**Наледи и методы борьбы с ними**

**Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
| Введение | 3 |
| 1. Виды наледей и схема их образования | 4 |
| 1.1 Классификация наледей | 8 |
| 2. Условия образования наледей | 10 |
| 3. Методы борьбы с наледями на автомобильных дорогах и искусственных сооружениях | 14 |
| Заключение | 18 |
| Список использованной литературы | 19 |

**Введение**

Свое наибольшее распространение наледи получили в предгорных и горных районах, в связи с особенностями рельефа и большого числа водотоков, начиная от ручьев и заканчивая небольшими реками, которые перемерзают при низких температурах, после чего происходит образование наледи. В некоторые зимы, при определенных условиях (суровые зимы, большое количество снеговых осадков, раннее наступление весны), образование наледей возможно и в равнинной местности. Для борьбы с этими природными явлениями местные дорожные организации должны применять различные эффективные методы, которые позволяют обеспечить безопасность движения.

Для повышения безопасности движения, на автомобильных дорогах и мостах, был проведен анализ основных условий, при которых образуются наледи. Рассматривались наиболее опасные места образования наледей Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока и северных районов Центральной России. Для решения этой проблемы были предложены наиболее эффективные методы борьбы с ними. В качестве примера рассмотрены участки автомобильных дорог, на которых предложенные методы дали положительный результат, что позволило улучшить условия движения автомобильного транспорта.

**1. Виды наледей и схема их образования**

Понятие «наледь»  встречается только в специальных литературных источниках, связанных с науками мерзлотоведением и гляциологией. Академик Владимир Романович Алексеев был инициатором создания отечественного толкового словаря по мерзлотоведению и одним из ведущих авторов первого в мире Гляциологического словаря, изданного в 1984 г. под редакцией академика В.М. Котлякова. Вопросы терминологии и сейчас являются основным предметом его научной деятельности. С 1973 по 1987 г. В.Р. Алексеев в соавторстве с другими учеными, помимо ряда научных статей, опубликовал такие крупные монографические работы, как «Наледи Сибири и Дальнего Востока» (1973), «Теория наледных процессов» (1975), «Наледи и сток» (1976), «Наледи и наледные процессы» (1978), «Полевые исследования наледей» (1980), «Наледи» (1987), а также выпустил практические рекомендации и инструкции по проектированию и расчету противоналедных устройств (1974), строительству и содержанию автомобильных дорог на наледных участках в условиях Сибири и Дальнего Востока (1977). Кроме того, под его редакцией в этот период вышли из печати несколько тематических сборников. Владимир Романович пишет, что… «[наледи](http://geo-nature.ru/tag/naledi/) бывают наземными, речными и подземными. Наземные [наледи](http://geo-nature.ru/tag/naledi/) могут появиться в самых неожиданных местах. Речные [наледи](http://geo-nature.ru/tag/naledi/) появляются в руслах рек. При замерзании [воды](http://geo-nature.ru/tag/vody/) в реках толщина слоя льда уменьшает живое сечение русла и [вода](http://geo-nature.ru/tag/voda/) приобретает напор. В местах наименьшего сопротивления (чаще всего у берегов или у трещин) вода устремляется на поверхность. При излиянии она замерзает и образует огромные ледяные наплывы, возвышающиеся над поверхностью [реки](http://geo-nature.ru/tag/reki/) на 3-4 м. Площадь таких наледей может достигать нескольких квадратных километров. Речные наледи могут разрушать мосты, плотины.»[2]  Подземные наледи возникают при внедрении воды в межпластовые трещины и горные выработки. Давление подземных вод бывает настолько высоким, что вызывает вспучивание почв и грунтов. В результате на поверхности Земли появляются холмы, внутри которых образуется ледяное ядро, называемое гидролакколитом»[1] .Проблема наледей актуальна для северных территорий, к которым относится и Зейский район. На террасах Зеи формируются грунтовые наледи, достигающие высоты до 6 – 7 и более метров. Образующиеся в результате подпора грунтовых вод водами водохранилища. При кристаллизации воды образуется лёд. В это время ежегодно, при кристаллизации 1 литра воды согласно данным Бориса Ивановича Шестакова, в осадок выпадает до 35 мгр. солей из них не более 2 % растворяются, а 98 % не растворяются, а выпадают на верхней границе до которой образуется лёд. В результате на деревьях образуются на высоте до 1 метра «соляные кольца». Ниже кругов на деревьях ветки без хвои. При выпадении солей они все разрушают.  Все перечисленные особенности связаны с тем, что территория Зейского района испытывает продолжительное влияние холодной малоснежной зимы с глубоким промерзанием грунтов и малых водных потоков.

На́ледь — слоистые [ледяные](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%91%D0%B4) массивы на поверхности земли, льда или инженерных сооружений, [образующиеся при замерзании](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) периодически изливающихся (осаждающихся) природных или техногенных [вод](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B0) [5].  В  Большой советской   энциклопедии  «наледь – это нарост льда, возникающий при замерзании подземных вод, изливающихся на поверхность земли, или вод водотоков, выходящих на поверхность ледяного покрова». Полное и более точное определение понятия «наледь» в гляциологическом словаре дает Алексеев В.Р.«Наледи**-** это ледяные тела обычно плоско-выпуклой формы и различных размеров, формирующиеся зимой в резуль­тате многократного излияния подземных, речных, озерных или морских вод на поверхность земли или льда и послойного их замерзания. Наибольший интерес с гидрогеологиче­ских позиций представляют наледи подземных вод или смешан­ных подземных и поверхностных вод. Эти категории наледей имеют наибольшее распространение. В них концентрируются огромные объемы льда, обязанного своим происхождением вы­ходам на поверхность подземных вод преимущественно в обла­стях распространения мерзлых толщ. Наледи подземных и сме­шанных вод образуются в естественных условиях и под воз­действием деятельности человека. Формирование естественных наледей зависит от гидрогеологической, климатической, мерзлотной обстановки и подчиняется определенным зональным и региональным закономерностям. Процесс их развития включает периодически повторяющиеся прорывы во­ды на поверхность, ее растекание и послойное замерзание»[6].

Причиной излияния вод на поверхность обычно служат, во-пер­вых, повышение гидродинамического напора в результате зим­него промерзания и сужения трактов, по которым движутся подземные воды, во-вторых, возрастание гидроста­тического давления воды при промерзании озер, подозерных и других несквозных водоносных таликов. Сезонное промерзание, сужающее живое сечение потоков поверхностных и подземных вод, приводит к тому, что эти воды приобретают напор, прорывают кровлю из мерзлого грунта или льда, вырываются на поверхность, где, растекаясь, образуют слой наледного льда. Места выходов — прорывов воды на поверхность на пло­щади наледообразования — постоянно меняются в течение зимы. Количество воды, прорывающееся каждый раз на поверхность неодинаково. Размеры наледных буг­ров весьма различны: их высота достигает 5-6 м, а протя­женность по длинной оси 100 м и более.  Наледи наиболее широко распространены в области многолетнемёрзлых горных пород, но они характерны и для районов глубокого сезонного промерзания. Интенсивность развития наледей зависит от запасов подземных вод и [водности](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) предшествующего лета, глубины промерзания сезонно-талого слоя. Места выхода наледей приурочены к участкам уменьшения сечения [русла](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%80%D1%83%D1%81%D0%BB%D0%BE) и очагам разгрузки подземных вод[7].

  Наиболее часто образуются русловые и грунтовые наледи, которые представляют наибольшую опасность для дорог. Опасность русловых наледей – лед этих наледей забивает отверстия труб и мостов, в результате чего весенний паводок размывает земляное полотно, разрушает мосты и трубы. Опасность грунтовых наледей – при их образовании возникают большие местные поднятия поверхности земли (бугры). В буграх накапливается большое количество воды, которая прорывается наружу, заливает дорогу и, замерзая на поверхности, превращается в лед.

Высота бугров может достигать 4 м. Эти бугры льда весной тают, но во многих случаях бугор за лето не успевает полностью растаять и в следующую зиму увеличивается еще больше. За несколько зим его высота может вырасти до 10 м. Грунтовые наледи обычно занимают большую площадь: от нескольких сотен до тысяч квадратных метров.

*Рисунок 1- Схема грунтовой наледи*

1 – дорога;

2 – поверхность земли летом;

3 – линия промерзания грунта;

4 – взбугривание (бугор);

5 – трещина, по которой вода выходит наружу;

6 – наледь

**1.1 Классификация наледей**

1. По типу наледеобразования – брызговые, напускные, волновые;
2. По происхождению – естественные (природные, биогенные, бытовые, зоогенные, гомогенные, гетерогенные, смешанные), антропогенные, техногенные (производственные) и искусственные (созданные по желанию человека);
3. По типу наледеобразующих подземных (грунтовых, ключевых, надмерзлотных, пресных, солоноватых, соленых, рассольных), поверхностных (речных, озерных, морских, ледниковых, талых, талых снеговых, атмосферных (дождевых, облачных, конденсационных), а также бытовых, сточных, промышленных, смешанных и других вод;
4. По местоположению – водораздельные, склоновые, откосные, косогорные, логовые, нагорные, долинные, террасовые, русловые, пойменные, береговые, устьевые, речные, озерные, морские, ледниковые, подземные (пещерные, грунтовые), субаквальные, притрассовые;
5. По отношению к поверхности Земли – поверхностные (субаэральные), наземные, подземные (погребенные) надземные (атмосферные, аэральные);
6. По времени формирования и развитию – осенние, зимние, зимне-весенние, весенние, весенне-летние, сезонные, кратковременные, перелетовые (летующие, перелетки), многолетние, ископаемые, деградирующие, мертвые, живые, мокрые, сухие, развивающиеся, современные, стабильные;
7. По форме и строению – простые, сложные, плоские, удлиненные, овальные, изометрические, выпуклые, вогнутые, лопастные; наледи-каскады, наледи-лужи, наледи-покровы, наледи-потоки;
8. По размерам – очень малые, малые, средние, большие, очень большие, гигантские;
9. По степени опасности – опасные, неопасные, потенциальные, потенциально опасные.

*Таблица 1 - Классификация наледей по размерам*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Площадь****(тыс. м²)** | **Объем (млн. м³)** |
| Очень малые | < 0,1 | < 0,01 |
| Малые | 0,1-1 | 0,01-0,1 |
| Средние | 1-10 | 0,1-1 |
| Большие | 10-100 | 1-10 |
| Очень большие | 100-1000 | 10-100 |
| Гигантские | > 1000 | > 100 |

**2. Условия образования наледей**

Существует несколько условий, при которых происходит образование наледей. Рассмотрим более подробно каждое из них, а так же выделим районы, в которых это явление происходит наиболее часто. Наледи, образующиеся от подземных вод (подземные межмерзлотные и подмерзлотные наледи). Их образование происходит вследствие выхода на поверхность (через тектонические трещины и разломы) воды из подземных источников, замерзающий при отрицательных температурах и образующих наледь. Наибольшее распространение данные наледи получили в регионах Якутии, где они образуются в долинах рек и могут достигать в длину до 100 км, шириной от 3 до 5 км и толщиной льда выше 10 м [10]. Наледи, образующиеся от выхода на поверхность земли грунтовых вод (грунтовые наледи). Чаще всего они возникают на северных склонах холмов, где водоносные слои находятся на небольшой глубине к поверхности земли. В результате того, что грунт промерзает на глубину залегания грунтовых вод, происходит перемерзание водоносного слоя, вследствие чего, вода под давлением начинает просачиваться на поверхность земли (образуется ключ) и происходит образование наледи [10]. Площадь таких наледей составляет от нескольких сотен до нескольких тысяч квадратных метров, редко превышающих в высоту 4 м. Наледи, возникающие в результате перемерзания поверхностных вод и талых вод в весенний период (поверхностные наледи). Чаще всего они возникают на небольших водотоках в результате того, что сокращается их живое сечение. Вода, в данном случае, не может пройти через оставшееся живое сечение русла реки и под давлением взламывает лед, в результате чего вытекает на его поверхность, образуя наледь, которая будет постепенно расти [10]. Такие наледи, чаще всего, угрожают искусственным сооружениям на автомобильных дорогах, таких как мосты и водопропускные трубы (рис. 2). Основными факторами, влияющими на развитие данных наледей, являются погодно-климатические условия района. Поверхностные наледи получи свое наибольшее распространение в районах, где максимальная отрицательная температура, в зимний период достигается отметки в минус 35-40°С.

****

*Рисунок 2- Образование наледи в водопропускной трубе и на подходе к ней*

Также к поверхностным наледям относятся такие, которые образуются от талых вод в весенний период. Основное распространение они получили в горной местности, но встречаются случаи, когда данное природное явление возможно и на равнине. В равнинной местности, основная угроза от таких наледей приходится на невысокие насыпи и водопропускные трубы. В таких местах необходимо проектировать дороги, с учетом возможного образования наледей около них, выше верхней точки возможного образования наледи. Для большей эффективности эти мероприятия следует увязать с монтажом, в пониженных местах рельефа, двух и трех очковых водопропускных труб, способных пропустить большое количество талой воды и воспрепятствовать образованию наледей.

В горах, вода стекает с солнечной стороны в тень, где температура воздуха отрицательная и начинает замерзать. Чаще всего такое явление происходит, когда талая вода попадает в водоотводные канавы на автомобильных дорогах и через некоторое время она может затопить всю дорогу. Как правило, наледи от талых вод распространены на Дальнем Востоке и в горных районах Западной Сибири. В северных районах Центральной России, таких как Мурманская и Архангельская Область, и Республика Коми, образование наледей возможно в связи с максимальными отрицательными температурами в зимний период, которые составляют от минус 39°С до минус 52°С. В этих регионах температурные показатели схожи с показателями регионов, в которых происходит активное развитие наледей в зимний период. Причинами образования могут служить поверхностные воды, промерзание которых ведет к образованию поверхностных наледей. Помимо перечисленных условий, также существуют техногенные и смешанные наледи. Техногенные образуются в результате деятельности человека, когда, во время строительных работ, происходит вскрытие грунтовой воды, которую отводят в пониженные места рельефа, но в зимний период такие ключи замерзают и наледь выходит на автомобильную дорогу. В некоторых случаях, в зимний период, когда жителе деревень, расположенных в горных и предгорных районах, заготавливают и перевозят древесину через небольшие ручьи и передавливают их, после чего на них происходит интенсивное образование наледи, которая может достигнуть в толщину нескольких метров. Из основных причин образования наледей от поверхностных вод, можно выделить следующие, которые наиболее часто встречаются: - отсутствие русла ручья; - неглубокое русло реки; - засорение русла реки или ручья; - образование наледи в результате промерзания реки или ручья; - отсутствие снегового покрова; - замерзание водотока в водопропускной трубе; - жилые постройки, препятствующие протеканию воды; - вывоз леса по руслу ручья [11]. Начало развитие наледей приходится на период после окончания осенней распутицы и начала зимнего периода. Рост продолжается на протяжении всей зимы и достигает пика в весенний период, когда температура воздуха в дневные часы положительная и происходит обильное таяние снега, а в ночные часы наблюдаются отрицательные температуры, в связи, с чем происходит интенсивный рост наледей [12]. Их таяние, в некоторых регионах, может длиться до середины июня (в зависимости от своего размера).

**3. Методы борьбы с наледями на автомобильных дорогах и искусственных сооружениях**

Существуют специальные методы, которые позволяют существенно уменьшить образование наледей на автомобильных дорогах, а так же предупреждают их образование в будущие периоды. К этим методам относятся: - использование ограждающих противоналедных конструкций (позволяющих задерживать наледь на безопасном расстоянии от автомобильной дороги или искусственного сооружения); - использование дренажных устройств (предотвращающих образование наледи путем понижения уровня грунтовых вод); - обеспечение свободного пропуска наледей и безналедного пропуска водотоков (свободный пропуск наледей обеспечивается посредством увеличения отверстия моста) [13]. Эти методы помогают эффективно бороться с наледями на автомобильных дорогах. Рассмотрим более подробно наиболее эффективные и простые в устройстве методы.

Использование ограждающих противоналедных сооружений следует предусматривать в случаях, когда другие противоналедные средства не могут быть применены. Они являются эффективными, если их устройство позволяет задерживать наледи продолжительное время. Одним из примеров таких сооружений являются грунтовые валы, которые устраиваются в осенний период, на обочинах автомобильных дорог, в местах возможно образования наледей [14]. Грунтовые валы устраивают из слабо фильтрующих грунтов, чтобы наледная вода не проходила через них (рис. 3). Их высота зависит от толщины образующейся наледи, также возможно увеличение высоты вала в зимний период, в случае обильного развития наледей.

****

*Рисунок 3- Устройство грунтового вала из шлака вдоль участка наледеобразования*

Грунтовые валы используют как в гористой местности, так и на равнине, в связи с простотой их устройства. Они не требуют особого ухода, не мешают эксплуатации автомобильной дороги и повышают безопасность движения, в связи с тем, что не дают машинам выехать за пределы проезжей части и застрять в наледи, которая в разные периоды года может иметь полости и проталины внутри. Грунтовые валы зарекомендовали себя как эффективный метод борьбы с поверхностными наледями в регионах Западной и Восточной Сибири, и Дальнего Востока. Так же возможен случай комбинированного использования противоналедного забора с грунтовым валом. Конструкция данного забора представлена на рисунке 4. Данная конструкция была опробована на одной из дорог Якутии и успешно справилась с наледью, которая в предыдущие годы доходила до автомобильной дороги и создавала аварийные ситуации. В данном случае над руслом ручья устанавливается деревянный забор шириной 3,0 м. Закрепляется забор в отсыпанные грунтовые валы, которые так же способствую задержанию наледи после того как она выйдет из русла ручья. Монтаж забора в русло ручья запрещен, так как в этом случае может образоваться запруда из-за задержки забором веток и другого мусора. Благодаря данной конструкции, уже в первую зиму, наледь не дошла до автомобильной дороги.

*Рисунок 4- Устройство противоналедного забора с грунтовыми валами*

Следующим эффективным методом является углубление русла водотока, в результате которого происходит снижение удельных потерь тепла водным потоком за счет уменьшения площади его теплообмена с охлаждающей средой. Углубление, спрямление и расчистку русел водотоков делают для того, чтобы уменьшить растекание воды, воспрепятствовать замедлению её течения, придать живому сечению потока форму, менее подверженную промерзанию [15]. Данные работы рекомендуется производить преимущественно в конце теплого периода года, когда горизонт вод имеет минимальное значение и строительная техника может спокойно работать в руслах небольших водотоках. Для отвода из выемок грунтовых вод с ограниченным периодом действия (которые в зимний период года могут образовывать наледи) следует применять лотки открытого и закрытого типа, взамен кюветов. Дно лотков следует размещать ниже глубины сезонного промерзания. Для осушения местности, перехвата и отвода грунтовых и надмерзлотных вод на значительное расстояние рекомендуется применять полуоткрытые водоотводные лотки. Конструкция лотков данного типа обеспечивает минимальную потерю тепла водотоком и улучшает водно-тепловой режим грунтов. Весной лотки требуется очищать от снега и открывать. Осенью лотки необходимо закрывать на всю ширину досками [15].

**Заключение**

Для успешной борьбы с наледями разного типа, в первую очередь, необходимо выяснить причину их образования. Для этого, на местности, в зимний и летний периоды проводят анализы источников воды, изучают протекающие ручьи и небольшие реки, которые в зимний период могут промерзнуть. Свое наибольшее распространение наледи получили в предгорных и горных регионах Западной и Восточной Сибири, Якутии и Дальнем Востоке. Так же возможно образование наледей в северных районах Центральной России, в связи с тем, что там преобладают достаточно холодные зимы, которые способствуют образованию наледей.

После определения типа наледи необходимо приступать к выбору наиболее эффективного метода борьбы с ней. Деревянные заборы рекомендуется применять двух типов – переносные и постоянные. Постоянные целесообразно устраивать в местах, где наледи появляются ежегодно. Переносные заборы устраиваются в местах периодического возникновения наледей. Грунтовые валы устраиваются на обочинах автомобильных дорог из слабо фильтрующих грунтов, что помогает успешно сдерживать наледь на протяжении всего периода наледеобразования. Для предотвращения образования наледей на искусственных сооружениях необходимо производить работы по расчистке и углублению русел водотоков. Их необходимо проводить каждый год, так как в горных условиях, в период весенний паводков русла сильно засоряются и требуют очистки. В равнинных регионах, где возможны паводки, такие работы тоже рекомендуется производить, в зависимости от того, насколько загрязнены проблемные места, где образуются наледи.

**Список использованной литераторы**

1. Алексеев В.Р., Савко Н.Ф., Сизиков А.И. Основные итоги изучения наледей на территории Сибири и Дальнего Востока // Зап. Забайк. фил. Географ, об-ва СССР. Чита, 1973. - Вып. 92. Проблемы наледеобразования. - С. 3-8.
2. Алексеев В. Р. Наледи. - Новосибирск: Наука, 1987. — 256 с.
3. Алексеев, В. Р. Теория наледных процессов. Инженерно-геогра­фические аспекты / В. Р. Алексеев, Н. Ф. Савко. – М.: Наука, 1975. – 204 с.
4. Алексеев, В. Р. Наледи Лено-Амурского междуречья / В. Р. Алек­сеев // Сибирский географический сборник. – Новосибирск : Наука, 1975. – № 10. – С. 46–127.
5. Алексеев, В. Р. Наледи и наледные процессы. Вопросы терми­нологии и классификации / В. Р. Алексеев. – Новосибирск:  Наука, 1978. – 188 с.
6. Алексеев, В. Р. Полевые исследования наледей / В. Р. Алексеев, Б. Л. Соколов. – Л. : Гидрометеоиздат, 1980. – 152 с.
7. Алексеев В.Р. Гляциологический словарь / В. Р. Алексеев [и др.]. – Л. : Гидрометеоиздат, 1984. – 528 с.
8. Волчков, В.Е. География Зейского района: учебник для средней школы / В.Е. Волчков – Изд-во: Благовещенск,1998. -192 с.
9. Корейша М. М., Романовский Н. Н. О природных системах наледей и горных ледников // Материалы гляциологических исследований. -1978. -Вып. 34. —С. 142 – 145.
10. Меренцова Г.С., Медведев Н.В. Анализ условий образования наледей на автомобильных дорогах / Горизонты образования. Научно-образовательный журнал АлтГТУ, 2015. Вып. 17. XII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь – 2015». Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://edu.secna.ru/publication/5/release/94/attachment/30
11. Меренцова Г.С., Медведев Н.В. Анализ условий образования наледей на автомобильных дорогах в горных условиях Алтайского края / Горизонты образования. Научнообразовательный журнал АлтГТУ. Вып. 18. XIII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь – 2016». Барнаул: Издво АлтГТУ, 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://edu.secna.ru/media/f/pi2016.pdf
12. Меренцова Г.С., Медведев Н.В. Условия образования наледей на автомобильных дорогах и искусственных сооружениях Западной Сибири и их устранение / Четвертый Всероссийский Дорожный Конгресс «Перспективные технологии в строительстве и эксплуатации автомобильных дорог»: сб. науч. тр. М.: МАДИ, 2015. С. 232-237.
13. ВСН 210-91 Проектирование, строительство и эксплуатация противоналедных сооружений и устройств. Утвержден приказом Министерства транспортного строительства СССР 15.04.1991 г., № МО49
14. Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации искусственных сооружений автомобильных дорог на водотоках с наледями. М.: Транспорт, 1989. 60 с
15. Методические указания по проектированию противоналедных мероприятий и устройств / Томгипротранс. М.: ЦНИИС, 1970. 44 с.
16. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных  объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового                            водопользования.       Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03.  Электронный ресурс: <http://dioxin.ru/doc/gn2.1.5.1315-03.htm> (режим доступа 14.03.2017)