

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ГИГИЕНЫ ТРУДА

**И. П. СЕМЁНОВ, И. П. ЩЕРБИНСКАЯ**

# **САНИТАРНАЯ ОХРАНА ИСТОЧНИКОВ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Методические рекомендации



Минск БГМУ 2011

УДК 614.445 (075.8)  
ББК 51.21 я73  
С30

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве  
методических рекомендаций 25.05.2011 г., протокол № 9

Рецензенты: зав. каф. общей гигиены Белорусского государственного медицин-  
ского университета доц., канд. мед. наук Н. Л. Бацукова; зав. лаб. комплексной  
оценки риска воздействия факторов среды Республиканского научно-практического  
центра гигиены доц., канд. мед. наук Т. Е. Науменко

**Семёнов, И. П.**

С30 Санитарная охрана источников хозяйственно-питьевого водоснабжения : метод.  
рекомендации / И. П. Семёнов, И. П. Щербинская. – Минск : БГМУ, 2011. – 24 с.

ISBN 978-985-528-476-6.

Содержит описание организации зон санитарной охраны водоисточников хозяйственно-  
питьевого водоснабжения, режимов на их территории, определения границ поясов зон санитар-  
ной охраны.

Предназначено для студентов 4–6-го курсов медико-профилактического факультета.

УДК 614.445 (075.8)

ББК 51.21 я73

---

Учебное издание

**Семёнов Игорь Павлович**  
**Щербинская Ирина Петровна**

# **САНИТАРНАЯ ОХРАНА ИСТОЧНИКОВ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Методические рекомендации

Ответственный за выпуск И. П. Семёнов

Редактор И. В. Климук

Компьютерная верстка А. В. Янушкевич

Подписано в печать 26.05.11. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».

Печать офсетная. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,15. Тираж 99 экз. Заказ 690.

Издатель и полиграфическое исполнение:

учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет».

ЛИ № 02330/0494330 от 16.03.2009.

ЛП № 02330/0150484 от 25.02.2009.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

ISBN 978-985-528-476-6

© Оформление. Белорусский государственный  
медицинский университет, 2011

## МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

Вода является важнейшим используемым компонентом окружающей природной среды, возобновляемым, ограниченным и уязвимым природным ресурсом. Качество питьевой воды, потребляемой населением, в значительной степени зависит от качества воды источника хозяйственно-питьевого водоснабжения. Надежность процессов водоподготовки тем выше, чем более постоянен состав воды источника водоснабжения. С целью предотвращения эпизодического, периодического или систематического действия факторов, ухудшающих качество воды источника хозяйственно-питьевого водоснабжения, осуществляется система мероприятий по его санитарной охране.

Охрана источников хозяйственно-питьевого водоснабжения позволяет сохранить водный фонд республики и предотвратить неблагоприятное влияние водного фактора на здоровье населения.

**Цель занятия:** изучить санитарно-эпидемиологические требования к организации и эксплуатации зон санитарной охраны (ЗСО) источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

### **Задачи занятия:**

1. Ознакомиться с нормативно-правовой базой в области охраны источников питьевого водоснабжения.
2. Изучить требования к организации ЗСО поверхностных и подземных источников водоснабжения.
3. Научиться оценивать режимы на территории ЗСО водоисточников и разрабатывать противоэпидемические мероприятия по санитарной охране водоисточников хозяйственно-питьевого водоснабжения.
4. Овладеть практическими навыками установления границ поясов ЗСО.

**Требования к исходному уровню знаний:** для полного освоения темы студентам необходимо повторить материал из *общей гигиены* — питьевая вода, источники хозяйственно-питьевого водоснабжения, мероприятия по санитарной охране водоисточников.

### **Контрольные вопросы из смежных дисциплин:**

1. Физиолого-гигиеническая роль воды.
2. Характеристика поверхностных и подземных водоисточников.
3. Виды и основные источники загрязнения поверхностных и подземных вод.
4. Трансформация химических веществ в воде.
5. Процессы самоочищения воды.

### **Контрольные вопросы по теме занятия:**

1. ЗСО источников хозяйственно-питьевого назначения, законодательные основы их организации.

2. Основные виды загрязнений источников хозяйственно-питьевого водоснабжения; факторы, определяющие установление размеров поясов ЗСО.

3. Цели организации ЗСО и режимы хозяйственной деятельности на территории поясов ЗСО подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

4. Цели организации ЗСО и режимы хозяйственной деятельности на территории поясов ЗСО поверхностных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

5. Проект ЗСО, согласование и утверждение проекта.

### ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

**Акватория** — водное пространство, ограниченное естественными, искусственными или условными границами.

**Водный объект** — сосредоточение природных вод на поверхности суши либо в горных породах, имеющее характерные формы распространения и черты режима.

**Водоем** — поверхностный водный объект в углублении суши, характеризующийся замедленным движением воды или полным его отсутствием (озеро, водохранилище, пруд).

**Водозабор (водозаборные сооружения)** — комплекс сооружений и оборудования для забора воды из поверхностного или подземного источника водоснабжения.

**Водозабор ковшового типа** — специальное водозаборное сооружение, забор воды в котором осуществляется из искусственного залива в виде ковша, сделанного от поверхностного источника питьевого водоснабжения.

**Водоносный горизонт** — водопроницаемый пласт горной породы, насыщенный водой.

**Водопроводная сеть (водопроводные сооружения)** — система трубопроводов и сооружений на них для подачи воды к местам ее потребления.

**Водоток** — поверхностный водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности (река, ручей, родник, канал).

**Воды подземные** — воды, находящиеся ниже уровня земной поверхности в толщах горных пород земной коры во всех физических состояниях.

**Дебит** — объем жидкости (воды), поступающей в единицу времени из естественного или искусственного источника водоснабжения (л/с, м<sup>3</sup>/с, м<sup>3</sup>/ч, м<sup>3</sup>/сут). Дебит характеризует устойчивое поступление жидкости в течение длительного времени.

**Загрязнение вод (водных объектов)** — поступление в водный объект загрязняющих веществ, микроорганизмов и тепла, нарушающих природный состав и свойства воды.

**Засорение вод (водных объектов)** — накопление в водных объектах посторонних предметов.

**Зона санитарной охраны (ЗСО)** — территория и акватория, на которых устанавливается особый санитарно-противоэпидемиологический режим для предотвращения ухудшения качества воды источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и охраны водопроводных сооружений.

**Источник питьевого водоснабжения** — водный объект (водоем, водоток, водоносный горизонт), воды которого используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения после соответствующей обработки или без нее.

**Истощение вод (водных объектов)** — устойчивое уменьшение минимально допустимого стока поверхностных вод или сокращение запасов подземных вод.

**Межень** — период, в течение которого сохраняется низкий уровень воды в водоеме.

**Расход воды** — объем воды, протекающий в единицу времени через поперечное сечение реки или водоносного горизонта.

#### **ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Задачами водного законодательства Республики Беларусь являются регулирование отношений в области использования и охраны вод в целях удовлетворения потребностей в водных ресурсах, охраны вод от загрязнения, засорения и истощения, предупреждения и ликвидации вредного воздействия вод, восстановления и улучшения состояния водных объектов.

Правовое регулирование в области охраны источников питьевого водоснабжения в Республике Беларусь основывается на Конституции Республики Беларусь и осуществляется в соответствии с:

- Водным кодексом Республики Беларусь № 191-З от 15.07.1998 г.;
- Законом Республики Беларусь «О санитарно-эпидемическом благополучии населения» № 2583-ХІІ от 23.11.1993 г.;
- Законом Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» № 271-З от 24.06.1999 г.;
- Санитарными правилами и нормами «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» № 10-113 Республики Беларусь 98, 1999 г.

В соответствии с указанными законами и кодексом охрана источников питьевого водоснабжения от загрязнения, засорения и истощения является обязательным условием обеспечения надлежащего качества питьевой воды. Это достигается выполнением санитарных, экологических и противоэпидемических требований и мероприятий, созданием ЗСО источников и

систем питьевого водоснабжения, соблюдением режима, предусмотренного для этих зон.

Физические и юридические лица, деятельность которых может повлиять на состояние источников и систем питьевого водоснабжения, обязаны проводить за счет собственных средств согласованные с местными исполнительными и распорядительными органами, органами государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды, органами государственного санитарного надзора и другими заинтересованными государственными органами и учреждениями мероприятия, обеспечивающие охрану вод от загрязнения, засорения и истощения.

В целях предупреждения эпизодического, периодического, систематического, случайного или умышленного загрязнения, засорения и повреждения воды источника устанавливаются ЗСО для всех источников и систем питьевого водоснабжения (кроме систем питьевого водоснабжения транспортных средств) независимо от их форм собственности.

В соответствии с действующим законодательством ЗСО источников и систем питьевого водоснабжения должны включать:

1. ЗСО источников питьевого водоснабжения на месте забора воды (включая водозаборные сооружения).

2. ЗСО водопроводных сооружений (насосных станций, станций подготовки воды, емкостей).

3. Санитарно-защитную полосу водоводов.

ЗСО источников питьевого водоснабжения на месте забора воды должна состоять из трех поясов:

- первого — строго режима;

- второго и третьего — режимов ограничения.

ЗСО водопроводных сооружений должна состоять из первого пояса и санитарно-защитной полосы (при расположении водопроводных сооружений за пределами второго пояса ЗСО источника питьевого водоснабжения).

Организация ЗСО, их проектирование и эксплуатация, установление границ входящих в них территорий (поясов и зон) и режимов охраны вод, определение комплекса санитарно-охранных и экологических мероприятий в пределах каждого пояса регламентируется Законом «О питьевом водоснабжении», Водным кодексом Республики Беларусь, санитарными правилами и нормами, строительными нормами и правилами, утвержденными в порядке, установленном законодательством Республики Беларусь.

### **РАЗМЕРЫ И НАЗНАЧЕНИЕ ПОЯСОВ ЗСО**

Основной целью создания и обеспечения режима в ЗСО является *санитарная охрана от загрязнений источников водоснабжения и водопроводных сооружений, а также территории, на которой они расположены.*

Дальность распространения возможного загрязнения водоисточника зависит от:

- вида источника водоснабжения (поверхностный или подземный);
- характера загрязнения (микробное или химическое);
- степени естественной защищенности от поверхностного загрязнения (для подземного источника);
- гидрогеологических или гидрологических условий.

В соответствии с *СанПиН «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» № 10-113 Республики Беларусь 98, 1999 г.* ЗСО организуются в составе 3 поясов.

**Первый пояс (пояс строго режима)**, включающий территорию (акваторию) расположения водозаборов, площадок расположения всех водопроводных сооружений и водопроводящего канала, предназначен для защиты места водозабора и водопроводных сооружений от случайного или умышленного загрязнения и повреждения.

**Второй и третий пояса (пояса ограничений)** включают территорию (акваторию), предназначенную для предупреждения загрязнения воды источников водоснабжения. При определении размеров второго пояса необходимо *учитывать время выживаемости микроорганизмов* для предотвращения микробного загрязнения, для третьего пояса — *дальность распространения химического загрязнения* для его предупреждения.

**Границы поясов ЗСО подземного водоисточника.** Площадь первого пояса должна включать наиболее крутую часть депрессионной воронки, образующейся вокруг скважины, так как на этом протяжении наиболее активно может осуществляться фильтрация поверхностных и грунтовых вод в подземный поток. Именно в этом месте создаются реальные возможности для поступления загрязнений с поверхности земли через дефекты в горных породах, связанные с процессом бурения скважины. Поэтому при установлении радиуса **первого пояса** обязательно используются изыскательские материалы о гидрогеологической характеристике района и эксплуатируемого водоносного горизонта. При использовании защищенных подземных вод граница первого пояса устанавливается на расстоянии не менее 30 м от водозабора, при использовании недостаточно защищенных подземных вод — на расстоянии 50 м, для группы подземных водозаборов граница должна находиться на расстоянии соответственно не менее 30 и 50 м от крайних скважин.

К *защищенным подземным водам* относятся межпластовые (напорные и безнапорные) воды, имеющие в пределах всех поясов ЗСО сплошную водоупорную кровлю, исключающую возможность местного питания из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов.

К *недостаточно защищенным подземным водам* относят грунтовые воды, межпластовые (безнапорные и напорные), которые в естественных условиях или в результате эксплуатации водозабора получают

питание на площади ЗСО из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов через гидрогеологические окна или проницаемые породы кровли, а также из водотоков и водоемов путем непосредственной гидравлической связи.

Определение размеров границ второго и третьего поясов ЗСО подземных водоисточников для различных гидрогеологических условий проводится в соответствии с методиками гидрогеологических расчетов, согласованных с органами государственного санитарного надзора с учетом санитарной ситуации в районе водозабора (Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2-го и 3-го поясов ЗСО подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. М. : ВНИИ ВОДГЕО, 1983). Для *ориентировочных* расчетов размеров второго и третьего поясов ЗСО подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения можно воспользоваться графической методикой инженера Е. Л. Минкина (Черкинский С. Н., Минкин Е. Л. Облегченные приемы определения границ зон санитарной охраны подземных вод. ГиС. 1970. № 12). Данная методика позволяет обойтись без сложных вычислений и основана на использовании соответствующих номограмм.

Границы **второго пояса** ЗСО определяются расчетами, учитывающими время продвижения микробного загрязнения воды ( $T_m$ ) до водозабора, принимаемое в зависимости от климатических районов и гидрогеологических условий (защищенности подземных вод) от 100 до 400 суток. Для Республики Беларусь  $T_m$  составляет 400 суток для недостаточно защищенных подземных вод и 200 суток — для защищенных подземных вод, так как территория Республики Беларусь относится ко II В климатическому району (в соответствии с СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика»).

Время продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору является основным параметром, определяющим расстояние от границ второго пояса ЗСО до водозабора и обеспечивающим эпидемическую и гигиеническую надежность границ ЗСО. Для эффективной защиты подземного источника водоснабжения от микробного загрязнения необходимо, чтобы расчетное время  $T_m$  продвижения загрязнения с подземными водами от границ второго пояса до водозабора было достаточным для утраты жизнеспособности и вирулентности патогенных микроорганизмов.

Так, по одной из методик, учитывающей наличие гидравлической связи с поверхностными водоисточниками, расчет основан на определении времени  $T_m$  по следующим гидрогеологическим и гидродинамическим показателям, определяющим скорость движения потока подземных вод:

- $Q$  — суммарный дебит водозабора, м<sup>3</sup>/сут,
- $h$  — мощность водоносного горизонта, м;

- $K$  — коэффициент фильтрации, м/сут;
- $\mu$  — активная пористость (для рыхлых пород — 0,15; для скальных — 0,03 и 0,015);
- $i$  — уклон естественного потока в районе водозабора (до ввода водозабора в эксплуатацию);
- $q$  — единичный расход естественного потока, м<sup>2</sup>/сут ( $q = Khi$ ).

На основании данных параметров рассчитывают два обобщенных показателя:

$$A = Q/h;$$

$$B = Khi/Q.$$

Далее по рассчитанным значениям обобщенных показателей  $A$  и  $B$  с учетом активной пористости породы ( $\mu$ ) по специальным таблицам (прил. 1, 2) определяют следующие границы второго пояса:

- $R$  — расстояние от места водозабора до границы пояса по направлению течения грунтовых вод;
- $r$  — расстояние от места водозабора до границы пояса против направления течения грунтовых вод;
- $d$  — расстояние от места водозабора до границы пояса по перпендикулярному к направлению течения грунтовых вод (боковая граница).

При определении границ **третьего пояса** ЗСО расчетными методами учитывается время продвижения химического загрязнения воды ( $T_x$ ) до водозабора, которое должно быть больше принятой продолжительности эксплуатации водозабора (25–50 лет). Если запасы подземных вод обеспечивают неограниченный срок эксплуатации водозабора, третий пояс должен обеспечить более длительное сохранение воды.

**Границы поясов ЗСО поверхностного водоисточника.** Границы **первого пояса** ЗСО водопровода с поверхностным источником устанавливаются с учетом конкретных условий для водотоков и водоемов.

Для *водотоков*:

- вверх по течению — не менее 200 м от водозабора;
- вниз по течению — не менее 100 м от водозабора;
- по прилегающему к водозабору берегу — не менее 100 м от линии уреза воды летне-осенней межени;
- в направлении к противоположному от водозабора берегу при ширине водотока менее 100 м — вся акватория и противоположный берег шириной 50 м от линии уреза воды при летне-осенней межени, если ширина водотока более 100 м — полоса акватории шириной не менее 100 м.

Для *водоемов* границы первого пояса ЗСО устанавливаются в зависимости от конкретных санитарных и гидрологических условий, но не менее 100 м во всех направлениях по акватории водозабора и по прилегающему к водозабору берегу от линии уреза воды при летне-осенней межени.

Границы **второго пояса** ЗСО поверхностного водоисточника устанавливаются с учетом природных, климатических и гидрологических условий, влияющих на процессы микробного самоочищения.

Для *водотоков*:

– вверх по течению — исходя из усредненной по ширине и длине водотока скорости течения воды, чтобы время протекания ее от границы пояса до водозабора при среднемесячном расходе воды 95 % обеспеченности для I А, Б, В, Г и II А климатических районов было не менее 5 суток; для I Д, II Б, В, Г, а также III климатических районов — не менее 3 суток (Республика Беларусь);

– вниз по течению — на расстоянии не менее 250 м от водозабора;

– боковые границы — при равнинном рельефе — не менее 500 м, при гористом — не менее 750 м при пологом склоне и не менее 1000 м при крутом от линии уреза воды при летне-осенней межени.

Для *водоемов* границей второго пояса ЗСО считается линия:

– по акватории во всех направлениях — не менее 3000 м от водозабора при наличии нагонных ветров до 10 % в сторону водозабора и 5000 м при наличии нагонных ветров более 10 %;

– боковые границы по прилегающему к водозабору берегу при равнинном рельефе — не менее 500 м, при гористом — не менее 750 м при пологом и не менее 1000 м — при крутом склоне от линии уреза воды при летне-осенней межени.

Размеры границ **третьего пояса** ЗСО для поверхностных источников устанавливаются:

– для *водотоков* вверх и вниз по течению совпадают с границами второго пояса, боковые должны проходить по линии водоразделов в пределах 3–5 км, включая притоки;

– для *водоема* границы совпадают с границами второго пояса.

### **РЕЖИМ НА ТЕРРИТОРИИ ЗСО ПОДЗЕМНОГО ИСТОЧНИКА ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

В соответствии с назначением поясов ЗСО предусматриваются определенные мероприятия и режимы на их территории, которые регламентируются Законом Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» № 271-З от 24.06.1999 г. и СанПиН «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» № 10-113 Республики Беларусь 98, 1999 г.

**Целью** проведения мероприятий и соблюдения режима на территории ЗСО подземного источника *является сохранение постоянства природного состава воды в водозаборе путем устранения и предупреждения возможности ее загрязнения.*

**Территория первого пояса** ЗСО подземного источника питьевого водоснабжения включает территорию водозабора, который должен распо-

лагаться вне зоны промышленных предприятий или жилой застройки. Территория должна быть озеленена, ограждена и обеспечена охраной.

Должен быть предусмотрен отвод поверхностного стока за ее пределы. Дорожки к сооружениям должны иметь твердое покрытие. Здания должны быть оборудованы канализацией с отведением сточных вод в ближайшую систему бытовой или производственной канализации либо на местные станции очистных сооружений, расположенные за пределами первого пояса (в исключительных случаях при отсутствии канализации устраиваются водонепроницаемые приемники нечистот и бытовых отходов в местах, исключающих загрязнение территории при их вывозе).

Водопроводные сооружения должны быть оборудованы таким образом, чтобы предотвратить возможное загрязнение питьевой воды через оголовки и устья скважин, люки и переливные трубы резервуаров и устройств заливки насосов. Все водозаборы должны быть оборудованы аппаратурой для систематического контроля за соответствием фактического дебита проектной мощности, предусмотренной при проектировании и обосновании границ ЗСО.

В первом поясе ЗСО подземного источника **запрещается**:

- размещение жилых и хозяйственно-бытовых зданий и проживание людей;
- спуск любых сточных вод, стирка белья, водопой и выпас скота;
- применение ядохимикатов и удобрений;
- посадка высокоствольных деревьев;
- все виды строительства, не имеющие непосредственного отношения к эксплуатации, реконструкции и расширению водопроводных сооружений.

**В пределах второго пояса ЗСО** подземного источника питьевого водоснабжения **надлежит**:

- выявлять старые, бездействующие, дефектные или неправильно эксплуатируемые скважины, которые могут привести к загрязнению водоносных горизонтов, и проводить их тампонаж или восстановление;
- производить бурение новых скважин и новое строительство, связанное с нарушением почвенного покрова, при обязательном согласовании с органами государственного санитарного надзора и органами государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды;
- выполнять мероприятия по санитарному благоустройству территории населенных пунктов и других объектов (оборудование канализацией, устройство водонепроницаемых выгребов, организация отвода поверхностного стока и др.);
- своевременно выполнять необходимые мероприятия по санитарной охране поверхностных вод, имеющих непосредственную гидрологи-

ческую связь с используемым водоносным горизонтом, в соответствии с санитарными нормами и правилами.

Во втором поясе ЗСО подземного источника **запрещается:**

- размещение складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промышленных стоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных вод;

- размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, навозохранилищ, силосных траншей, животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов, обуславливающих микробное загрязнение подземных вод;

- применение ядохимикатов и удобрений;

- закачка отработанных вод в подземные горизонты, подземное складирование твердых отходов производства и потребления, а также разработка недр;

- рубки леса главного пользования и реконструкции.

**В пределах третьего пояса ЗСО** подземных источников питьевого водоснабжения **надлежит:**

- выявлять старые, бездействующие, дефектные или неправильно эксплуатируемые скважины, которые могут привести к загрязнению водоносных горизонтов, и производить их тампонаж или восстановление;

- производить бурение новых скважин и новое строительство, связанное с нарушением почвенного покрова, при обязательном согласовании с органами государственного санитарного надзора и органами государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды;

- своевременно выполнять необходимые мероприятия по санитарной охране поверхностных вод, имеющих непосредственную гидрологическую связь с используемым водоносным горизонтом, в соответствии с санитарными правилами и нормами.

В третьем поясе ЗСО подземного источника **запрещается:**

- размещение складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обуславливающих опасность химического загрязнения подземных вод (размещение указанных объектов может быть разрешено по согласованию с органами государственного надзора и органами государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды только при использовании защищенных подземных вод и при условии выполнения специальных мероприятий по защите водоносного горизонта от загрязнения);

- закачка отработанных вод в подземные горизонты, подземное складирование твердых отходов производства и потребления, а также разработка недр.

## **РЕЖИМ НА ТЕРРИТОРИИ ЗСО ПОВЕРХНОСТНОГО ИСТОЧНИКА ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Соответствующие мероприятия и режимы на территории ЗСО поверхностного источника также регламентируются Законом Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» № 271-З от 24.06.1999 г. и СанПиН «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» № 10-113 Республики Беларусь 98, 1999 г.

**Целью** проводимых мероприятий для соблюдения соответствующего режима на территории ЗСО поверхностного источника водоснабжения *является максимальное снижение микробного и химического загрязнения воды, позволяющее при современной технологии обработки обеспечивать получение воды питьевого качества.*

**Территория первого пояса ЗСО** поверхностных источников состоит из *водной части*, окружающей водозаборные сооружения, и *береговой части*, примыкающей к водной. На береговой части первого пояса размещаются головные сооружения водопровода, которые по местным условиям целесообразно разместить в непосредственной близости к водозабору. В пределы водной части первого пояса ЗСО может вводиться часть акватории поверхностного источника в зависимости от его особенностей: скорости движения воды (водоем или водоток) и ширины.

Режим и благоустройство береговой части первого пояса ЗСО поверхностных источников должны быть такими же, как и для подземного источника.

В пределах водной части **запрещается** спуск любых сточных вод (в том числе водного транспорта), купание, стирка белья, водопой скота и другие виды водопользования, которые могут оказать отрицательное влияние на качество воды. Акватория первого пояса ограждается предупредительными знаками (буями и др.). На судоходных водоемах над водоприемником должны устанавливаться бакены с освещением.

В первом поясе ЗСО поверхностного источника допускается проводить рубки ухода за лесом и санитарные рубки.

**На территории второго пояса ЗСО** поверхностных источников водоснабжения *надлежит*:

- обозначать границы второго пояса ЗСО на пересечениях дорог и пешеходных троп столбами со специальными знаками;
- выявлять объекты, загрязняющие источники питьевого водоснабжения, и разрабатывать водоохранные мероприятия;
- осуществлять регулирование отведения территорий для нового строительства жилых, промышленных и сельскохозяйственных объектов, а также согласование изменений технологий действующих предприятий, связанных с повышением степени опасности загрязнения источников водоснабжения сточными водами;

– выполнять мероприятия по санитарному благоустройству территорий населенных пунктов и других объектов (оборудование канализацией, устройство водонепроницаемых выгребов, организация отвода поверхностного стока и др.);

– при наличии судоходства оборудовать суда, дебаркадеры и брандвахты специальными устройствами для сбора фановых и подсланевых вод, твердых отходов, а пристани — сливными станциями и приемниками для сбора твердых отходов;

– проводить только рубки ухода за лесом и санитарные рубки.

В пределах второго пояса ЗСО *допускается*:

– добыча песка, гравия и проведение дноуглубительных работ в пределах акватории ЗСО по согласованию с органами государственного санитарного надзора и органами государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды при обосновании гидрологическими расчетами отсутствия ухудшения качества воды в створе на 1 км выше (в сторону) от водозабора;

– использование химических методов борьбы с эвтрофикацией водоемов при условии применения препаратов, разрешенных органами государственного санитарного надзора;

– применение удобрений на расстоянии не менее 500 м от водозабора в количествах, не приводящих к ухудшению воды в источниках питьевого водоснабжения;

– использование источников питьевого водоснабжения для купания, туризма, водного спорта и рыбной ловли в установленных местах при условии соблюдения требований санитарных норм и правил, а также гигиенических требований к зонам рекреации водных объектов.

Во втором поясе ЗСО поверхностных источников *запрещается*:

– рубки леса главного пользования и реконструкции, а также закрепление за лесозаготовительными предприятиями древесины на корню и лесосечного фонда долгосрочного пользования;

– размещение складов горюче-смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промышленных стоков, шламохранилищ и других объектов, которые могут вызвать химическое загрязнение источников водоснабжения;

– размещение стойбищ и выпас скота, а также всякое другое использование водоема и земельных участков, лесных угодий в пределах прибрежной полосы шириной не менее 500 м, которое может привести к ухудшению качества или уменьшению количества воды в источнике питьевого водоснабжения;

– отведение в зону водосбора поверхностного источника водоснабжения, включая его притоки, сточных вод, не отвечающих нормативным требованиям;

– применение ядохимикатов.

**В пределах третьего пояса ЗСО** поверхностных водоисточников питьевого водоснабжения *надлежит*:

– выявлять объекты, загрязняющие источники питьевого водоснабжения, и разрабатывать для них водоохранные мероприятия;

– осуществлять регулирование отведения территорий для нового строительства жилых, промышленных и сельскохозяйственных объектов, а также согласование изменений технологий действующих предприятий, связанных с повышением степени опасности загрязнения источников водоснабжения сточными водами;

– при наличии судоходства оборудовать суда, дебаркадеры и брандвахты специальными устройствами для сбора фановых и подсланевых вод, твердых отходов, а пристани — сливными станциями и приемниками для сбора твердых отходов.

На территории третьего пояса ЗСО *допускается*:

– добыча песка, гравия и проведение дноуглубительных работ в пределах акватории ЗСО по согласованию с органами государственного санитарного надзора и органами государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды при обосновании гидрологическими расчетами отсутствия ухудшения качества воды в створе на 1 км выше (в сторону) от водозабора;

– использование химических методов борьбы с эвтрофикацией водоемов при условии применения препаратов, разрешенных органами государственного санитарного надзора Республики Беларусь.

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗСО**

Решение о возможности организации ЗСО принимается на стадии проекта районной планировки или генерального плана, когда выбирается источник водоснабжения для населенного пункта. Проект ЗСО является составной частью проекта хозяйственно-питьевого водоснабжения и разрабатывается с ним одновременно.

Проект ЗСО источников и систем питьевого водоснабжения должен разрабатываться с использованием данных санитарно-топографического обследования территорий, намеченных к включению в эти зоны, а также соответствующих гидрологических, гидрогеологических, инженерно-геологических и топографических материалов.

Для согласования выбора площадки под строительство водозабора заказчик должен представить ЦГиЭ материалы, характеризующие источник водоснабжения, ориентировочные границы ЗСО и возможные источники загрязнения. Указанные сведения готовятся на основании Программ изучения источников водоснабжения для установления границ ЗСО, изложенных в СанПиН «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» № 10-113 Республики Беларусь 98, 1999 г.

При определении границ ЗСО и разработке комплекса необходимых организационных, технических, гигиенических и противоэпидемических мероприятий необходимо учитывать:

1. Вид источника водоснабжения (подземный или поверхностный), проектируемого или используемого для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

2. Степень естественной защищенности источника водоснабжения.

3. Возможность микробного или химического загрязнения источника водоснабжения.

**Проект ЗСО** включает:

– сведения о границах зоны и составляющих ее поясов;

– план мероприятий по улучшению санитарного состояния территории ЗСО и предупреждению загрязнения источника;

– правила и режим хозяйственного использования территорий трех поясов ЗСО.

Проект ЗСО состоит из двух частей (текстовой и картографической).

**Текстовая часть должна содержать:**

1. Характеристику санитарного состояния источников водоснабжения, анализы качества воды источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (для подземного — органолептические показатели, показатели химического состава воды и микробиологические показатели; для поверхностного — органолептические показатели, показатели химического состава, санитарные и биологические показатели).

2. Динамику во времени основных данных:

– гидрологических (для поверхностного источника): площадь бассейна питания водозабора, режим поверхностного стока, максимальные, минимальные и средние расходы, скорость и уровень воды в месте водозабора, средние сроки ледостава и вскрытия, предполагаемый расход в источнике, данные по характеристике приливно-отливных течений;

– гидрогеологических (для подземного источника): условия питания и разгрузки водоносного горизонта, предполагаемого к использованию, характеристика водоносного горизонта, сведения о водообильности горизонта и т. д.

3. Данные, характеризующие взаимовлияние подземного источника и поверхностного водоема при наличии гидравлической связи между ними.

4. Данные о перспективах строительства в районе расположения источника хозяйственно-питьевого водоснабжения, в том числе жилых, промышленных и сельскохозяйственных объектов.

5. Определение границ первого, второго и третьего поясов ЗСО с соответствующим обоснованием и перечнем мероприятий с указанием сроков выполнения и ответственных предприятий, учреждений, организаций и частных лиц с определением источников финансирования.

6. Правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в ЗСО всех поясов.

**Картографическая часть должна включать:**

1. Ситуационный план с проектируемыми границами первого, второго и третьего поясов ЗСО и нанесением мест водозаборов и площадок водопроводных сооружений, источника водоснабжения и бассейна его питания и всех расположенных на данной территории объектов.

2. Гидрологические профили по характерным направлениям в пределах области питания водозабора — при подземном источнике водоснабжения.

3. Планы трех поясов ЗСО с нанесением всех расположенных на данных территориях объектов.

Проект ЗСО с планом мероприятий по улучшению санитарного состояния территории ЗСО и предупреждению загрязнения источника должен согласовываться с:

- территориальным ЦГиЭ;
- территориальным органом геологической службы (при использовании подземных вод);
- органами коммунального хозяйства.

Проект ЗСО и план мероприятий утверждаются органом местного самоуправления административной территории, в пределах которой установлена ЗСО.

В случае возникших или предстоящих изменений эксплуатации источников водоснабжения или местных санитарных условий установленные границы ЗСО могут быть пересмотрены по согласованию с указанными организациями.

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

1. Изучить гигиенические основы определения границ поясов ЗСО в соответствии с СанПиН «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» № 10-113 Республики Беларусь 98, 1999 г.

2. Изучить требования к организации режимов хозяйственной деятельности на территории трех поясов ЗСО подземных и поверхностных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения в соответствии с Законом Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» № 271-3 от 24.06.1999 г. и СанПиН «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» № 10-113 Республики Беларусь 98, 1999 г.

3. Изложить в тетради требования к санитарной охране водопроводных сооружений и водоводов в соответствии с СанПиН «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» № 10-113 Республики Беларусь 98, 1999 г.

#### 4. Решить ситуационные задачи.

### СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

#### Задача 1

Для водоснабжения колхоза проектируется скважина, расположенная в долине реки. Эксплуатируемый водоносный горизонт перекрыт среднезернистым песком ( $K = 10$  м/сут,  $\mu = 0,15$ ), что свидетельствует о наличии гидравлической связи с поверхностными водными объектами. Мощность водоносных песков ( $h$ ) — 8 м. Проектный дебит скважины ( $Q$ ) —  $600 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Уклон естественного потока ( $I$ ) — 0,00.

ЗАДАНИЕ:

1. Рассчитать границы второго пояса ЗСО для скважины.
2. Указать мероприятия, которые можно проводить в первом поясе ЗСО подземного водоисточника.

#### Задача 2

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения поселка, расположенного во II В климатическом районе, планируется использовать поверхностный водоток (реку), усредненная скорость течения воды в котором составляет 0,1 м/сек.

ЗАДАНИЕ:

1. Рассчитайте границы второго пояса ЗСО для указанного источника водоснабжения.
2. Укажите составные части проекта ЗСО источника водоснабжения и органы (учреждения), в которых проект проходит согласование.

#### Задача 3

Для водоснабжения населенного пункта на его окраине пробурена скважина на глубину 120 м, мощные водоносные пески ( $h = 30$  м) перекрыты двумя многометровыми слоями глины, глинистыми песками и суглинками (подземные воды не имеют гидравлической связи с поверхностными водными объектами). Дебит скважины —  $1800 \text{ м}^3/\text{сут}$ . По данным бурения для водоносного горизонта установлены: коэффициент фильтрации ( $K$ ) — 10 м/сут, уклон свободного потока ( $i$ ) — 0,001.

ЗАДАНИЕ:

1. Рассчитать границы второго пояса ЗСО водоисточника.
2. Указать мероприятия, которые запрещается проводить во втором поясе ЗСО поверхностного водоисточника.

#### Задача 4

Гидродинамическими расчетами установлено, что средняя скорость движения воды в водоносном горизонте составляет 0,5 м/сут. Предполагаемое время эксплуатации скважины, питаемой из указанного горизонта, — 25 лет.

ЗАДАНИЕ:

1. Рассчитать границы третьего пояса ЗСО подземного источника.

2. Перечислить мероприятия, которые можно проводить в третьем поясе ЗСО подземного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения.

#### Задача 5

Дебит скважины, которая будет использована для водоснабжения микрорайона поселка, составляет  $300 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Мощность водоносного горизонта — 20 м, коэффициент фильтрации —  $8 \text{ м/сут}$ , активная пористость водоносной породы — 0,03 и уклон естественного потока — 0,01. Подземные воды указанного горизонта имеют гидравлическую связь с поверхностными водными объектами.

ЗАДАНИЕ:

1. Рассчитать границы второго пояса ЗСО водоисточника.
2. Перечислить факторы, которые влияют на дальность распространения возможного загрязнения источников водоснабжения.

#### Задача 6

Для водоснабжения населенного пункта, расположенного в I В климатическом районе, предполагается использовать реку, усредненная скорость течения которой составляет  $0,2 \text{ м/сек}$ .

ЗАДАНИЕ:

1. Рассчитать границы второго пояса ЗСО указанного водоисточника.
2. Перечислить требования к организации первого пояса ЗСО поверхностного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения.

#### Задача 7

В качестве источника хозяйственно-питьевого водоснабжения проектируемого оздоровительного лагеря предполагается использовать скважину на окраине поселка (пробурена на расстоянии 100 м от территории жилой застройки) с размерами второго пояса ЗСО  $R$  — 110 м,  $r$  — 130 м,  $d$  — 87 м. Дебит скважины —  $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ , мощность водоносного горизонта — 1,6 м, коэффициент фильтрации  $500 \text{ м/сут}$ , уклон естественного потока — 0,00006, активная пористость водоносной породы — 0,15. Водоносный горизонт не имеет гидравлической связи с поверхностными водными объектами.

ЗАДАНИЕ:

1. Оценить расположение скважины.
2. Указать сведения, которые должны быть включены в текстовую часть проекта ЗСО источника хозяйственно-питьевого водоснабжения для решения вопроса о его согласовании.

#### Задача 8

Для водоснабжения населенного пункта пробурена скважина, дебит которой составляет  $12 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Водоносные пески ( $h = 10 \text{ м}$ ) перекрыты среднезернистыми песками (подземные воды имеют гидравлическую связь с поверхностными водными объектами). По данным разведочного бурения для водоносного горизонта установлены коэффициент фильтрации  $K =$

20 м/сут, уклон свободного потока  $i = 0,01$ , активная пористость горизонта  $\mu = 0,15$ .

**ЗАДАНИЕ:**

1. Рассчитать границы второго пояса ЗСО источника водоснабжения.
2. Указать сведения, которые должны содержаться в графической части проекта ЗСО для решения вопроса и возможности его согласования.

#### **Задача 9**

В качестве источника водоснабжения планируется использовать артезианскую скважину со следующими характеристиками: дебит —  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ , мощность водоносного горизонта — 10 м, коэффициент фильтрации — 20 м/сут, активная пористость породы — 0,03, уклон естественного потока — 0,005. Скважина имеет гидравлическую связь с поверхностными водными объектами.

**ЗАДАНИЕ:**

1. Рассчитать границы второго пояса ЗСО для водоисточника.
2. Указать кем и за счет каких средств должны проводиться санитарные мероприятия в пределах поясов ЗСО.

#### **Задача 10**

Для водоснабжения детского оздоровительного лагеря предлагается использовать скважину, дебит которой составляет  $6 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Мощность водоносного горизонта  $h = 2$  м, коэффициент фильтрации  $K = 10$  м/сут, активная пористость водоносной породы  $\mu = 0,15$ , уклон естественного потока  $i = 0,008$ .

**ЗАДАНИЕ:**

1. Рассчитать границы второго пояса ЗСО для источника водоснабжения.
2. Указать требования к организации хозяйственной деятельности в третьем поясе ЗСО поверхностного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Водный кодекс Республики Беларусь № 191-З от 15.07.1998 г.*
2. *СанПиН № 10-113 Республики Беларусь 98. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения : Санитарные правила и нормы. 1999 г.*
3. *Коммунальная гигиена / под ред. К. И. Акулова, К. А. Буштуевой. М. : Медицина, 1986.*
4. *Коммунальная гигиена / под ред. В. Т. Мазаева. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2005.*
5. *Минкин, Е. Л. Облегченные приемы определения границ ЗСО подземных вод / Е. Л. Минкин, С. Н. Черкинский // ГиС. 1970. № 12.*
6. *О питьевом водоснабжении : Закон Респ. Беларусь № 271-З от 24.06.1999 г.*
7. *О санитарно-эпидемическом благополучии населения: Закон Респ. Беларусь № 397-З от 23.05.2000 г.*
8. *Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2-го и 3-го поясов ЗСО подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. М. : ВНИИ ВОДГЕО, 1983.*
9. *Руководство по гигиене питьевой воды и питьевого водоснабжения / В. Т. Мазаев, А. П. Ильницкий, Т. Г. Шлепнина. М. : Медицинское информационное агентство, 2008.*
10. *Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене : учеб. пособие / Е. И. Гончарук, Р. Д. Габович, С. И. Гаркавый [и др.] ; под ред. Е. И. Гончарука. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Медицина, 1990.*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Мотивационная характеристика темы.....	3
Основные понятия.....	4
Законодательные основы охраны источников водоснабжения.....	5
Размеры и назначение поясов ЗСО.....	6
Режим на территории ЗСО подземного источника питьевого водоснабжения.....	10
Режим на территории ЗСО поверхностного источника питьевого водоснабжения.....	13
Проектирование ЗСО.....	15
Задания для самостоятельной работы.....	17
Ситуационные задачи.....	18
Литература.....	21
Приложение 1.....	22
Приложение 2.....	23



**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ВТОРОГО ПОЯСА ЗСО ВОДОЗАБОРА ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, ИМЕЮЩИХ ГИДРАВЛИЧЕСКУЮ СВЯЗЬ С ПОВЕРХНОСТНЫМИ ВОДОИСТОЧНИКАМИ, М**

$A = Q/h$	Характер водоносного горизонта (породы)	$\mu$	$B = Khi / Q$														$d$ для всех значений $B$
			0,00		0,0004		0,008		0,0012		0,0016		0,0020		0,0032		
			$R$	$r$	$R$	$r$	$R$	$r$	$R$	$r$	$R$	$r$	$R$	$r$	$R$	$r$	
15	Рыхлые	0,15	50	75	55	70	55	60	60	65	65	60	70	60	80	55	50
	Скальные	0,03	110	160	130	150	140	140	160	130	180	120	190	105	140	85	110
	Скальные	0,015	160	230	190	200	220	180	240	160	270	150	300	130	400	100	160
30	Рыхлые	–	70	100	75	95	80	90	90	90	95	80	105	75	130	70	70
	Скальные	0,03	160	230	190	200	220	180	240	160	270	150	310	130	400	100	160
	Скальные	0,015	220	320	280	270	350	230	370	210	430	180	500	150	700	100	220
45	Рыхлые	–	85	125	95	120	105	110	110	105	120	95	140	85	170	75	85
	Скальные	0,03	190	280	240	290	210	310	190	350	170	410	140	140	550	100	190
	Скальные	0,015	270	400	370	320	450	270	490	240	560	190	550	150	1050	100	270
60	Рыхлые	–	100	150	110	140	130	130	140	120	150	110	170	100	210	90	100
	Скальные	0,03	220	320	280	270	350	230	370	210	430	180	500	150	700	100	220
	Скальные	0,015	310	460	440	360	540	300	600	250	720	200	1000	150	1200	100	310
75	Рыхлые	–	110	160	130	150	140	140	160	130	180	180	190	105	240	85	110
	Скальные	0,03	250	360	330	300	400	250	430	220	500	190	–	105	–	100	–
	Скальные	0,015	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90	Рыхлые	–	120	180	140	160	150	150	180	140	200	130	110	110	280	90	120
	Скальные	0,03	270	400	370	320	450	270	290	240	560	190	550	150	1050	100	270
	Скальные	0,015	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ВТОРОГО ПОЯСА ЗСО ВОДОЗАБОРА ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, НЕ ИМЕЮЩИХ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СВЯЗИ С ПОВЕРХНОСТНЫМИ ВОДОИСТОЧНИКАМИ, м**

$A = Q/h$	Характер водоносного горизонта (породы)	$\mu$	$B = Khi / Q$														$d$ для всех значений $B$
			0,00		0,0004		0,008		0,0012		0,0016		0,0020		0,0032		
			$R$	$r$	$R$	$r$	$R$	$r$	$R$	$r$	$R$	$r$	$R$	$r$	$R$	$r$	
15	Рыхлые	0,15	60	60	60	60	70	60	70	55	70	50	75	50	80	40	60
	Скальные	0,03	130	1303	150	120	160	110	175	100	190	80	210	70	250	50	130
	Скальные	0,015	180	180	210	160	240	140	280	120	300	100	350	80	430	50	180
30	Рыхлые	–	80	80	90	75	95	70	100	70	105	60	120	60	130	50	80
	Скальные	0,03	180	180	210	160	160	140	280	120	300	100	350	80	430	50	180
	Скальные	0,015	250	250	310	200	370	160	420	140	500	100	600	80	750	50	250
45	Рыхлые	–	100	100	110	90	120	90	130	80	140	70	150	60	170	50	100
	Скальные	0,03	220	220	270	180	310	150	330	130	400	100	480	80	600	50	220
	Скальные	0,015	310	310	400	240	500	180	600	150	700	100	860	80	1100	50	310
60	Рыхлые	–	120	120	130	110	140	100	150	90	160	80	180	70	210	50	120
	Скальные	0,03	250	250	310	200	370	160	420	140	500	100	600	80	750	50	250
	Скальные	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
75	Рыхлые	–	130	130	150	120	160	110	170	110	190	90	210	70	250	50	30
	Скальные	0,03	290	290	350	230	410	170	500	150	600	100	720	80	900	50	290
	Скальные	0,015	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90	Рыхлые	–	140	140	160	130	180	110	190	100	210	90	240	80	290	50	140
	Скальные	0,03	310	310	400	240	500	180	600	150	700	100	860	80	110	50	310
	Скальные	0,015	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–