

Карамышева Д.В.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент С. Н. Серeda*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*

*602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

*E-mail: karamysheva1801@yandex.ru*

### **Выбор и обоснование зон отбора проб снега с сельскохозяйственных полей округа Муром для проведения анализа**

Снежный покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. В связи с этим он обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения почвы и воды. При образовании снежного покрова из-за процессов сухого и влажного выпадения примесей концентрация загрязняющих веществ в снегу оказывается на 2-3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе. Поэтому измерения их содержания могут производиться более простыми методами с высокой степенью надёжности. Средняя продолжительность снежного покрова в нашей местности составляет 4 месяца. Он появляется преимущественно в середине ноября, и тает к концу марта. Загрязнение снежного покрова нитратами и сульфатами представляет особый интерес в связи с тем, что эти компоненты могут быть причиной «кислотных выпадений».

В качестве объектов исследования были выбраны следующие сельскохозяйственные поля:

1) Поле, расположенное между деревней Орлово и микрорайоном Южный (координаты: 55° 32' 13,80"с.ш., 42°02'16,43" в.д.);

2) Поле, расположенное по Орловскому шоссе (координаты: 55°32'57,25"с.ш., 42°01'12,21"в.д.);

3) Поле, расположенное около поселка Механизаторов (координаты: 55°35'57,68"с.ш., 42°01'46,93"в.д.);

4) Поле, расположенное около Вербовского кладбища (координаты: 55°32'32,62"с.ш., 41°57'39,54"в.д.);

5) Поле, расположенное около деревни Чадаево (координаты: 55°40'19,89"с.ш., 42°00'46,88"в.д.).

Снег является индикатором чистоты атмосферного воздуха и накопителем различных загрязняющих веществ. Снег – удобный объект для исследования. В течение зимних месяцев, когда лежит снежный покров, происходит накопление вредных веществ. Степень загрязнения снежного покрова зависит от места взятия пробы. У оживленной автомобильной дороги она оказывается значительно выше, чем за городом.

Отбор проб снега производился весной 2017 года. В ходе исследования были определены: запыленности территории, рН снега, общая жесткость, ионы хлора, сульфат-ионы. Анализ снега был проведен на основе методик [1-4].

В докладе обсуждаются организационно-методические вопросы, связанные с выбором мест отбора проб.

#### **Литература**

1. Методика выполнения измерений содержаний взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом ПНД Ф 14.1:2.110-97.

2. Голубкина М.А. Лабораторный практикум по экологии. - М: «Форум»,2009.

3.Спругин И., Голов И., Чеканцев Н., Оценка химического состава снежного покрова. – Томск, 2008.

4. ГОСТ Р52964–2008 «Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов». – Москва. 2009.

Карамышева Д.В.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент С. Н. Серeda  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: karamysheva1801@yandex.ru*

### **Качественный и количественный анализ проб снега с полей сельскохозяйственного назначения (на примере округа Муром)**

Отобранные пробы (весной 2017г.) были исследованы на запыленность территории, pH талого снега, общую жесткость, ионы хлора, сульфат-ионы.

Определение запыленности территории. Определение запыленности территории проводилось по методике [1]. Полученные результаты показывают, что запыленность на поле, расположенном между деревней Орлово и микрорайоном Южный - 1,12 мг/кг, запыленность на поле, расположенном по Орловскому шоссе – 2,69 мг/кг, запыленность на поле, расположенном около поселка Механизаторов - 12,08 мг/кг, запыленность на поле, расположенном около Вербовского кладбища - 7,00 мг/кг, запыленность на поле, расположенном около деревни Чаадаево - 17,87 мг/кг.

Наличие в снежном покрове взвешенных веществ обусловлено применением в качестве антигололедных средств песчано-соляной смеси, основой которой является песок; механическим выносом компонентов дорожного покрытия и различных частиц (сажа, каучук, кремний и т. д.) из состава автопокрышек, интенсивность которого резко возрастает в зимний период. В зимний период времени масса сжигаемого топлива достигает максимума, и твердые вещества в результате гравитационного осаждения загрязняют снег. Попадание таких компонентов в снег, а затем в почву вызывает подкисление или подщелачивание среды.

Определение pH талого снега. Определение pH талого снега проводилось по методике [2]. Полученные результаты показывают, что pH талого снега с поля расположенного между деревней Орлово и микрорайоном Южный – 6,6 - нейтральная вода, pH талого снега с поля, расположенного по Орловскому шоссе – 5,6 – слабокислая вода, pH талого снега с поля, расположенного около поселка Механизаторов - 5,8 - слабокислая вода, pH талого снега с поля, расположенного около Вербовского кладбища - 5,6 – слабокислая вода, pH талого снега с поля, расположенного около деревни Чаадаево – 6,5 - нейтральная вода.

Значение pH талых вод из снежного покрова возрастает по мере роста техногенного воздействия. На территориях, где аэрозольные выбросы предприятий малы, за счет дальнего переноса соединений серы и азота происходит закисление атмосферных осадков и снежного покрова. Наиболее высокие значения pH наблюдались в пробах снега, взятых с полей расположенных между деревней Орлово и микрорайоном Южный и около деревни Чаадаево - нейтральная вода.

Определение общей жесткости. Определение общей жесткости проводилось по методике [2]. Полученные результаты показывают, что общая жесткость талого снега с поля, расположенного между деревней Орлово и микрорайоном Южный – 2,44 мг-экв/л, общая жесткость талого снега с поля, расположенного по Орловскому шоссе – 4,12 мг-экв/л, общая жесткость талого снега с поля, расположенного около поселка Механизаторов – 4,18 мг-экв/л, общая жесткость талого снега с поля, расположенного около Вербовского кладбища – 4,36 мг-экв/л, общая жесткость талого снега с поля, расположенного около деревни Чаадаево – 4,22 мг-экв/л.

Общая жесткость талой воды характеризует содержание солей кальция и магния, и варьирует в зависимости от точки отбора проб. По жесткости талая вода относится в основном к классу воды средней жесткости (4,12–4,36 мг-экв/л). Минимальные показатели зафиксированы в точке отбора 1 (поле, расположенное между деревней Орлово и микрорайоном Южный) - 2,44 мг-экв/л и характеризуются как мягкая вода, а максимальные - в

4 (поле, расположенное, около Вербовского кладбища) – 4,36 мг-экв/л, характеризуются как жесткая.

Качественное содержание ионов хлора в талом снеге. Исследование почвы на качественное содержание ионов хлора в талом снеге проводилось по методике [3]. Полученные результаты показывают, что во всех пробах содержание ионов хлора 1-10 мг/дм<sup>3</sup>.

Все пробы снега характеризуются низким содержанием ионов хлора. Этот параметр талой воды также напрямую связан с интенсивностью дорожных покрытий, загрязненные оксидами металлов, автомобильными выхлопами.

Количественное содержание сульфат-ионов в талом снеге. Исследование почвы на количественное содержание сульфат-ионов проводилось по методике [4]. Полученные результаты показывают, что содержание сульфат-ионов в талом снеге с поля, расположенного между деревней Орлово и микрорайоном Южный – 11,88 мг/дм<sup>3</sup>, содержание сульфат-ионов в талом снеге с поля, расположенного по Орловскому шоссе – 12,10 мг/дм<sup>3</sup>, содержание сульфат-ионов в талом снеге с поля, расположенного около поселка Механизаторов – 12,65 мг/дм<sup>3</sup>, содержание сульфат-ионов в талом снеге с поля, расположенного около Вербовского кладбища – 20,70 мг/дм<sup>3</sup>, содержание сульфат-ионов в талом снеге с поля, расположенного около деревни Чаадаево – 17,35 мг/дм<sup>3</sup>.

Сульфат-ионы накапливаются в снеге за счёт осаждения аэрозолей диоксида серы из воздуха вместе с пылью под действием сил гравитации, а так же в результате выветривания почв, с частицами морской соли, с выхлопами газов автомобилей. Концентрация ионов SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> варьирует в пределах от 11,88 до 20,70 мг/л, что характерно для среднего уровня загрязнения, обусловленного рассеиванием соединений серы на больших площадях в результате дальнего переноса от антропогенных и естественных источников.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что участки для выращивания сельскохозяйственных культур рекомендуется размещать подальше от крупных промышленных предприятий и крупных автомобильных трасс.

#### Литература

1. Методика выполнения измерений содержаний взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом ПНД Ф 14.1:2.110-97.
2. Голубкина М.А. Лабораторный практикум по экологии. - М: «Форум», 2009.
3. Спругин И., Голов И., Чеканцев Н., Оценка химического состава снежного покрова. – Томск, 2008.
4. ГОСТ Р 52964–2008 «Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов». – Москва, 2009.

Мисюрина А.Д.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.В. Шарапов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: annamiss2808@gmail.com*

### **Обезжелезивание питьевой воды**

Центральное водоснабжение – является комплексом сооружений, предназначенное для получения питьевой воды из артезианских скважин, улучшения ее состояния и передачи для дальнейшего использования потребителями.

Одной из главных проблем питьевой воды является повышенное содержание в ней железа. С ней сталкиваются частные потребители и владельцы предприятий. Это касается не только водопроводной воды, но и той, что добывается из скважин. Как всем известно, железо придает питьевой воде мутно-оранжевый оттенок и неприятный вкус. Помимо всего прочего, соединения железа наносят серьезный вред здоровью человека.

Растворенное в воде железо повышенной концентрации сушит кожу. Кроме того, данное вещество нередко становится причиной развития дерматитов, аллергических реакций, заболеваний печени и почек. Превышение ПДК железа в воде способствует увеличению риска инфарктов и повреждения тканей при инсультах.

К тому же перенасыщенная железом питьевая и хозяйственная вода негативным образом сказывается на работе сантехнического оборудования. Трехвалентное железо в воде совершенно не растворяется, а выпадает в виде осадка, который впоследствии оседает на поверхности водопроводных труб, в посудомоечных и стиральных машинах, сантехнических приборах.

По этим немало важным причинам очистка питьевой воды становится необходимой мерой предупреждения проблем с техникой и здоровьем.

На самом деле в многообразии методов выделяют две основные группы: реагентные и безреагентные. Все они принадлежат либо к одним, либо к другим. Перспективными безреагентными методами считаются:

1. Электрокоагуляция.
2. Упрощенная и глубокая аэрация.
3. Сухая фильтрация.
4. Двойная аэрация.

Реагентные методы очистки воды следующие:

1. Катионирование.
2. Известкование с последующими отстаиванием и фильтрованием.
3. Напорная флотация.

Самой выгодной и эффективной методикой является безреагентная очистка, которая предполагает насыщение воды кислородом. При этом используется принудительная аэрация и компрессор. Дополнительные реагенты не требуются, что делает систему дешевой в эксплуатации. Безреагентная очистка эффективна, когда концентрация железа - не больше 10 мг/л.

Но перед тем, как выбрать необходимый метод обезжелезивания, необходимо провести химический анализ питьевой воды, который более подробно покажет степень содержания в ней металлов и вредных веществ. Если их мало, то для очистки будет достаточно установить станцию по обезжелезиванию воды без реагентов. В случае большого загрязнения необходимо использовать станцию обезжелезивания с использованием реагентов, из-за того, что после очистки эту воду можно будет использовать только для технических целей.

Мисюрина А.Д.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.В. Шарапов*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: annamiss2808@gmail.com*

### **Проблема очистки воды в системе централизованного водоснабжения**

В настоящее время системы централизованного водоснабжения, охватывающие 96 % городского и около 60 % сельского населения страны, далеко не везде подают доброкачественную питьевую воду. Основными причинами сложившейся ситуации являются постоянное загрязнение водоисточников, неудовлетворительное состояние систем централизованного водоснабжения.

Были проведены исследования питьевой воды в городе Муром Владимирской области. В процессе работы, были взяты ряд проб и проведены анализы на присутствие вредных веществ.

В результате проведенных исследований питьевой воды города Муром, было выявлено, что вода, подаваемая из артезианских скважин, по отдельным параметрам не отвечает требованиям стандарта на питьевую воду. Как видно из приведенной ниже таблицы, вода в разных районах города отличается по составу и количеству присутствующих в воде вредных веществ.

В связи с большим разбросом загрязнителей невозможно сделать централизованную систему очистки воды. Для этого необходимо адаптировать систему очистки под каждый район. Нужно использовать индивидуальную локальную систему очистки, которая будет направлена на уменьшение содержания вредных веществ в питьевой воде. Необходимо внедрить в данную систему фильтр, который будет непосредственно направлен на очищение воды от загрязнения, присутствующие в конкретном отдельно взятом районе.

Таблица 1. Сводная таблица

Улица	Жесткость	Железо	Хлориды	Окисляемость
ЦРБ ул. Некрасова	9,5	-	3,8	1,28
Южный ул. РЗШ	9,1	0,9	5,7	3,9
Ямская, 4	8,5	-	3,9	0,51
Ленина, 85	11,9	-	19,8	25,8
Фанерный, ул. Орджоникидзе	9,68	0,5	4,9	3,25
с. Панфилово	11,9	-	115,8	2,9
ПЧ-15, ул. Войкова	10,7	-	12,5	1,80
ул. Дзержинского	9,5	0,5	4,6	47,8
ул. Комсомольская	10,8	-	19,9	3,6
Вербовский, ул. 30 лет Победы	7,5	-	3,29	2,5
ПДК	10	0,1	350	10

Мочалова И.К.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.В.Шарапов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: sunny.post@inbox.ru*

### Динамика изменения жесткости в родниках города Муром

Жесткость воды – это концентрация растворённых в ней солей магния (Mg) и кальция (Ca): гидрокарбонатов, хлоридов и сульфатов.

В воде родников всегда присутствуют соли щелочноземельных металлов в той или иной степени. Их источники – отложения в почве известняков, доломитов, гипса. Жёсткость воды в природе подвержена изменениям в течение года: она увеличивается при испарении в жару и уменьшается весной и осенью. Талые и дождевые воды очень мягкие.

Согласно ГОСТу 2005 г. Р 52029-2003 единицей измерения является градус - °Ж. По величине данного показателя вода делится на 3 категории:

- мягкая: до 2°Ж
- средняя по жёсткости: 2-10°Ж
- жёсткая: > 10°Ж

Пробы воды из трех источников города Муром: «Никольский», «Воскресенский», родник «Петра и Февроньи Муромских» брались несколько раз в год, в разное время года.

Цель отбора: провести динамику изменения жесткости родниковой воды в трех источниках города Муром.

Изменения жесткости родников города Муром представлены в диаграммах.

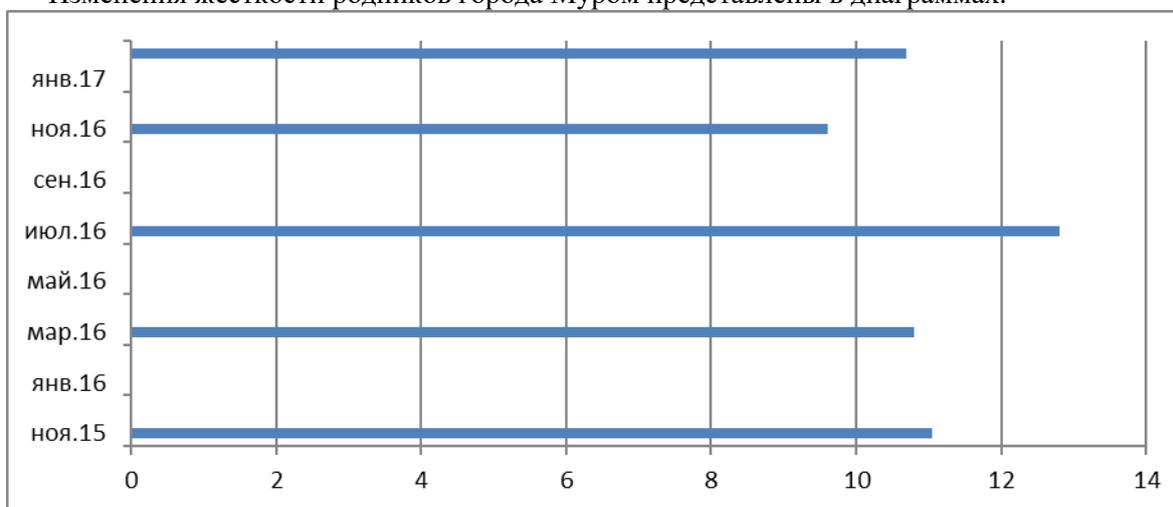


Рис. 1. Диаграмма изменения жесткости родниковой воды в роднике «Никольский» города Муром.

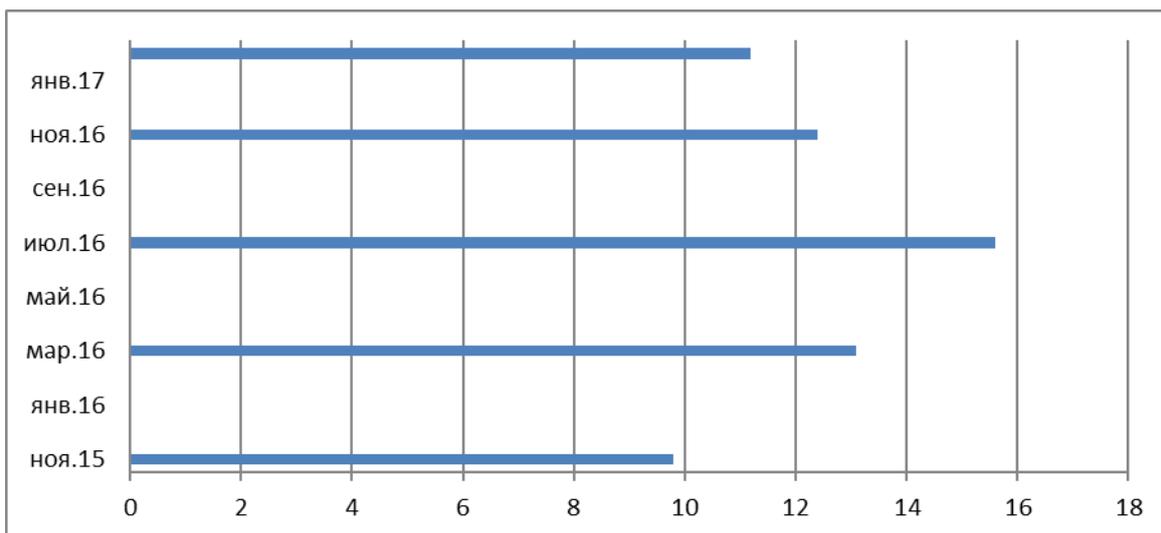


Рис. 2. Диаграмма изменения жесткости родниковой воды в роднике «Воскресенский» города Муром.

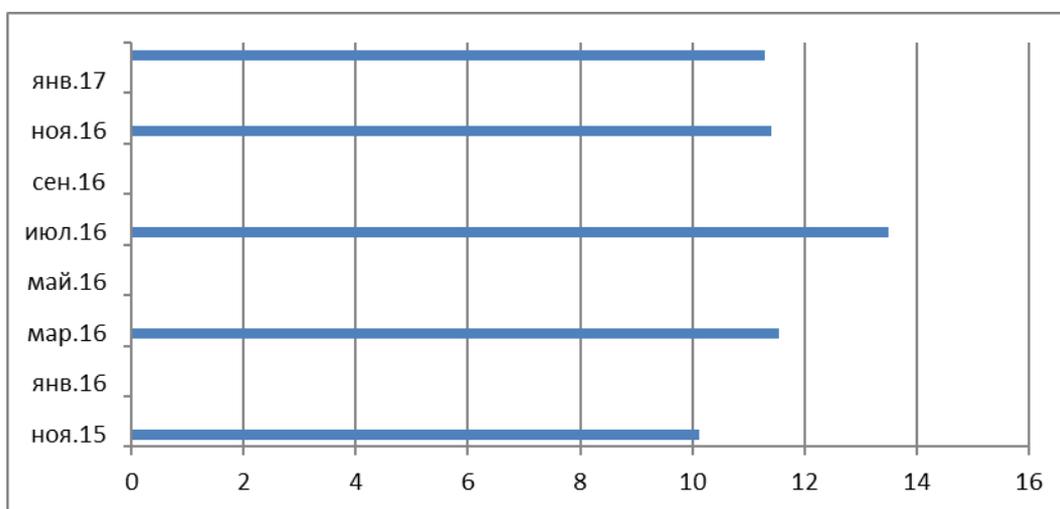


Рис. 3. Диаграмма изменения жесткости родниковой воды в роднике «Петра и Февроньи» города Муром.

По диаграммам видно, что на протяжении всех времен года вода в трех источниках города муром: «Никольский», «Воскресенский», «Петра и Февроньи Муромских» жесткая. Наблюдается, что жесткость в родниковой воде превышает ПДК > 10°Ж. Также по графикам мы видим, что в июле значение жесткости явно превышает значения ПДК > 10°Ж, это связано с тем, что дебит воды летом уменьшается, происходит испарение воды.

Чтобы уменьшить жесткость воды, необходимо вскипятить воду, из-за чего нестойкие гидрокарбонаты магния и кальция начнут разлагаться.

Мочалова И.К.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.В.Шарапов

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

E-mail: sunny.post@inbox.ru

### Динамика изменения окисляемости в родниках города Муром

Окисляемость воды – это показатель растворенных и взвешенных органических веществ в воде. В родниковой воде могут находиться различные органические вещества растительного и животного происхождения. Наличие в воде природного происхождения большого количества органических веществ свидетельствует о загрязненности воды и опасности ее употребления в пищу.

Согласно СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников.» окисляемость родниковой воды не должна превышать 7 мг  $O_2$  /дм<sup>3</sup>. Пробы воды из трех источников города Муром: «Никольский», «Воскресенский», родник «Петра и Февроньи Муромских» брались несколько раз в год, в разное время года. Цель отбора: провести динамику изменения жесткости родниковой воды в трех источниках города Муром.

Изменения жесткости родников города Муром представлены в диаграммах.

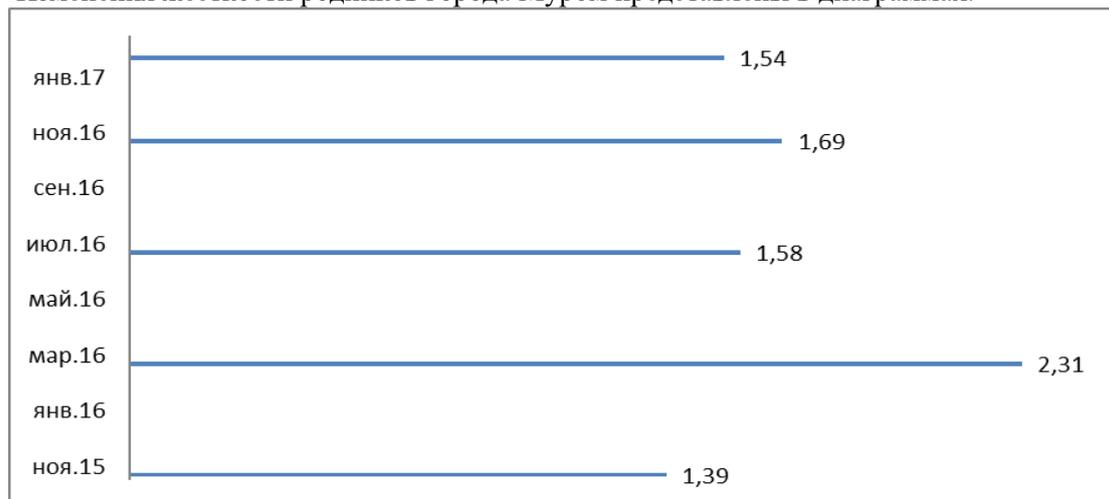


Рис. 1. Диаграмма изменения окисляемости родниковой воды в роднике «Никольский» города Муром.

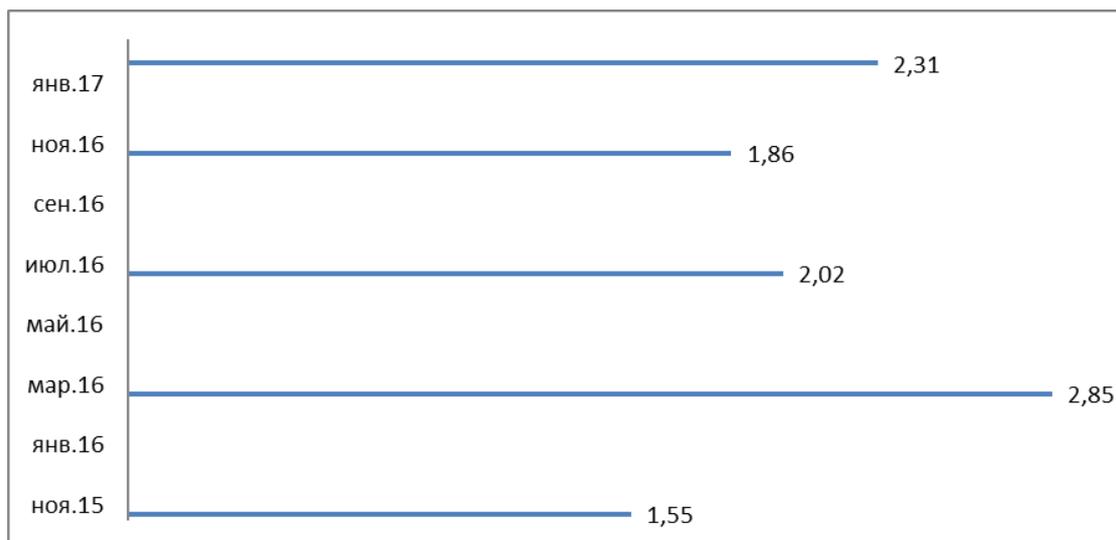


Рис. 2. Диаграмма изменения окисляемости родниковой воды в роднике «Воскресенский» города Муром.

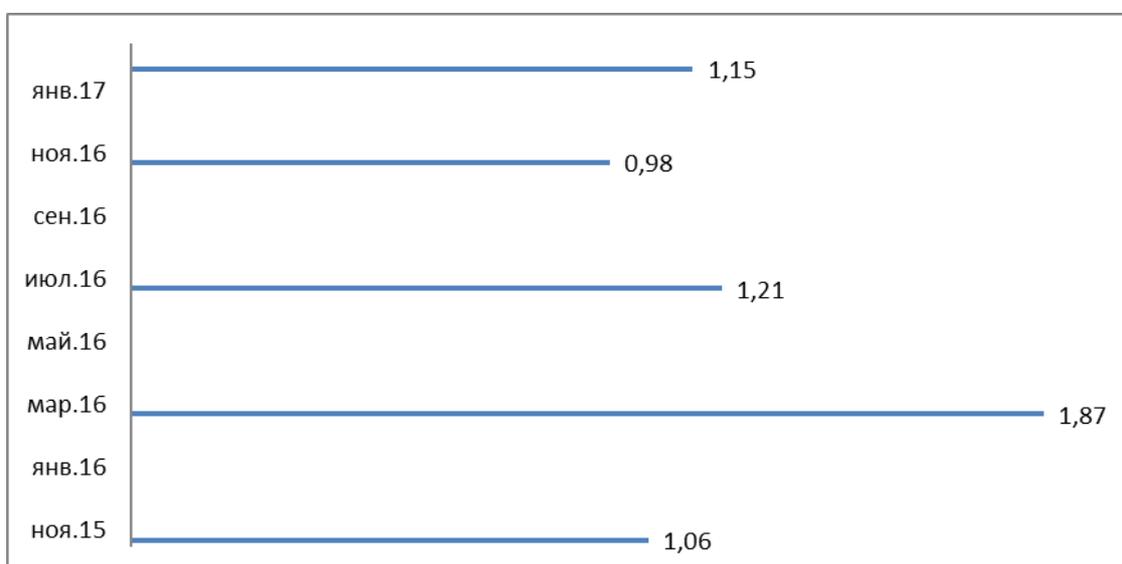


Рис. 3. Диаграмма изменения окисляемости родниковой воды в роднике «Петра и Февроньи» города Муром.

По диаграммам видно, что показатель окисляемости во всех трех родниках «Никольский», «Воскресенский», «Петра и Февроньи Муромских» не превышает ПДК  $7 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ .

Чтобы обеспечить безопасность родниковой воды, необходимо оборудовать источник каптажной камерой. Камера обеспечить защиту от попадания в воду поверхностных стоков и вещества растительного и животного происхождения.

Погорелова А.С.

Научный руководитель: к.т.н., Р.В. Шаранов

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

E-mail: pogorelova.anastasiia@yandex.ru

### Диффузионное перемешивание концентрации водородных ионов в грунтовых водах

Карстовые явления — совокупность сложных процессов, связанных с деятельностью грунтовых вод и выражающихся в растворении горных пород и образовании в них пустот. Строительство и эксплуатация зданий и сооружений в карстово-опасных районах сопряжены с риском возникновения в грунте под зданием карстовых полостей и воронок. Особенность этих явлений состоит в том, что к моменту начала строительства геологические изыскания могут свидетельствовать об отсутствии карстовых полостей под сооружением, однако в процессе эксплуатации возможна реализация условий для их появления и роста. Активизация карстовых процессов может привести к недопустимым деформациям грунта и, как следствие, к разрушению фундамента и самого сооружения [1]. Принимая во внимание, что движение воды в грунте относится к квадратичной области сопротивления гидравлическое моделирование осуществляется с использованием критерий динамического подобия — критерия Фруда. Критерий Фруда, который характеризует относительную величину силы тяжести, он является определяющим в случаях, когда для движения воды гравитационные факторы играют заметную роль. В данных системах процесс движения смеси: -воды и грунта происходит при наличии вынужденных сил — сил гидродинамического давления, создаваемое дополнительными источниками воды, как осадки, то критерия Фруда оказывается не достаточно для создания гидравлических моделей. Поэтому для моделирование процесса, где возникает необходимость учета наиболее глубоких свойств смеси рассмотрим задачу потока воды в грунте и ее перемешивания с ним. Вода с концентрацией  $c_{np}$  транспортируется по руслу с радиусом  $R_{np}$  и поступает в «чашу» с радиусом  $R_0$ , с объемом воды  $W_0$ , где из-за остановки движения воды появляется дополнительная концентрация грунта  $c_0$ . Вследствие перемешивания воды с грунтом происходит изменения концентрации воды  $c(t)$ . В момент  $t = t_1$   $c_0 > c(t)$ , концентрация грунта в воде достигает величины  $c^*$  - опасное состояние воды.

Ниже рассмотрим задачу о диффузионном перемешивании воды с водородными ионами в грунтовых водах. На основе диффузионного перемешивания для осредненного по живому сечению потока можем написать:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \text{div} \vec{j} + \sigma c = \text{div} \vec{i} \quad (1)$$

где:  $\vec{j} = cV_r \vec{e}_r + cV_\theta \vec{e}_\theta - \left( cV_\theta + \varepsilon_{ss} \frac{\partial c}{\partial x} \right) \vec{e}_x$

$$\vec{i} = c_n \bar{V}_{np} \vec{e}_x$$

где:  $\varepsilon_s$  — коэффициент турбулентной диффузии;

$V_0$  — средняя по живому сечению скорость притока свежей воды.

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \text{div} \left( -cV_0 - \varepsilon_s \frac{\partial c}{\partial x} \right) = \text{div} \vec{i} \quad (2)$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \text{div} \left( cV_0 + \varepsilon_s \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \text{div} \vec{i}$$

В случае отсутствия притока свежей воды уравнение (1) примет вид

$$\frac{\partial c}{\partial t} = V_0 \frac{\partial c}{\partial x} + W_0 \frac{\partial c}{\partial r} + \varepsilon_s \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \quad (3)$$

Учитывая малости изменения концентрации ионов в радиальном направлении и осевой симметрии рассматриваемого явления уравнение (3) можно переписать в виде:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + V_0 \frac{\partial c}{\partial x} + \sigma c = \varepsilon_s \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \quad (4)$$

Введем безразмерные параметры  $x = R_0 \hat{x}, t = \sqrt{\frac{R_0}{\varepsilon}} \tau$

Тогда уравнение (4) примет вид:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} - \sqrt{Fr} \frac{\partial c}{\partial \hat{x}^2} + \sigma_1 c = \varepsilon_s \sqrt{Fr} \frac{\partial^2 c}{\partial \hat{x}^2} \quad (5)$$

Для преобразования уравнения (6) в гидравлическое уравнение, основные параметры потока воды будем выражать через число Фруда и Рейнольдса и получим гидравлическое уравнение для описания движения смеси воды и грунта в виде безразмерных переменных:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} + \sqrt{Fr} \frac{\partial c}{\partial \hat{x}} + \hat{\sigma}_1 c = \hat{\varepsilon}_s \sqrt{Fr} \frac{\partial^2 c}{\partial \hat{x}^2}, \text{ здесь } \hat{\varepsilon}_s = \frac{\varepsilon_s}{v_0 R_0}, \hat{\sigma}_1 = \hat{\sigma}_1 \frac{R_0}{\varepsilon}; \quad (6)$$

Fr – число Фруда, который учитывает изменение осредненных по живому сечению основных гидравлических параметров: - средней по живому сечению скорости потока и гидравлического радиуса  $R_s = 0,5R_0$ ;  $\varepsilon^{\wedge}$  - число Рейнольдса в диффузионном процессе, который учитывает характеристику движения и влияния силы возмущения оказывающую подавляющее влияние поступательному движению воды. Диффузионное уравнение изменения концентрации за счет притока и оттока свежей воды в виде безразмерных переменных примет вид:

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} + \sqrt{Fr} \frac{\partial c}{\partial x} + \sigma_1 c = \sqrt{Fr} \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + f(\tau) \quad (7)$$

$$\text{где } f(\tau) = \frac{c_{np} \int_0^1 \ddot{Q}_{np} d\tau - c^* \int_0^1 \ddot{Q}_{от} d\tau}{1 + \int_0^1 \ddot{Q}_{np} d\tau - \int_0^1 \ddot{Q}_{от} d\tau}$$

$$\text{здесь } \ddot{Q}_{np} = \frac{Q_{np}}{Q_0}, \ddot{Q}_{от} = \frac{Q_{от}}{Q_0}, \ddot{Q}_0 = \frac{Q_0}{W_0} \sqrt{\frac{R_0}{\varepsilon}}$$

$Q_0$  – регулируемый расход воды.

Для решения уравнения (7) введем функцию  $F(x)$ :

$$c(\hat{x}, \tau) = e^{-\lambda \tau} F(\hat{x}) \text{ Место для формулы.}$$

Учитывая равенство (7) уравнение (8) приводится к виду: (8)

$$-\lambda F(\hat{x}) + \sqrt{Fr} \frac{dF}{d\hat{x}} + \sigma_1 c = \hat{\varepsilon}_s \sqrt{Fr} \frac{d^2 F}{d\hat{x}^2} + f(\tau) e^{\lambda \tau}$$

или

$$\sigma_1 F(\hat{x}) - \lambda F(\hat{x}) + \sqrt{Fr} \frac{dF}{d\hat{x}} = \hat{\varepsilon}_s \sqrt{Fr} \frac{d^2 F}{d\hat{x}^2} + m_0 \quad (9)$$

$$\text{где: } m_0 = f(\tau) e^{\lambda \tau}.$$

Предположим что подача воды осуществляется законом:

$$\ddot{Q}_{np} = e^{-\lambda \tau} \ddot{Q}_{np}^0$$

Тогда из последнего равенства будем иметь:

$$f(\tau) = \frac{c^* Q_{от}^0 - c_{np}^0 Q_{np}^0}{\lambda(Q_{np}^0 - Q_{от}^0)} e^{-\lambda \tau};$$

$$c_{np} = c_{np}^0 e^{-\lambda \tau}, \quad c^* = c^{0*} e^{-\lambda \tau}.$$

$$m_0 = f(\tau) e^{\lambda \tau} = \frac{c^* Q_{от}^0 - c_{np}^0 Q_{np}^0}{\lambda - Q_{np}^0} \quad (10)$$

Тогда для объема притока воды, имеем:

$$\tilde{W}_{np} = \frac{W_{np}}{\tilde{W}_0} = \frac{\int_0^1 \ddot{Q}_{np} d\tau}{W_0} \quad (11)$$

Поскольку имеет место неравенства  $\frac{W_{np}}{W_0} \ll 1$ .

$$\text{Откуда будем иметь: } W_0 c_0 + \tilde{W}_{np} c_{np} = c^* W_0 + \tilde{W}_{np} c^*$$

Таким образом, определен необходимый объем воды для получения необходимой концентрации ионов в воде:

$$\frac{\tilde{W}_{np}}{W_0} = \frac{c_0 - c^*}{c - c_{np}} \quad (12)$$

На основе теории диффузионного перемешивания жидкости получены гидравлические закономерности, описывающие изменения концентрации бактерий, [2] изменения давления воды с учетом изменения гидравлического сопротивления.

#### **Литература**

1. Короновский Н.В. Общая геология: учебник. - М.: КДУ. 2006. С. 152.
2. Погорелова А.С. Диффузионное перемешивание жидкости. // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2015. № 1.С.18-22.

Погорелова А.С.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.В. Шаранов  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: pogorelova.anastasiia@yandex.ru*

### **Исследование поверхностных вод в карстовых объектах на территории с. Монаково- с. Чудь**

На территории вблизи с. Монаково – с. Чудь Нижегородской области протекает река Ока, а также целый ряд других мелких речек. Влияние на гидрологический режим местности ограничивается локальным перераспределением потоков приповерхностных грунтовых вод, режим которых определяется в основном атмосферными осадками. Карстовые процессы широко распространены в Нижегородской области. По геологическим условиям имеются потенциальные возможности для их развития. Закарстованные территории занимают примерно одну четверть от общей площади области. Потенциальные возможности для их возникновения и развития создает характер пород, залегающих на рассматриваемой территории, а так же наличие грунтовых вод и хозяйственная деятельность человека [2]. На данной территории карст проявляется в виде различных поверхностных и подземных проявлений. К наиболее характерным поверхностным проявлениям карста относятся провалы оседания и просадки [1]. При этом проявления карста тяготеют к речным долинам и пониженным участкам водоразделов. Именно по этой причине они преимущественно распространены по правобережью реки Волги.

В районе села Монаково Нижегородской области обнаружено большое количество карстовых воронок. На этой территории активно развиваются карстовые процессы, появляются провальные озера, провалы, воронки, как сухие так и заполненные водой. [3]. Так же в данной местности много прудов, часть которых образовались на местах карстовых провалов. Изучение карстовых геологических процессов было проведено в Сентябре 2016 года территории рядом с с. Монаково и с. Чудь Нижегородской области где активно развиваются карстовые процессы.

Далее подробно рассмотрим исследуемые карстовые формы которые находятся в с. Монаково - с. Чудь Нижегородской области. Провал находящийся на ул. Набережная имеет крутые, отвесные склоны, которые усыпаны ветками, срубленными деревьями и мусором [4]. На дне несколько кустарников и молодых деревьев. Глубина данной воронки осенью 2016 составляла более 15 метров, на дне мутная вода, ее происхождение не ясно. Я решила выяснить происхождение воды в рассматриваемом провале и изучить особенности заполнения карстовых форм водой.

Что бы определить происхождение воды в карстовом образовании с. Чудь необходимо провести наблюдения за поведением воды, взять пробы воды со дна воронки и близлежащих водоемов, сделать ее анализ, и выяснить происхождение воды в исследуемом карсте.

В связи с необходимостью были проведены исследования воды провала в с. Чудь на ул. Набережная, в водоемах близко расположенных к нему, скважине из дома 13 ул. Набережная. Для сравнения исследовали воду в других карстовых формах по дороге с. Монаково – с. Чудь, в которых так же на дне есть вода.

По результатам анализа на рН можно увидеть, что пробы из провалов на территории с. Монаково и воронки в с. Чудь близкие по значению, вода нейтральная. Уровень рН в воронке значительно отличается от значений близ лежащих к нему прудов, которые находятся в непосредственной близости. Это заставляет предположить, что просачивание из прудов не происходит. Результаты анализа на нитраты позволяют сделать вывод о подземном происхождении воды в карстовом провале с. Чудь, так как он схож по значению со скважиной, находящейся на 100 м. от воронки глубиной 23 м.. По уровню железа показания схожи во всех провалах. Результаты анализа на жесткость показывают, что наибольшее значение

наблюдается в скважине, в остальных пробах жесткость падает из-за присутствия в них талой и дождевой воды.

Сравнивая исследуемый карстовый провал с близлежащими к нему водными объектами анализ показал, что в воде со дна воронки отмечено высокое содержание железа, сульфатов, уровень pH выше (7,4 в воронке, 6,7 в пруду) по сравнению с близлежащими прудами, значит возможно вода разная. Водные объекты находятся в двух десятках метров от провала. Поэтому, можно было бы предположить, что воды из прудов постепенно дренируются в воронку, но это не так. В других карстовых формах вода дождевая, а в некоторых видны следы поверхностных выходов подземных вод. Из анализа видно, что значения провала в с. Чудь близки по значениям со скважиной на ул. Набережная по сульфатам, глубине, железу. Жесткость в воронке падает за счет присутствия талых вод, значит вода дренируется и имеет подземное происхождение.

Таким образом результаты анализов позволяют сделать вывод о том, что вода в исследуемом карстовом провале схожа с водой из скважины, имеет подземное происхождение и питается подземными водами, а не просачивается из близлежащих прудов. Карстовые процессы в этой местности продолжают развиваться, появляются новые, поэтому эта территория нуждается в дальнейшем исследовании.

### **1. Литература**

2. Погорелова А.С. Исследование поверхностных вод в карстовых формах // Символ науки, 2015. №2 часть 2 -С.34-36
3. Шарапов Р.В. Показатели наблюдения и оценки карстовых процессов //Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2013. № 1 (15). С. 28-34.
4. Шарапов Р.В. Программная система интеграции данных наблюдений за поверхностными проявлениями карстовых процессов // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 2. С. 52-55.
5. Шарапов Р.В., Кузичкин О.Р., Ермолаева В.А., Первушин Р.В. Исследование карстового провала в с. Чудь Нижегородской области // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2014. № 4 (22). С.47-56.

Погорелова А.С.

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.В. Шаранов*  
*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*  
*602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*  
*E-mail: pogorelova.anastasiia@yandex.ru*

### **Мероприятия по предотвращению карстовых провалов**

Карстовые явления — совокупность сложных процессов, связанных с деятельностью грунтовых вод и выражающихся в растворении горных пород и образовании в них пустот [2]. Строительство и эксплуатация зданий и сооружений в карстово-опасных районах сопряжены с риском возникновения в грунте под зданием карстовых полостей и воронок. Особенность этих явлений состоит в том, что к моменту начала строительства геологические изыскания могут свидетельствовать об отсутствии карстовых полостей под сооружением, однако в процессе эксплуатации возможна реализация условий для их появления и роста. Активизация карстовых процессов может привести к недопустимым деформациям грунта и, как следствие, к разрушению фундамента и самого сооружения.

Одним из самых эффективных способов, позволяющих своевременно зарегистрировать начало и активизацию воздействия карстовых процессов на деформацию зданий, является использование автоматизированных систем мониторинга. Эти системы должны обеспечивать автоматическое измерение деформационных параметров в режиме «онлайн» с последующей математической обработкой и представлением данных в доступном виде. На основе обработанной информации может выдаваться заключение о деформационном состоянии наблюдаемого объекта, а также прогнозироваться его дальнейшее поведение.

Так же можно использовать нивелирное наблюдение. Такое наблюдение за карстом выполняется с целью выявления общих и локальных оседаний толщи горных пород и земной поверхности, определения количественных характеристик деформаций толщи горных пород и земной поверхности, оценки и прогноза развития карста и предупреждение аварии. Наблюдения за карстом следует выполнять путем периодического определения высот осадочных реперов и деформационных знаков методами наземной фототопографической съемки, геометрического, тригонометрического нивелирования и их сочетаниями. Геодезические знаки для наблюдений, методы и требования к точности геодезических измерений следует принимать в соответствии с ГОСТ 24846-81. Осадочные реперы следует устанавливать в зданиях (сооружениях) или вблизи их [1]. При отсутствии на территории зданий (сооружений) осадочные реперы следует устанавливать над выявленными карстовыми полостями и на участках выявленных оседаний земной поверхности. Число опорных геодезических знаков, высотных марок, реперов и других деформационных знаков, методы и точность определения высот следует устанавливать в программе работ. В результате геодезических наблюдений за карстом должны быть представлены следующие материалы:

- схема расположения опорных, осадочных и деформационных геодезических знаков;
- журналы полевых измерений;
- чертежи и абрисы установленных центров геодезических знаков;
- ведомости вычислений координат и высот опорных геодезических знаков, марок и реперов и других деформационных геодезических знаков с оценкой точности их определения;
- ведомости смещений осадочных и деформационных геодезических знаков с характеристикой скоростей смещений;
- графики смещений осадочных и деформационных знаков во времени с показанием скоростей смещений.

Противокарстовые мероприятия должны обеспечивать: предотвращение недопустимого загрязнения геологической среды, должную безопасность людей и предотвращение катастрофических разрушений, а так же предотвращать и снижать активность карстовых и карстово-суффозионных процессов.

### **Литература**

1. ГОСТ 24846-81. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений.
2. Погорелова А.С. Взаимодействие подземных вод с залегающими породами // Научно – технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего. 2016. №2. С. 29-30.

Хромулина Т.Д.

*Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор В.В. Булкин  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: misery83@yandex.ru*

### **Анализ повышения уровня шумового загрязнения на территории города Муром посредством моделирования событий**

Среди главных экологических опасностей больших городов важное место занимает акустическое загрязнение. Многочисленные исследования показывают, что акустический шум оказывает существенное неблагоприятное воздействие на психологическое и биологическое здоровье человека, а также состояние социальной среды. Данная проблема является значимой особенно для больших (с населением свыше 100 тыс. человек) городов. Таким образом, рассмотрим данную проблему на примере города Мурома. Большинство исследований показало, что основным источником шума на городской территории является автомобильный транспорт.

Целью данного доклада является анализ событий, которые оказывают наибольшее влияние на изменение уровня шумового загрязнения на территории города Мурома. В докладе представлены результаты анализа, который проведен посредством моделирования.

Изменение уровня шумового загрязнения на исследуемых перекрестках города Мурома можно описать с помощью теории случайных процессов. Таким образом, построена модель потока нежелательных событий, повлекших за собой изменения уровня шумового загрязнения, которая впоследствии отражает причинно-следственную цепь возникновения данного нежелательного события из-за отдельных факторов.

При построении модели событий определены наиболее слабые места системы. В качестве головного нежелательного события обозначено повышение уровня шумового загрязнения на исследуемых территориях. Исходными предпосылками для возникновения нежелательного события являются: изменение непостоянных факторов (время года, качество дорожного покрытия, режим работы светофоров и т.п.), различный состав транспортных потоков (который включает в себя технические характеристики автомобилей и их количество), а также архитектурная планировка города (которая включает в себя наличие зеленых насаждений на исследуемых территориях, жилых домов расположенным менее чем 25 м от проезжей части, выездов и въездов в город, наличие транспортных развязок в непосредственной близости т.п.).

В результате проделанной работы, вероятность головного события, которое подразумевает повышение уровня шумового загрязнения, составила  $1,199 \cdot 10^{-3}$ . Пределы от  $10^{-5}$  до  $10^{-3}$  соответствуют третьему классу опасности, который характеризуется частотой возникновения опасных процессов. Таким образом, превышение уровня шумового загрязнения на территории города Мурома имеет высокую степень возникновения.

В результате, в докладе были обозначены основные нежелательные события, которые ведут к повышению шумового загрязнения на исследуемых территориях. Таким образом, необходимо выяснить какие именно факторы оказывают наибольшее влияние на акустошумовую ситуацию. После выполнения данной задачи будут определены необходимые мероприятия и затраты для улучшения сложившейся акустической ситуации в городе.

Хромулина Т.Д.

*Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор В.В. Булкин  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: misery83@yandex.ru*

### **Исследование факторов, оказывающих наибольшее влияние на уровень шумового загрязнения города Мурома**

На сегодняшний день акустическое загрязнение является одним из важных факторов вредного влияния на окружающую среду и здоровье человека. Жители современных городов постоянно находятся в условиях шумового дискомфорта. Шумовое загрязнение становится причиной многих заболеваний, длительное воздействие шума ведет к снижению производительности труда, к ухудшению качества жизни и значительным экономическим потерям в связи с выполнением мер по улучшению экологической ситуации [1]. Рассмотрим проблему шумового загрязнения на примере города Мурома.

В докладе представлены результаты анализа факторов, которые оказывают наибольшее воздействие на повышение уровня шумового загрязнения на территории города Мурома. Таким образом, в докладе представлен качественный анализ событий, который впоследствии поможет дать оценку ущерба от головного события с целью предварительного определения ожидаемых последствий и обоснования, наиболее эффективных мер по снижению риска. Качественный анализ проводился на основе определения степени влияния каждого фактора на нежелательное событие с использованием таких критериев, как: показатель Бирнбаума и критерий Фусселя-Везели.

Для определения факторов, которые ведут к возникновению повышения уровня шумового загрязнения на территории города Мурома, проведен модельный эксперимент. Таким образом, дана оценка значимости факторов, оказывающих наибольшее влияние на возникновение нежелательного события.

В результате расчетов было выявлено, что наиболее значимыми факторами для повышения уровня акустического загрязнения на территории города Мурома создаваемого автомобильным транспортом, являются: наибольшие скачки уровня шумового загрязнения наблюдаются в утреннее и вечернее время, качество дорожного покрытия на исследуемых территориях, увеличение транспортных средств согласно общегородской статистике, техническая исправность и срок службы автомобилей, различные габариты автомобилей, несоблюдение скоростного режима, нехватка мест временного скопления людей и зеленых насаждений.

Таким образом, повышение уровня шумового загрязнения на исследуемых территориях города Мурома имеет высокую степень возникновения из-за определенного ряда факторов. В результате необходимо рассмотреть меры улучшения сложившейся акустической ситуации в городе с точки зрения затрат на проведение данных мероприятий и достижения социального эффекта, который не имеет количественного выражения и ведет к улучшению качества жизни на анализируемых участках и городе в целом.

### **Литература**

1. Соловьёв Л.П., Булкин В.В., Шарапов Р.В. Существование человека в рамках техносферы / Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2012, №1(11). - С.31-39.

Хромулина Т.Д.

*Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор В.В. Булкин  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: misery83@yandex.ru*

### **Оценка социально-экономического эффекта в ходе возможной реализации проекта по улучшению акустической ситуации в городе Муроме**

В большинстве современных городов исследование и разработка методов и мер по снижению шумового загрязнения только набирает обороты. Комплексный подход к улучшению данной проблемы должен включать разгрузку транспортных потоков, планирование объездных дорог и появление улиц «дублеров», рациональную жилую застройку, планирование мест временного скопления людей, применение шумоизолирующих экранов, посадку зеленых насаждений. Не следует, также, забывать и об учёте возможного распространения (прогнозировании направления распространения) шума вглубь жилых районов под влиянием локальных условий, включая условия метеорологические [1].

В докладе представлены результаты оценки социально-экономической эффективности при борьбе с акустическим загрязнением создаваемого автотранспортом на территории города Мурома. В результате были выявлены затраты на реализацию определенных мероприятий, дана оценка экономической и социальной эффективности.

Таким образом, в отношении факторов оказывающих наибольшее воздействие на повышение уровня шумового загрязнения предложены следующие меры по улучшению сложившейся ситуации: замена дорожного покрытия на территориях города Мурома, в том числе проведение ямочного ремонта, установка шумоизолирующих экранов, высадка деревьев и кустарников, изменение движение транспортных средств с помощью запрещающих и предписывающих дорожных знаков, наблюдение собственников за техническим состоянием автомобилей с точки зрения шумового загрязнения и загрязнения атмосферного воздуха. Проведение данных мероприятий в целом значительно снизит риск возникновения дальнейшего повышения уровня шумового загрязнения, а так же позволит добиться высокой экономической эффективности в будущем.

Оценка социально-экономической эффективности проведена на основании разработки модели дерева исходов, а также оптимизации параметров построенной модели. Данная оценка проводилась с целью предварительного определения ожидаемого ущерба, а также обоснования наиболее эффективных мер по снижению.

Сделан вывод о том, что самыми эффективными мероприятиями по предупреждению повышения уровня шумового загрязнения на территории города Мурома является проверка технического состояния автомобилей, высадка деревьев и кустарников, а также установка шумоизолирующих экранов. Проведение данных мероприятий значительно снижает риск возникновения нежелательного события. Затраты на данные мероприятия в целом велики, но позволяют в дальнейшем наряду с экономическим эффектом при создании системы экологической безопасности достигнуть социального эффекта, который не имеет количественного выражения и заключается в улучшении акустической и экологической обстановки в городе Муроме.

### **Литература**

1. Щелокова Т. Д. Актуальность исследования шумового загрязнения в городах / Символ науки. 2015, №11-1. – С.72-74.