с поверхностными водотоками. Согласно методике института «ВОДГЕО» 2-й пояс ЗСО рассчитываем как для компактных групп взаимодействующих скважин в изолированных водоносных горизонтах в удалении от поверхностных водотоков и водоемов.

В расчетах границ второго и третьего поясов применяем следующие значения гидрогеологических параметров:

Q – суммарный водоотбор на водозаборе – 70 000 м³/сут (утвержденные запасы);
 m – мощность зоны активной фильтрации – 27,7 м;
 n – пористость водовмещающих пород – 0,02;
 i – уклон подземного потока – 0,002;
 K_{ϕ} – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 120 м/сут (принят по результатам переоценки эксплуатационных запасов);
 q – расход естественного потока: $q = km \times i = 3330 * 0,002 = 6,7$ м²/сут.

Находим сначала положение водораздельной точки по формуле:

$$x_6 = Q / 2 * 3,14 * q = 7000 / 2 * 3,14 * 6,7 = 1664 \text{ м}$$

Для определения протяженности ЗСО II пояса вниз по потоку находим численное значение безразмерного параметра:

$$T = q * T_m / m * n * x_6 = 6,7 * 200 / 27,7 * 0,02 * 1664 = 1,45$$

По графику находим:

$$r = 0,9$$

$$r = \bar{r} * x_6, \text{ следовательно } r = 0,9 * 1664 = 1498 \text{ м.}$$

Для определения удаленности ЗСО II пояса вверх по потоку:

$R=2,8$, следовательно $R=2,8*1664=4659\text{ м}$.

Общая длина ЗСО II пояса будет равна:

$L = r + R = 1498 + 4659 = 6157\text{ м}$.

Ширина ЗСО II пояса по формуле будет равна:

$$d = 2 * T_m * Q / \pi * m * n * L$$

$d = 2 * 200 * 70000 / 3,14 * 27,7 * 0,02 * 6157 = 2614\text{ м}$.

Общая ширина (2 d) 2-го пояса ЗСО будет равна: $2336 * 2 = 4672\text{ м}$.

Таким образом, размеры второго пояса ЗСО водозабора № 3 г. Липецка следующие:

вверх по потоку (R) = 4659 м;

вниз по потоку (r) = 1498 м;

общая ширина (2 d) = 5228 м.

1.3.3. Третий пояс ЗСО

Для расчета границы третьего пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное периоду эксплуатации водозабора – 10000 суток с настоящего времени.

В изолированном пласте расчет границы III пояса ЗСО производим по формуле:

$$R = r = d = \sqrt{Q * T_m / \pi * m * n};$$

$$R_3 = \sqrt{70000 * 10000 / 3,14 * 27,7 * 0,02} = 20060\text{ м}$$

1.4. Водозабор № 4 «Казанский»

1.4.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору № 4 не входит в техническое задание.

1.4.2. Второй пояс ЗСО

В расчете границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 200 суток, так как горизонт не имеет непосредственной связи с поверхностными водотоками.

Согласно методике института «ВОДГЕО», 2-й пояс ЗСО рассчитываем как для компактных групп взаимодействующих скважин в изолированных водоносных горизонтах в удалении от поверхностных водотоков и водоемов.

В расчетах границ второго и третьего поясов применяем следующие значения гидрогеологических параметров:

Q – суммарный водоотбор на водозаборе – 7800 м³/сут (утвержденные запасы);

m – мощность зоны активной фильтрации – 25,3 м;

n – пористость водовмещающих пород – 0,02;

i – уклон подземного потока – 0,003;
 K_{ϕ} – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 131,6 м/сут
 (принят по результатам переоценки эксплуатационных запасов);
 q – расход естественного потока: $q = km * i = 3330 * 0,003 = 10$
 м²/сут.

Находим сначала положение водораздельной точки по формуле:

$$x_e = Q / 2 * \pi * q = 7800 / 2 * 3,14 * 10 = 124 \text{ м}$$

Для определения протяженности ЗСО II пояса вниз по потоку находим численное значение безразмерного параметра:

$$\bar{T} = q * T_m / m * n * x_e = 10 * 200 / 25,3 * 0,02 * 124 = 31,9 ;$$

По графику находим:

$$\bar{r} = 1;$$

$$r = \bar{r} * x_e, \text{ следовательно } r = 1 * 124 = 124 \text{ м.}$$

Для определения удаленности ЗСО II пояса вверх по потоку:
 при $\bar{T} > 8-10$ приближенно можно полагать, что $\bar{R} = \bar{T} + 3$

$$\bar{R} = 35, \text{ следовательно } R = 35 * 124 = 4340 \text{ м.}$$

Общая длина ЗСО II пояса будет равна:

$$L = r + R = 124 + 4340 = 4464 \text{ м.}$$

Ширина ЗСО по формуле будет равна:

$$d = 2 * T_m * Q / \pi * m * n * L$$

$$d = 2 * 200 * 7800 / 3,14 * 25,3 * 0,02 * 4464 = 440 \text{ м.}$$

Общая ширина (2d) 2-го пояса ЗСО будет равна: $440 * 2 = 880$ м.

Таким образом, размеры второго пояса ЗСО водозабора № 4 г. Липецка следующие:

вверх по потоку (R) = 4340 м;

вниз по потоку (r) = 124 м;

общая ширина (2d) = 880 м.

1.4.3. Третий пояс ЗСО

Для расчета третьего пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное периоду эксплуатации водозабора – 10000 суток с настоящего времени.

В изолированном пласте расчет границы ЗСО III пояса производим по формуле:

$$R = r = d = \sqrt{Q * T_m / \pi * m * n} ;$$

$$R_3 = \sqrt{7800 * 10000 / 3,14 * 25,3 * 0,02} = 7007 \text{ м.}$$

1.5. Водозабор № 5

1.5.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору № 5 не входит в техническое задание.

1.5.2. Второй пояс ЗСО

В расчете границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 200 суток, так как горизонт не имеет непосредственной связи с поверхностными водотоками. Согласно методике института «ВОДГЕО», 2-й и 3-й пояса ЗСО рассчитываем как для компактных групп взаимодействующих скважин в изолированных водоносных горизонтах в удалении от поверхностных водотоков и водоемов.

В изолированном пласте границы второго и третьего поясов ЗСО определяются по формуле:

$$R = r = d = \sqrt{Q * T_m / \pi * m * n} , \text{ где}$$

R – протяженность ЗСО вверх по потоку, м;

r – протяженность ЗСО вниз по потоку, м;

d – ширина ЗСО, м;

Q – суммарный водоотбор на водозаборе – 7,9 тыс. м³/сут (утвержденные запасы);

T_m – расчетное время: для второго пояса ЗСО – 200 суток, для третьего пояса ЗСО – 10000 суток;

m – мощность зоны активной фильтрации – 24,0 м;

n – пористость пород эксплуатируемого водоносного горизонта – 0,02.

Для водозабора № 5 размеры границ 2-го пояса ЗСО будут равны:

$$R_2 = r = d = \sqrt{7900 * 200 / 3,14 * 24,0 * 0,02} = 1024 \text{ м,}$$

1.5.3. Третий пояс ЗСО

Для расчета границы третьего пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное периоду эксплуатации водозабора – 10000 суток с настоящего времени.

Для водозабора № 5 размеры границ 3-го пояса ЗСО будут равны:

$$R_3 = r = d = \sqrt{7900 * 10000 / 3,14 * 24,0 * 0,02} = 7240 \text{ м.}$$

1.6. Водозабор № 7 «Сырский-1»

1.6.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору № 7 не входит в техническое задание.

1.6.2. Второй пояс ЗСО

В расчете границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 200 суток, так как горизонт не имеет непосредственной связи с поверхностными водотоками. Согласно методике института «ВОДГЕО», 2-й пояс ЗСО рассчитываем как для компактных групп взаимодействующих скважин в изолированных водоносных горизонтах в удалении от поверхностных водотоков и водоемов.

В расчетах границ второго и третьего поясов применяем следующие значения гидрогеологических параметров:

Q – суммарный водоотбор на водозаборе – 54 000 м³/сут (утвержденные запасы);
 m – мощность зоны активной фильтрации – 33,2 м;
 n – пористость водовмещающих пород – 0,03;
 i – уклон подземного потока – 0,003;
 K_ϕ – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 100,3 м/сут (принят по результатам разведочных работ);
 q – расход естественного потока: $q = k * m * i = 3330 * 0,003 = 10$ м²/сут.

Находим сначала положение водораздельной точки по формуле:

$$x_e = Q / 2 * \pi * q = 54000 / 2 * 3,14 * 10 = 860 \text{ м}$$

Для определения протяженности ЗСО II пояса вниз по потоку находим численное значение безразмерного параметра:

$$\bar{T} = q * T_m / m * n * x_e = 10 * 200 / 33,2 * 0,03 * 860 = 2,3;$$

По графику находим: $\bar{r} = 0,96$; $r = \bar{r} * x_e$,

следовательно: $r = 0,96 * 860 = 826 \text{ м}$.

Для определения удаленности ЗСО II пояса вверх по потоку:

$$\bar{R} = 3,8; \text{ следовательно } R = 3,8 * 860 = 3268 \text{ м}.$$

Общая длина ЗСО II пояса будет равна:

$$L = r + R = 826 + 3268 = 4094 \text{ м}.$$

Ширина ЗСО II пояса по формуле будет равна:

$$d = 2 * T_m * Q / \pi * m * n * L$$

$$d = 2 * 200 * 54000 / 3,14 * 33,2 * 0,03 * 4094 = 1687 \text{ м}.$$

Общая ширина (2d) 2-го пояса будет равна: $1687 * 2 = 3374 \text{ м}$.

Таким образом, размеры второго пояса ЗСО водозабора № 7 г. Липецка следующие:

вверх по потоку (R) = 3268 м;

вниз по потоку (r) = 826 м;

общая ширина (2d) = 3374 м.

1.6.3. Третий пояс ЗСО

Для расчета границы третьего пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное периоду эксплуатации водозабора – 10000 суток с настоящего времени.

В изолированном пласте расчет границы III пояса ЗСО производим по формуле:

$$R_3 = r = d = \sqrt{Q * T_m / \pi * m * n};$$

$$R_3 = \sqrt{54000 * 10000 / 3,14 * 33,2 * 0,03} = 13140 \text{ м.}$$

1.7. Водозабор № 10 «Кузьминский»

1.7.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору № 10 не входит в техническое задание.

1.7.2. Второй пояс ЗСО

В расчетах границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 200 суток, т.к. задонско-елецкий водоносный горизонт напорно-безнапорный и не имеет непосредственной связи с водоемом.

Согласно методике института «ВОДГЕО» 2 пояс ЗСО рассчитываем как для береговых водозаборов в виде линейного ряда скважин при естественном потоке подземных вод, направленном параллельно к реке.

В расчетах границ второго и третьего поясов применяем следующие значения гидрогеологических параметров:

Q – суммарный водоотбор на водозаборе – 31300 м³/сут (утвержденные запасы);
 m – мощность зоны активной фильтрации – 31,5 м;
 n – пористость водовмещающих пород – 0,04;
 i – уклон подземного потока – 0,0024;
 K_ϕ – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 44,7 м/сут;
 x_0 – среднее расстояние от центра водозабора до р. Кузьминка – 250 м;

$2l$ – длина линейного ряда – 5200 м;

q – расход естественного потока:

$$q = K_\phi \times m \times i = 44,7 \times 31,5 \times 0,0024 = 3,38 \text{ м}^2/\text{сут.}$$

Область питания водозабора ограничена раздельной линией и урезом реки. Приблизительно можно положить, что водораздельная точка лежит на прямой $x = x_0$, тогда координата точки:

$$y_b = l + 2x_0 * (e^q - 1)^{-1/2}, \text{ где } q = 8\pi * l * q / Q$$

$$q = 8 * 3,14 * 2600 * 3,38 = 7,$$

$$y_b = 2600 + 2 * 250 * (e^7 - 1)^{-1/2} = 2615 \text{ м.}$$

Протяженность ЗСО вниз по потоку принимаем равной $r = y_b = 2615 \text{ м.}$

Протяженность ЗСО вверх по потоку находим по графику для определения \bar{R} . Для этого находим безразмерные параметры:

$$\bar{Q} = Q/4\pi * q * l = 31300/4 * 3,14 * 3,38 * 2600 = 0,28,$$

$$\bar{T} = T_m * q/2 * m * n * x_0 * \sqrt{\bar{Q}} = 200 * 3,38/2 * 31,5 * 0,04 * 250 * 0,53 = 2.$$

Находим $\bar{R}=3,3$,

$$\text{следовательно } R = 2x_0 * \sqrt{\bar{Q}} * \bar{R} + l = 2 * 250 * 0,53 * 3,3 + 2600 = 3475 \text{ м.}$$

Общая протяженность ЗСО составит:

$$L = r + R = 2615 + 3475 = 6090 \text{ м.}$$

Ширину ЗСО рассчитываем по формуле или по графику:

$$\bar{T} = Q * T_m / \pi * m * n * l^2 = 31300 * 200 / 3,14 * 31,5 * 0,04 * 2600^2 = 0,23$$

$$\bar{l} = 2600/250 = 10,4,$$

тогда $\bar{R}=0,1$ и $2d = 0,1 * 2600 + 250 = 510 \text{ м,}$
соответственно $d = 255 \text{ м.}$

Таким образом, размеры второго пояса ЗСО водозабора № 10 будут следующие:

вверх по потоку (R) = 3475м;

вниз по потоку (r) = 2615 м;

общая ширина ($2d$) = 510 м.

1.7.3. Третий пояс ЗСО

Для определения границ ЗСО третьего пояса расчетное время T_m принимаем равное периоду эксплуатации водозабора 10000 суток с настоящего времени.

Согласно методике института «ВОДГЕО» 3 пояс ЗСО рассчитываем как для береговых водозаборов в виде линейного ряда скважин при естественном потоке подземных вод, параллельном к реке.

Область питания водозабора ограничена раздельной линией и урезом реки. Приблизительно можно положить, что водораздельная точка лежит на прямой $x = x_0$, тогда координата точки:

$$y_b = l + 2x_0 * (e^q - 1)^{-1/2}, \text{ где } q = 8\pi * l * q/Q$$

$$q = 8 * 3,14 * 2600 * 3,38 = 7$$

$$y_b = 2600 + 2 * 250 * (e^7 - 1)^{-1/2} = 2615 \text{ м}$$

Протяженность ЗСО вниз по потоку принимаем равной $r = y_b = 2615 \text{ м.}$

Протяженность ЗСО вверх по потоку находим по графику для определения \bar{R} . Для этого находим безразмерные параметры:

$$\bar{Q} = Q/4\pi * q * l = 31300/4 * 3,14 * 3,38 * 2600 = 0,28$$

$$\bar{T} = T_m * q/2 * m * n * x_0 * \sqrt{\bar{Q}} = 10000 * 3,38/2 * 31,5 * 0,04 * 250 * 0,53 = 101.$$

Находим $\bar{R}=100$,

$$\text{следовательно } R = 2x_0 * \sqrt{\bar{Q}} * \bar{R} + l = 2 * 250 * 0,53 * 100 + 2600 = 29100 \text{ м.}$$

Общая протяженность ЗСО составит:

$$L = r + R = 2615 + 29100 = 31714 \text{ м.}$$

Ширину ЗСО рассчитываем по формуле или по графику:

$$\bar{T} = Q * T_m / \pi * m * n * l^2 = 31300 * 10000 / 3,14 * 31,5 * 0,04 * 2600^2 = 11,7$$

$$\bar{l} = 2600/250 = 10,4,$$

тогда $\bar{R}=0,9$ и $2d = 0,9 * 2600 + 250 = 2590$ м, соответственно $d = 1295$ м.

Таким образом, размеры третьего пояса ЗСО водозабора № 10 будут следующие:

вверх по потоку (R) = 29100 м;

вниз по потоку (r) = 2615 м;

общая ширина ($2d$) = 2590 м.

1.8. Водозабор № 11 «Ситовский»

1.8.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору № 11 не входит в техническое задание.

1.8.2. Второй пояс ЗСО

Водозабор представляет собой два линейных ряда скважин. Верхний ряд расположен на абсолютных отметках, значительно выше нижнего ряда и находится в различных условиях питания по отношению к нижнему ряду скважин. Нижний ряд находится близко от реки на расстоянии 500 м. Поэтому в расчетах границ второго и третьего поясов применялись различные схемы. Верхний ряд скважин был рассчитан как линейный ряд в удалении от реки. Нижний ряд скважин рассчитывался как береговой водозабор в виде линейного ряда скважин. Суммарный водоотбор для верхнего ряда принимаем равным 72 000 м³/сут; для нижнего ряда – 60 000 м³/сут.

В расчетах границ второго и третьего поясов применяем следующие значения гидрогеологических параметров:

Q – суммарный водоотбор на водозаборе – 132000 м³/сут (утвержденные запасы);

m – средняя мощность зоны активной фильтрации – 28,3 м;

n – пористость водовмещающих пород – 0,04;

i – уклон подземного потока – 0,002;

K_{ϕ} – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 235 м/сут (принят по результатам разведочных работ);

x_0 – среднее расстояние от центра водозабора до р. Воронеж – 500 м;

q – расход естественного потока:

$q = k * m * i = 235 * 28,3 * 0,002 = 13,3$ м²/сут.

Расчет ЗСО II пояса для верхнего ряда скважин

В расчетах границы второго пояса ЗСО для верхнего ряда скважин расчетное время T_m принимаем равное 200 суток т.к. задонско-елецкий водоносный горизонт напорно-безнапорный и не имеет непосредственной гидравлической связи с р. Воронеж.

Протяженность ЗСО вверх и вниз по потоку подземных вод определяем по графику. Находим сначала численные значения безразмерных параметров:

$$\bar{q} = 2\pi * l * q / Q = 2 * 3,14 * 900 * 13,3 / 72000 = 1,04;$$

$$\bar{T} = QT_m / mnl^2 = 72000 * 200 / 28,3 * 0,04 * 900^2 = 15,7.$$

$$\text{Следовательно: } \bar{R} = 4,1; \quad \bar{r} = 0,5;$$

$$R = 4,1 * 900 = 3690;$$

$$r = 0,5 * 900 = 450 \text{ м.}$$

Общая длина ЗСО составит:

$$L = R + r = 3690 + 450 = 4140 \text{ м.}$$

Ширину ЗСО при работе линейного водозабора можно найти по соотношению:

$$d = 2 * Q * T_m / \pi * m * n * L;$$

$$d = 2 * 72000 * 200 / 3,14 * 28,3 * 0,04 * 4140 = 1957 \text{ м.}$$

Общая ширина (2 d) 2-го пояса ЗСО будет равна: $1957 * 2 = 3914 \text{ м.}$

Таким образом, размеры второго пояса ЗСО для верхнего ряда скважин водозабора № 11 будут следующие:

вверх по потоку (R) = 3690 м;

вниз по потоку (r) = 450 м;

общая ширина (2 d) = 3914 м.

Расчет ЗСО II пояса для нижнего ряда скважин

его ряда скважин расчетное время T_m принимаем равное 400 суток т.к. задонско-елецкий водоносный горизонт напорный и имеет непосредственную гидравлическую связь с р. Воронеж.

Протяженность ЗСО вверх по потоку подземных вод находим по графику.

Для этого определяем безразмерные параметры:

$$\bar{Q} = 60000 * 500 / 3,14 * 13,3 * 900^2 = 0,9;$$

$$\bar{T} = (q * T_m / mnl) + (x_0 / l * (1 + \bar{Q})) = (13,3 * 400 / 28,3 * 0,04 * 900) + (500 / 900 * (1 + 0,9)) = 5,5$$

По графику находим, что $\Delta \bar{R} = 0,8$.

Следовательно, по формуле $\Delta R = (\Delta \bar{R} * l) - (\bar{Q} * x_0 / (1 + \bar{Q}))$ находим

$$\Delta R = (0,8 * 900) - (0,9 * 500 / (1 + 0,9)) = 485.$$

При сохранении естественных условий частицы воды за расчетный интервал времени T_x прошли бы расстояние:

$$R_q = q * T_m / m * n = 13,3 * 400 / 28,3 * 0,04 = 4700 \text{ м.}$$

Расстояние вверх по потоку определяется по формуле $R = R_q + \Delta R$. $R = 4700 + 485 = 5185 \text{ м.}$

Расстояние до нижней границы ЗСО находим по формуле:

$$r = (Q * T_m / 2 * m * n * l) * (1 - (2q * l / Q))$$

$$r = (60000 * 400 / 2 * 28,3 * 0,04 * 900) * (1 - (2 * 13,3 * 900) / 60000) = 7067 \text{ м.}$$

Так как $r > 500 \text{ м}$, принимаем $r = 500 \text{ м}$.

Общая протяженность ЗСО II пояса составит:

$$L = 500 \text{ м} + 5185 \text{ м} = 5685 \text{ м.}$$

Дебит водозабора в нашем случае складывается из фильтрующихся вод р. Воронеж (Q_p) и бытового потока подземных вод (Q_e).

Количество подземных вод, привлекаемых водозабором из естественного потока, определяем по формуле:

$$\bar{q} = 2\pi * l * q / Q = 2 * 3,14 * 900 * 13,3 / 60000 = 1,25$$

$$y_0 = \sqrt{l^2 - x_0^2 + 2x_0 * l * \operatorname{ctg} \bar{q}} = 900^2 - 500^2 + 2 * 900 * 500 * \operatorname{ctg} 1,25 = 1159$$

$$\bar{y}_0 = 1159 / 900 = 1,29 ; \quad \bar{l} = l / x_0 = 900 / 500 = 1,8.$$

При полученных значениях y_0 и \bar{l} по графику находим:

$$\bar{Q}_e = 0,75 ; \quad Q_e = 0,75 * 60000 = 45000 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q_p = 60000 - 45000 = 15000 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Таким образом, водозабор будет, в основном, обеспечиваться из естественного потока.

Для определения максимальной ширины ЗСО II пояса используем формулу:

$$d_{\max} = Q_e / 2q = 45000 / 2 * 13,3 = 1692 \text{ м}.$$

Общая ширина ($2 d_{\max}$) 2-го пояса ЗСО будет равна: $1692 * 2 = 3384 \text{ м}.$

Таким образом, размеры второго пояса ЗСО для нижнего ряда скважин водозабора № 11 будут следующие:

вверх по потоку (R) = 5185 м;

вниз по потоку (r) = 500 м;

общая ширина ($2 d_{\max}$) = 3384 м.

1.8.3. Третий пояс ЗСО

Для определения границ ЗСО третьего пояса для водозабора № 11 расчетное время T_m принимаем равное периоду эксплуатации водозабора 10000 суток с настоящего времени.

В изолированном пласте расчет границы III пояса ЗСО производим по формуле:

$$R_3 = r = d = \sqrt{Q * T_m / \pi * m * n} ;$$

$$R_3 = \sqrt{132000 * 10000 / 3,14 * 28,3 * 0,04} = 19270 \text{ м}.$$

1.9. Водозабор пос. Сырский Рудник «Сырский-2»

1.9.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору пос. Сырский Рудник не входит в техническое задание.

1.9.2. Второй пояс ЗСО

В расчете границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 200 суток, так как горизонт достаточно защищен и не имеет непосредственной связи с открытым водоемом.

Согласно методикам института «ВОДГЕО», 2-й и 3-й пояса ЗСО рассчитываем как для компактных групп взаимодействующих скважин в изолированных водоносных горизонтах в удалении от поверхностных водотоков и водоемов.

В изолированном пласте границы второго и третьего поясов ЗСО определяются по формуле:

$$R = r = d = \sqrt{Q * T_m / \pi * m * n} , \text{ где}$$

R – протяженность ЗСО вверх по потоку, м;

r – протяженность ЗСО вниз по потоку, м;

d – ширина ЗСО, м;

Q – максимально достигнутый водоотбор водозабора – 6,0 тыс. м³/сут

(достигнутый в процессе эксплуатации);

T_м – расчетное время: для второго пояса ЗСО – 200 суток, для третьего пояса ЗСО – 10000 суток;

m – мощность зоны активной фильтрации – 23,5 м;

n – пористость пород эксплуатируемого водоносного горизонта – 0,02.

Для водозабора пос. Сырский Рудник границы 2-го пояса ЗСО будут равны:

$$R_2 = \sqrt{6000 * 200 / 3,14 * 23,5 * 0,02} = 902 \text{ м}$$

1.9.3. Третий пояс ЗСО

Для третьего пояса расчетное время T_м принимаем равное периоду эксплуатации водозабора – 10000 суток с настоящего времени.

$$R_3 = \sqrt{6000 * 10000 / 3,14 * 23,5 * 0,02} = 6367 \text{ м.}$$

1.10. Водозабор пос. Северный Рудник

1.10.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору пос. Северный Рудник не входит в техническое задание.

1.10.2. Второй пояс ЗСО

В расчете границы второго пояса ЗСО расчетное время T_м принимаем равное 200 суток, так как горизонт не имеет непосредственной связи с поверхностными водотоками.

Согласно методике института «ВОДГЕО», 2-й и 3-й пояса ЗСО рассчитываем как для компактных групп взаимодействующих скважин в изолированных водоносных горизонтах в удалении от поверхностных водотоков и водоемов.

В изолированном пласте границы второго и третьего поясов ЗСО определяются по формуле:

$$R = r = d = \sqrt{Q * T_m / \pi * m * n} , \text{ где}$$

R – протяженность ЗСО вверх по потоку, м;
 r – протяженность ЗСО вниз по потоку, м;
 d – ширина ЗСО, м;
 Q – максимально достигнутый водоотбор – 1,0 тыс. м³/сут;
 T_m – расчетное время: для второго пояса ЗСО – 200 суток,
 для третьего пояса ЗСО – 10000 суток;
 m – мощность зоны активной фильтрации – 30,0 м;
 n – пористость пород эксплуатируемого водоносного горизонта – 0,02 (по фондовым данным).

Для водозабора пос. Северный Рудник границы 2-го пояса ЗСО будут равны:

$$R_2 = \sqrt{1000 * 200 / 3,14 * 30,0 * 0,02} = 324 \text{ м.}$$

1.10.3. Третий пояс ЗСО

Для третьего пояса ЗСО расчетное время T_x принимаем равное периоду эксплуатации водозабора – 10000 суток с настоящего времени.

$$R_3 = \sqrt{1000 * 10000 / 3,14 * 30,0 * 0,02} = 2304 \text{ м}$$

1.11. Водозабор с. Подгорное

1.11.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору с. Подгорное не входит в техническое задание.

1.11.2. Второй пояс ЗСО

В расчете границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 200 суток, так как горизонт не имеет непосредственной связи с поверхностными водотоками.

Согласно методике института «ВОДГЕО», 2-й и 3-й пояс ЗСО рассчитываем как для компактных групп взаимодействующих скважин в изолированных водоносных горизонтах в удалении от поверхностных водотоков и водоемов.

В изолированном пласте границы второго и третьего поясов ЗСО определяются по формуле:

$$R = r = d = \sqrt{Q * T_m / \pi * m * n} , \text{ где}$$

R – протяженность ЗСО вверх по потоку, м;
 r – протяженность ЗСО вниз по потоку, м;
 d – ширина ЗСО, м;
 Q – максимально достигнутый водоотбор – 0,6 тыс. м³/сут;
 T_m – расчетное время: для второго пояса ЗСО – 200 суток,
 для третьего пояса ЗСО – 10000 суток;
 m – мощность зоны активной фильтрации – 30,0 м;
 n – пористость пород эксплуатируемого водоносного горизонта – 0,02.

Для водозабора с. Подгорное границы 2-го пояса ЗСО будут равны:

$$R_2 = \sqrt{600 \cdot 200 / 3,14 \cdot 30,0 \cdot 0,02} = 252 \text{ м.}$$

1.11.3. Третий пояс ЗСО

Для третьего пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное периоду эксплуатации водозабора – 10000 суток с настоящего времени.

$$R_3 = \sqrt{600 \cdot 10000 / 3,14 \cdot 30,0 \cdot 0,02} = 1785 \text{ м.}$$

1.12. Водозабор «ТЭЦ - 2»

1.12.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору «ТЭЦ-2» не входит в техническое задание.

1.12.2. Второй пояс ЗСО

В расчетах границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 400 суток т.к. водоносный неоген-четвертичный комплекс безнапорный и имеет связь с Матырским водохранилищем.

В расчетах границ второго и третьего поясов применяем следующие значения гидрогеологических параметров:

Q – суммарный водоотбор на водозаборе – 30000 м³/сут (утвержденные запасы);

m – средняя мощность водоносного комплекса – 34,2 м;

n – активная пористость водовмещающих пород – 0,2;

i – уклон подземного потока – 0,002;

K_f – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 52,6 м/сут (принят по результатам разведочных работ);

x_0 – среднее расстояние от центра водозабора до Матырского водохранилища – 150 м;

q – расход естественного потока: $q = km \cdot i = 1800 \cdot 0,002 = 3,6$ м²/сут.

Для определения протяженности ЗСО II пояса от водозабора в сторону реки (r) используем график для определения протяженности ЗСО. Найдем сначала численное значение безразмерных параметров:

$$\bar{q} = \pi x_0 \cdot q / Q = 3,14 \cdot 150 \cdot 3,6 / 30000 = 0,06$$

$$\bar{T} = Q \cdot T_m / \pi \cdot m \cdot n \cdot x_0^2 = 30000 \cdot 400 / 3,14 \cdot 34,2 \cdot 0,2 \cdot 150^2 = 24,8$$

По графику устанавливаем, что данным значениям T и q соответствует величина $r > 1$. Это значит, что T больше времени движения воды от реки до водозабора ($T > T_{\text{реч}}$) и, следовательно, нужно принять $r = x_0 = 150$ м.

Ширину фронта фильтрации речных вод на урезе Матырского водохранилища (y_0) определяем по формуле:

$$y_0 = x_0 \sqrt{(Q/\pi * x_0 * q) - 1} = 150 \sqrt{(30000/3,14 * 150 * 3,6) - 1} = 613 \text{ м}$$

Время, за которое речные воды дойдут до водозабора, определяем по формуле:

$$T_{\text{реч}} = m * n / q [(x_0^2 + y_0^2) / y_0 * \text{arctg} x_0 / y_0 - x_0] = 34,2 * 0,2 / 3,6 (150^2 + 613^2) / 613 * \text{actg} 150/613 - 150] = 11,2 \text{ суток.}$$

Определим теперь протяженность ЗСО II пояса вверх по потоку подземных вод (R). Сначала найдем расстояние R_q , которое проходит частица воды, двигаясь со скоростью естественного потока.

$$R_q = q T_m / m n = 3,6 * 400 / 34,2 * 0,2 = 210 \text{ м.}$$

Далее по графику для определения протяженности ЗСО (R) находим дополнительное расстояние, обусловленное действием водозабора:

$$\bar{q} = 0,06$$

$$3,6 * 400 / 34,2 * 0,2 * 150 = 1,4, \text{ следовательно:}$$

$$\Delta R = 3,0 \quad R = \Delta R * x_0 = 3,0 * 150 = 450 \text{ м}$$

Расстояние вверх по потоку определяется по формуле:

$$R = R_q + R, \text{ отсюда } R = 210 \text{ м} + 450 \text{ м} = 660 \text{ м.}$$

Общая протяженность 2-го пояса составит:

$$L = 150 \text{ м} + 660 \text{ м} = 810 \text{ м.}$$

Для определения ширины ЗСО (d) используем график.

При этом $\bar{q} = 0,06$, $\bar{T} = 1,4$, для $\bar{T}_m = 400$ суток. Этим численным значениям безразличных параметров соответствует: $\bar{d} = 3,6$.

$$\text{Следовательно: } d = 150 * 3,6 = 540 \text{ м.}$$

Общая ширина (2 d) 2-го пояса ЗСО будет равна: $540 * 2 = 1080 \text{ м.}$

Таким образом, размеры второго пояса ЗСО водозабора «ТЭЦ-2» будут следующие:

вверх по потоку (R) = 660 м;

вниз по потоку (r) = 150 м;

общая ширина (2 d) = 1080 м.

Дебит водозабора в нашем случае складывается из фильтрующихся вод Матырского водохранилища (Q_p) и бытового потока подземных вод (Q_e).

Определяем численные значения по формулам:

$$Q_p = 2Q/\pi * \text{arctg} y_0/x_0 - 2q y_0 = 2 * 30000 / 3,14 \text{ arctg} 613/150 - 2 * 3,6 * 613 = 20600 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$Q_e = 2Q/\pi * \text{arctg} x_0/y_0 + 2q y_0 = 2 * 30000 / 3,14 \text{ arctg} 150/613 + 2 * 3,6 * 613 = 9400 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

1.12.3. Третий пояс ЗСО

Для определения границ ЗСО третьего пояса расчетное время T_m принимаем равное периоду эксплуатации водозабора 10000 суток с настоящего времени.

Для определения протяженности ЗСО третьего пояса от водозабора в сторону реки (r) используем график для определения протяженности ЗСО. Найдем сначала численное значение безразмерных параметров:

$$\bar{q} = \pi x_0 * q / Q = 3.14 * 150 * 3.6 / 30000 = 0.06$$

$$\bar{T} = Q * T_m / \pi * m * n * x_0^2 = 30000 * 10^4 / 3.14 * 34.2 * 0.2 * 150^2 = 680$$

По графику устанавливаем, что данным значениям T и q соответствует величина $r > 1$. Это значит, что T больше времени движения воды от реки до водозабора ($T > T_{\text{реч}}$) и, следовательно, нужно принять $r = x_0 = 150$ м.

Ширину фронта фильтрации речных вод на урезе Матырского водохранилища (y_0) определяем по формуле:

$$y_0 = x_0 \sqrt{(Q / \pi * x_0 * q) - 1} = 150 \sqrt{(30000 / 3.14 * 150 * 3.6) - 1} = 613 \text{ м}$$

Время, за которое речные воды дойдут до водозабора, определяем по формуле:

$$T_{\text{реч}} = m * n / q [(x_0^2 + y_0^2) / y_0 * \arctg x_0 / y_0 - x_0] = 34.2 * 0.2 / 3.6 (150^2 + 613^2) / 613 * \arctg 150 / 613 - 150] = 11.2 \text{ суток.}$$

Определим теперь протяженность ЗСО вверх по потоку подземных вод (R). Сначала найдем расстояние R_q , которое проходит частица воды, двигаясь со скоростью естественного потока:

$$R_q = q T_m / m n = 3.6 * 10^4 / 34.2 * 0.2 = 5263 \text{ м.}$$

Далее по графику для определения протяженности ЗСО (R) находим дополнительное расстояние, обусловленное действием водозабора:

$$\bar{q} = 0.06$$

$$3.6 * 10^4 / 34.2 * 0.2 * 150 = 35.1,$$

следовательно:

$$\Delta R = 5.0 \quad R = \Delta R * x_0 = 5 * 150 = 750 \text{ м.}$$

Расстояние вверх по потоку определяется по формуле: $R = R_q + R$, откуда: $R = 5263 \text{ м} + 750 \text{ м} = 6013 \text{ м}$.

Общая протяженность 3-го пояса составит:

$$L = 150 \text{ м} + 6013 \text{ м} = 6163 \text{ м.}$$

Для определения ширины ЗСО используем график для определения ширины ЗСО (d).

$$\text{При этом } \bar{q} = 0.06, \quad \bar{T} = 35.1 \text{ для } T_m = 10^4 \text{ суток.}$$

Этим численным значениям безразличных параметров соответствует: $\bar{d} = 5.4$. Следовательно: $d = 150 \times 5.4 = 810 \text{ м}$.

Общая ширина (2 d) 3-го пояса ЗСО будет равна: $810 * 2 = 1620 \text{ м}$.

Таким образом, размеры третьего пояса ЗСО водозабора «ТЭЦ-2» будут следующие:

вверх по потоку (R) = 6013 м;

вниз по потоку (r) = 150 м;

общая ширина (2 d) = 1620 м.

1.13. Водозабор пос. Дачный

1.13.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору пос. Дачный не входит в техническое задание.

1.13.2. Второй пояс ЗСО

Для евлановско-ливенского водоносного горизонта (D₃ev-lv) в расчетах границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 200 суток, т.к. водоносный горизонт напорный, неограниченный пласт и не имеет непосредственной связи с водоемом. Согласно методике института «ВОДГЕО» 2 пояс ЗСО рассчитываем как для одиночных скважин или компактных групп взаимодействующих скважин в удалении от гидравлически современных водотоков и водоемов.

В изолированном пласте границы второго и третьего поясов ЗСО определяются по формуле:

$$R = r = d = \sqrt{Q * T_m / \pi * m * n} , \text{ где}$$

R – протяженность ЗСО вверх по потоку, м;

r – протяженность ЗСО вниз по потоку, м;

d – ширина ЗСО, м;

Q – максимальный дебит водозабора;

T_m – расчетное время эксплуатации водозабора;

m – средняя мощность зоны активной фильтрации эксплуатируемого водоносного горизонта (комплекса);

n – пористость пород эксплуатируемого водоносного горизонта (комплекса).

Гидрогеологические параметры евлановско-ливенского водоносного горизонта по скважинам №№ 42200331, 42200389 для расчета ЗСО принимаем следующие:

Q – максимальный дебит водозабора – 600 м³/сут (для одной скважины);

T_m – расчетное время: для второго пояса ЗСО – 200 суток, для третьего пояса ЗСО – 10000 суток;

m – средняя мощность зоны активной фильтрации – 15,0 м (по фондовым данным);

n – пористость пород эксплуатируемого водоносного горизонта – 0,02

(по фондовым данным).

Для евлановско-ливенского водоносного горизонта по водозабору пос. Дачный границы 2-го пояса ЗСО будут равны:

$$R_2 = \sqrt{600 * 200 / 3,14 * 15,0 * 0,02} = 357 \text{ м};$$

Для неоген-четвертичного водоносного комплекса (N-Q) в расчетах границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 400 суток, т.к. он залегает первым от поверхности и относится к категории грунтовых вод. Согласно методике института «ВОДГЕО» 2 пояс ЗСО рассчитываем как для одиночных скважин или

компактных групп взаимодействующих скважин в удалении от гидравлически современных водотоков и водоемов.

Гидрогеологические параметры неоген-четвертичного водоносного комплекса по скважине № 42200333 для расчета ЗСО принимаем следующие:

Q – максимальный дебит водозаборной скважины – 130 м³/сут;

T_x – расчетное время: для второго пояса ЗСО – 400 суток,
для третьего пояса ЗСО – 10000 суток;

m – мощность водоносного горизонта – 34,0 м (по величине вскрытия);

n – пористость пород эксплуатируемого водоносного горизонта – 0,2.

Для неоген-четвертичного водоносного комплекса по водозабору пос. Дачный размеры 2-го пояса ЗСО будут равны:

$$R_2 = \sqrt{130 \cdot 400 / 3,14 \cdot 34,0 \cdot 0,2} = 49 \text{ м}$$

1.13.3. Третий пояс ЗСО

Для определения границ ЗСО третьего пояса для евлановско-ливеского водоносного горизонта и неоген-четвертичного водоносного комплекса расчетное время T_m принимаем равное периоду эксплуатации водозабора 10000 суток с настоящего времени.

Размеры 3-го пояса ЗСО для водозабора пос. Дачный будут равны:

$R_3 = \sqrt{600 \cdot 10000 / 3,14 \cdot 15,0 \cdot 0,02} = 2524 \text{ м}$ (для евлановско-ливеского водоносного горизонта);

$R_3 = \sqrt{130 \cdot 10000 / 3,14 \cdot 34,0 \cdot 0,2} = 247 \text{ м}$ (для неоген-четвертичного водоносного комплекса).

Примечание: Так как скважины на евлановско-ливеский водоносный горизонт рассредоточены на разных площадках, то размеры ЗСО 2-го и 3-го поясов выносятся на карту для каждой скважины отдельно с учетом нагрузки на них по 600 м³/сут.

1.14. Водозабор в/ч 11700 пос. Дачный

1.14.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору в/ч 11700 пос. Дачный не входит в техническое задание.

1.14.2. Второй пояс ЗСО

Для евлановско-ливенского водоносного горизонта (D_{3ev-lv}) в расчетах границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 200 суток, т.к. водоносный горизонт напорный, неограниченный пласт и не имеет непосредственной связи с водоемом. Согласно

методике института «ВОДГЕО» 2 пояс ЗСО рассчитываем как для одиночных скважин или компактных групп взаимодействующих скважин в удалении от гидравлически современных водотоков и водоемов.

В изолированном пласте границы второго и третьего поясов ЗСО определяются по формуле:

$$R = r = d = \sqrt{Q * T_m / \pi * m * n} , \text{ где}$$

R – протяженность ЗСО вверх по потоку, м;

r – протяженность ЗСО вниз по потоку, м;

d – ширина ЗСО, м;

Q – максимальный дебит водозабора;

T_м – расчетное время эксплуатации водозабора;

m – средняя мощность зоны активной фильтрации эксплуатируемого водоносного горизонта (комплекса);

n – пористость пород эксплуатируемого водоносного горизонта (комплекса).

Гидрогеологические параметры евлановско-ливенского водоносного горизонта по скважинам №№ 42204801, 42204799 для расчета ЗСО принимаем следующие:

Q – максимальный дебит водозабора – 1200 м³/сут;

T_х – расчетное время: для второго пояса ЗСО – 200 суток,

для третьего

пояса ЗСО – 10000 суток;

m – средняя мощность зоны активной фильтрации – 15,0 м

(по фондовым данным);

n – пористость пород эксплуатируемого водоносного горизонта – 0,02

(по фондовым данным).

$$R_2 = \sqrt{1200 * 200 / 3,14 * 15,0 * 0,02} = 505 \text{ м.}$$

Для неоген-четвертичного водоносного комплекса (N-Q) в расчетах границы второго пояса ЗСО расчетное время T_м принимаем равное 400 суток, т.к. он залегает первым от поверхности, по степени защищенности может быть отнесен к грунтовым водам. Согласно методике института «ВОДГЕО» 2 пояс ЗСО рассчитываем как для одиночных скважин или компактных групп взаимодействующих скважин в удалении от гидравлически современных водотоков и водоемов.

Гидрогеологические параметры неоген-четвертичного водоносного комплекса по скважине № 42204802 для расчета ЗСО принимаем следующие:

Q – максимальный дебит водозабора – 350 м³/сут;

T_м – расчетное время: для второго пояса ЗСО – 400 суток,

для третьего пояса ЗСО – 10000 суток;

m – мощность водоносного горизонта – 28,0 м (по величине вскрытия);

n – пористость пород эксплуатируемого водоносного горизонта – 0,2.

$$R_2 = \sqrt{350 * 400 / 3,14 * 28,0 * 0,2} = 89 \text{ м.}$$

1.14.3. Третий пояс ЗСО

Для определения границ ЗСО третьего пояса для евлановско-ливеского водоносного горизонта и неоген-четвертичного водоносного комплекса расчетное время T_m принимаем равное периоду эксплуатации водозабора 10000 суток с настоящего времени.

Размеры 3-го пояса ЗСО для водозабора в/ч 11700 пос. Дачный будут равны:

$R_3 = \sqrt{1200 \cdot 10000 / 3,14 \cdot 15,0 \cdot 0,02} = 3569 \text{ м}$ (для евлановско-ливеского водоносного горизонта);

$R_3 = \sqrt{350 \cdot 10000 / 3,14 \cdot 28,0 \cdot 0,2} = 446 \text{ м}$ (для неоген-четвертичного водоносного комплекса).

1.15. Водозабор пос. Матырский

1.15.1. Первый пояс ЗСО

Расчет ЗСО I пояса по водозабору пос. Матырский не входит в техническое задание.

1.15.2. Второй пояс ЗСО

Для евлановско-ливенского водоносного горизонта (D_{3ev-lv}) в расчетах границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 200 суток, т.к. водоносный горизонт напорный, неограниченный пласт и не имеет непосредственной связи с водоемом. Согласно методике института «ВОДГЕО» 2 пояс ЗСО рассчитываем как для одиночных скважин или компактных групп взаимодействующих скважин в удалении от гидравлически современных водотоков и водоемов.

В изолированном пласте границы второго и третьего поясов ЗСО определяются по формуле:

$$R = r = d = \sqrt{Q \cdot T_m / \pi \cdot m \cdot n}, \text{ где}$$

R – протяженность ЗСО вверх по потоку, м;

r – протяженность ЗСО вниз по потоку, м;

d – ширина ЗСО, м;

Q – максимальный дебит водозабора;

T_m – расчетное время эксплуатации водозабора;

m – средняя мощность зоны активной фильтрации эксплуатируемого водоносного горизонта (комплекса);

n – пористость пород эксплуатируемого водоносного горизонта (комплекса).

Так как в настоящее время подземные воды из евлановско-ливенского водоносного горизонта на водозаборе не эксплуатируются, гидрогеологические параметры для расчета ЗСО принимаем из отчета по результатам геологоразведочных работ:

Q – максимальный дебит водозабора – 1360 м³/сут;

T_m – расчетное время: для второго пояса ЗСО – 200 суток, для третьего пояса ЗСО – 10000 суток;

m – мощность зоны активной фильтрации – 15,7 м;

n- пористость пород эксплуатируемого водоносного горизонта – 0,02.

$$R_2 = \sqrt{1360 * 200 / 3,14 * 15,7 * 0,02} = 525 \text{ м}$$

Для неоген-четвертичного водоносного комплекса (N-Q) в расчетах границы второго пояса ЗСО расчетное время T_m принимаем равное 400 суток, т.к. он залегает первым от поверхности и относится к категории грунтовых вод. Согласно методике института «ВОДГЕО» 2 пояс ЗСО рассчитываем как для одиночных скважин или компактных групп взаимодействующих скважин в удалении от гидравлически современных водотоков и водоемов.

Гидрогеологические параметры неоген-четвертичного водоносного комплекса для расчета ЗСО принимаем следующие:

Q –дебит водозабора – 3400 м³/сут (максимально достигнутый в процессе эксплуатации);

T_m – расчетное время: для второго пояса ЗСО – 400 суток,

для третьего пояса ЗСО– 10000 суток;

m – средняя мощность водоносного комплекса – 30,0 м;

n- пористость пород эксплуатируемого водоносного комплекса – 0,2.

$$R_2 = \sqrt{3400 * 400 / 3,14 * 30,0 * 0,2} = 269 \text{ м}$$

1.15.3. Третий пояс ЗСО

Для определения границ ЗСО третьего пояса для евлановско-ливеского водоносного горизонта и неоген-четвертичного водоносного комплекса расчетное время T_m принимаем равное периоду эксплуатации водозабора 10000 суток с настоящего времени.

Размеры 3-го пояса ЗСО для водозабора пос. Матырский будут равны:

$R_3 = \sqrt{1360 * 10000 / 3,14 * 15,7 * 0,02} = 3714 \text{ м.}$ (для евлановско-ливеского водоносного горизонта);

$R_3 = \sqrt{3400 * 10000 / 3,14 * 30,0 * 0,2} = 1343 \text{ м.}$ (для неоген-четвертичного водоносного комплекса).

2. Определение границ зон санитарной охраны для водозаборов

При построении границ ЗСО использованы следующие исходные данные:

- топографическая съемка действующих скважин по каждому водозабору в масштабе 1:500 с указанием координат скважин в городской системе.
- Данные расчетов главы 1.
- Данные нормативных документов

2.1. Определение расчетных границ поясов ЗСО для каждого водозабора

2.1.1. Определение границ первого пояса ЗСО

В рамках настоящей работы не входило определение фактических размеров первого пояса ЗСО. Для построения расчетных границ ЗСО первого пояса использовались данные нормативных документов по размерам ЗСО для первого пояса подземных источников водозаборов. Размеры первого пояса для каждой скважины водозаборов приведены в следующей таблице:

№№ по порядку	Наименование водозабора	Размер 1 пояса ЗСО, м
1	Водозабор № 1 «Монастырские ключи»	50
2	Водозабор № 2 «Колхозный»	30
3	Водозабор № 3 «Трубный-Б»	30
4	Водозабор №4 «Казанский»	30
5	Водозабор № 5	50
6	Водозабор № 7 «Сырский-1»	30
7	Водозабор № 10 «Кузьминский»	50
8	Водозабор № 11 «Ситовский» Площадка №1, Площадка №2	50
9	Водозабор пос. Сырский Рудник «Сырский-2»	50
10	Водозабор п. Северный Рудник	30
11	Водозабор с. Подгорное	30
12	Водозабор «ТЭЦ - 2»	50
13	Водозабор пос. Дачный Площадка №1, Площадка №2	50
14	Водозабор в/ч 11700 пос. Дачный	50
15	Водозабор пос. Матырский Площадка №1, Площадка №2	50

Построение границ первого пояса выполнялось от центров всех скважин по каждому водозабору окружностями радиусом соответствующим размеру ЗСО первого пояса соответствующего водозабора. При этом построения выполнялись в городской системе координат с использованием координат скважин водозаборов по данным топографической съемки (альбом 07.42.00-04-05 «Приложение №5. Топографическая съемка скважин водозаборов»). Границы первого пояса ЗСО (внутренней границы второго пояса ЗСО) приведены в альбоме 07.42.00-04-02 «Приложение №2. Расчетные границы зон санитарной охраны по каждому водозабору». В этом же альбоме приведены ведомости углов поворота границ первого пояса ЗСО для каждой (группы) скважины в городской системе координат.

2.1.2. Определение границ второго пояса ЗСО

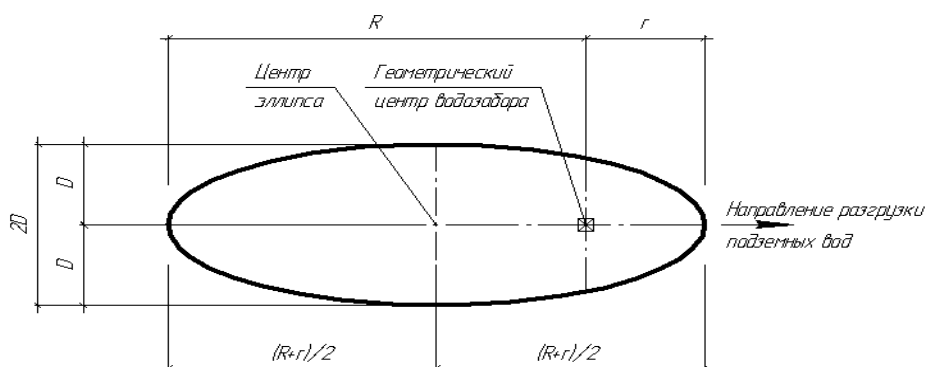
Перед построением границ второго пояса водозаборов для каждого из них были определены геометрические центры водозаборов. В случае водозабора включающего одиночную скважину центром водозабора принимался центр скважины, а в случае наличия на водозаборе группы скважин – геометрический центр тяжести многоугольника образованного внешними скважинами водозабора. При этом построения выполнялись в городской системе координат с использованием координат скважин водозаборов по данным топографической съемки (альбом 07.42.00-04-05 «Приложение №5. Топографическая съемка скважин водозаборов»)

В следующей таблице приведены данные для построения границ второго пояса ЗСО принятые по расчетам главы 1:

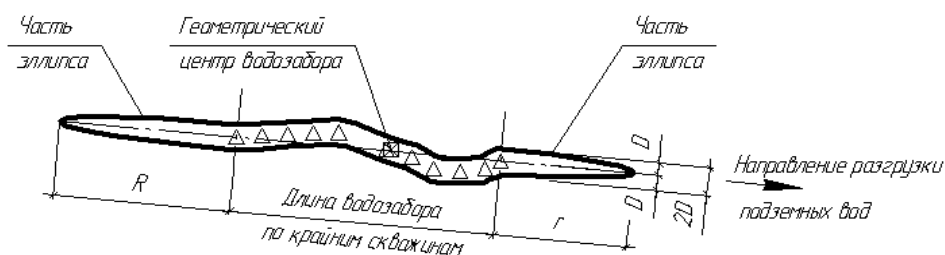
№№ п/п	Наименование водозабора	Размер 2 пояса ЗСО, м		
		R (вверх по потoku)	r (вниз по потoku)	2D (ширина)
1	Водозабор № 1 «Монастырские ключи»	2613	600	1902
2	Водозабор № 2 «Колхозный»	1863	459	1810
3	Водозабор № 3 «Трубный-Б»	4659	1498	5228
4	Водозабор №4 «Казанский»	4340	124	880
5	Водозабор № 5	1024 – окружность		
6	Водозабор № 7 «Сырский-1»	3268	826	3374
7	Водозабор № 10 «Кузьминский»	3475	2615	510
8.1	Водозабор № 11 «Ситовский» Площадка №1	3690	450	3914
8.2	Водозабор № 11 «Ситовский» Площадка №2	5185	500	3384
9	Водозабор пос. Сырский Рудник «Сырский-2»	902 – окружность		
10	Водозабор п. Северный Рудник	324 – окружность		

№ п/п	Наименование водозабора	Размер 2 пояса ЗСО, м		
		252 - окружность		
12	Водозабор «ТЭЦ - 2»	660	150	1080
13.1	Водозабор пос. Дачный Площадка №1	357 - окружность		
13.1	Водозабор пос. Дачный Площадка №2	357 - окружность		
14	Водозабор в/ч 11700 пос. Дачный	505 - окружность		
15.1	Водозабор пос. Матырский Площадка №1	269 - окружность		
15.2	Водозабор пос. Матырский Площадка №2	525 - окружность		

Построение границ второго пояса выполнялось от геометрических центров водозаборов. В случае принятия границы 2 пояса ЗСО водозабора по окружности центр окружности совпадал с геометрическим центром водозабора. При принятии границы по эллипсу построения выполнялись по следующей схеме:



Для водозабора №10 «Кузьминский» построения выполнялись по схеме отличной от приведенной выше т.к. водозабор представлен в плане линейным с направлением потока разгрузки вдоль скважин. Для указанного водозабора границы строились по следующей схеме:



Областью разгрузки подземных вод приняты долины рек Воронеж и Матра, и основное направление потока определялось с использованием карт гидроизогипс.

Дирекционные углы направления разгрузки приведены в следующей таблице:

№№ п/п	Наименование водозабора	Дирекционный угол разгрузки подземного потока, град мин сек
1	Водозабор № 1 «Монастырские ключи»	148° 08' 05"
2	Водозабор № 2 «Колхозный»	134° 25' 38"
3	Водозабор № 3 «Трубный-Б»	134° 25' 38"
4	Водозабор №4 «Казанский»	120° 00' 00"
5	Водозабор № 5	Не требуется
6	Водозабор № 7 «Сырский-1»	134° 25' 38"
7	Водозабор № 10 «Кузьминский»	95° 26' 14"
8.1	Водозабор № 11 «Ситовский» Площадка №1	109° 08' 39"
8.2	Водозабор № 11 «Ситовский» Площадка №2	109° 08' 39"
9	Водозабор пос. Сырский Рудник «Сырский-2»	Не требуется
10	Водозабор п. Северный Рудник	Не требуется
11	Водозабор с. Подгорное	Не требуется
12	Водозабор «ТЭЦ - 2»	58° 05' 38"
13.1	Водозабор пос. Дачный Площадка №1	Не требуется
13.1	Водозабор пос. Дачный Площадка №2	Не требуется
14	Водозабор в/ч 11700 пос. Дачный	Не требуется
15.1	Водозабор пос. Матырский Площадка №1	Не требуется
15.2	Водозабор пос. Матырский Площадка №2	Не требуется

Построения выполнялись в городской системе координат с использованием координат скважин водозаборов по данным

топографической съемки (альбом 07.42.00-04-05 «Приложение №5. Топографическая съемка скважин водозаборов»). Границы второго пояса ЗСО приведены в альбоме 07.42.00-04-02 «Приложение №2. Расчетные границы зон санитарной охраны по каждому водозабору». В этом же альбоме приведены ведомости углов поворота границ второго пояса ЗСО для каждого водозабора в городской системе координат.

2.1.3. Определение границ третьего пояса ЗСО

Перед построением границ третьего пояса водозаборов для каждого из них были определены геометрические центры водозаборов. В случае водозабора включающего одиночную скважину центром водозабора принимался центр скважины, а в случае наличия на водозаборе группы скважин – геометрический центр тяжести многоугольника образованного внешними скважинами водозабора. При этом построения выполнялись в городской системе координат с использованием координат скважин водозаборов по данным топографической съемки (альбом 07.42.00-04-05 «Приложение №5. Топографическая съемка скважин водозаборов»)

В следующей таблице приведены данные для построения границ третьего пояса ЗСО принятые по расчетам главы 1:

№№ п/п	Наименование водозабора	Размер 3 пояса ЗСО, м		
		R (вверх по потoku)	r (вниз по потoku)	2D (ширина)
1	Водозабор № 1 «Монастырские ключи»	8739 – окружность		
	Водозабор № 2 «Колхозный»	7249 – окружность		
3	Водозабор № 3 «Трубный-Б»	20060 – окружность		
4	Водозабор №4 «Казанский»	7007 – окружность		
5	Водозабор № 5	7240 – окружность		
6	Водозабор № 7 «Сырский-1»	13140		
7	Водозабор № 10 «Кузьминский»	29100	2615	2590
8	Водозабор № 11 «Ситовский» Площадка №1, Площадка №2	19270 – окружность		
9	Водозабор пос. Сырский Рудник «Сырский-2»	6367 – окружность		
10	Водозабор п. Северный Рудник	2304 – окружность		
11	Водозабор с. Подгорное	1785 – окружность		
12	Водозабор «ТЭЦ – 2»	6013	150	1620
13.1	Водозабор пос. Дачный Площадка №1	2524 – окружность		
13.1	Водозабор пос. Дачный Площадка №2	2524 – окружность		
14	Водозабор в/ч 11700 пос. Дачный	3569 – окружность		
15.1	Водозабор пос. Матырский Площадка №1	1343 – окружность		
15.2	Водозабор пос. Матырский Площадка №2	3714 – окружность		

Построения выполнялись в городской системе координат с использованием координат скважин водозаборов по данным топографической съемки (альбом 07.42.00-04-05 «Приложение №5. Топографическая съемка скважин водозаборов»). Границы третьего пояса ЗСО приведены в альбоме 07.42.00-04-02 «Приложение №2. Расчетные границы зон санитарной охраны по каждому водозабору». В этом же альбоме приведены ведомости углов поворота границ третьего пояса ЗСО для каждого водозабора в городской системе координат.

2.2. Определение фактических границ поясов ЗСО для каждого водозабора

2.2.1. Определение границ первого пояса ЗСО

Фактические границы первого пояса (наличие ограждения, соответствие ограждения расчетным границам первого пояса и т.п.) в настоящем проекте не определялись, т.к. указанные работы выходят за границы технического задания настоящего проекта.

2.2.1. Определение границ второго и третьего поясов ЗСО

Фактические границы поясов ЗСО для каждого водозабора определялись по границам водотоков (реки Воронеж и Кузьминка, Матырское водохранилище). Для реки Воронеж и реки Кузьминка граница определялась по правому берегу, для Матырского водохранилища по левому. Координаты берегов водотоков определены в пределах городской сетки координат ($X = -15000$; $Y = -10000$) до ($X = 10000$ $Y = 10000$) по карте масштаба 1:10000, на остальной территории по карте масштаба 1:200000.

Фактические границы второго и третьего поясов ЗСО приведены в альбоме 07.42.00-04-03 «Приложение №3. Фактические границы зон санитарной охраны по каждому водозабору». В этом же альбоме приведены ведомости углов поворота границ третьего пояса ЗСО для каждого водозабора в городской системе координат.

2.3. Определение границ поясов ЗСО для водозаборов г. Липецка

Результатирующем при определении границ поясов ЗСО водозаборов явилось совместное наложение на одну схему границ всех водозаборов. При этом для водозаборов №7 «Сырский-1» и «Сырский-2», а также для двух площадок водозабора «Дачный» произошли наложение границ и территории второго пояса ЗСО для каждой из групп водозаборов стали совместными.

По территориям третьего пояса выделено три площадки:

Площадка №1, Площадка №2, Площадка №3.

Площадка №1 ограничена правым берегом реки Воронеж и границами третьего пояса ЗСО водозаборов №11 «Ситовский», №3 «Трубный-Б» и №7 «Сырский-1».

Площадки №2 ограничена территорией третьего пояса ЗСО водозабора «ТЭЦ-2».

Площадка №3 ограничена левым берегом Матырского водохранилища и границами водозаборов «Дачный», «в/ч 11700 пос. Дачный» и «Матырский».

Границы первого, второго и третьего поясов ЗСО приведены в альбоме 07.42.00-04-01-01 «Приложение №1. Границы второй и третьей зон санитарной охраны для водозаборов г.Липецка». Том 1 «Схемы расположения границ второй и третьей зон санитарной охраны для водозаборов г.Липецка». Ведомости углов поворота границ второго и третьего поясов ЗСО в городской системе координат приведены в томе 2 указанного приложения.