

УДК 502.58:66/67

*И. М. Янников;*  
*Т. Г. Габричидзе, кандидат технических наук;*  
*Т. Л. Зубко*

Главное управление МЧС России по Удмуртской Республике

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МЫШЬЯКСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ  
И ВОЗМОЖНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОМ ОБЪЕКТЕ**

*В статье рассматривается проблема организации прогнозирования чрезвычайных ситуаций на химически опасном объекте, а также изучение влияния мышьяксодержащих соединений на изменение свойств оревозостя.*

Федеральной целевой программой «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации», утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации № 305 от 21 марта 1996 г., в целях обеспечения реализации обязательств Российской Федерации по Конвенции «О запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и его уничтожении» предусмотрено строительство объектов по уничтожению химического оружия на территориях ряда субъектов Российской Федерации, в том числе и в Удмуртской Республике.

Согласно Программе, в первую очередь уничтожению подлежат запасы кожно-нарывных отравляющих веществ, хранящихся в крупнотоннажных емкостях, то есть тех, которые хранятся и в Удмуртии. И это обосновано. Пролив одновременно большого количества отравляющего вещества из разгерметизированных емкостей в случае возникновения аварийных ситуаций может привести к тяжелым экологическим последствиям и поражению людей.

В декабре 2005 г. завершено строительство первой очереди объекта по уничтожению химического оружия в Камбарке. Из имевшихся на объекте 6,4 т боевых отравляющих веществ к концу ноября 2006 г. уничтожено около двух тысяч тонн. Уничтожение ведется в строгом соответствии с графиком, определенным международными обязательствами Российской Федерации; начаты подготовительные работы по выводу объекта уничтожения химического оружия из эксплуатации.

На стадиях хранения, уничтожения и вывода из эксплуатации объекта на объект воздействуют различные внешние и внутренние факторы, которые могут привести к опасным событиям и возникновению чрезвычайных ситуаций. Источниками опасности могут быть природные явления и процессы, аварийные ситуации, вызванные отказом или сбоем в работе оборудования, ошибочные действия персонала, террористические акты и др. Предметом воздействия указанных источников опасности является окружающая природная среда и человек.

Своевременное обнаружение источника опасности и прогнозирование возможных последствий вызванной им чрезвычайной ситуации позволит заблаговременно выполнить комплекс мероприятий, направленных на предотвращение чрезвычайных ситуаций и максимально возможное уменьшение масштабов негативных последствий.

По результатам долгосрочного прогноза возможно проведение комплекса проверочных мероприятий организационно-технического характера: модернизация производства, в том числе замена аварийных узлов и агрегатов, планомерный вывоз запасов опасных веществ, внедрение дополнительных защитных средств и др.

По результатам среднесрочного прогноза возможно проведение неотложных мер по проверке готовности и приведению в готовность систем связи, оповещения и информирования населения, подготовке персонала и населения к действиям в условиях угрозы и возникновения чрезвычайных ситуаций и др.

По результатам краткосрочного и оперативного прогнозов возможно:

- проведение комплекса организационных мероприятий по приведению в постоянную готовность сил, предназначенных для действий по локализации и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;

- остановка части оборудования предприятия вплоть до полной остановки объекта;

- снижение численности персонала и населения, находящихся в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий вплоть до проведения экстренной эвакуации;

- выдача дополнительного количества средств индивидуальной защиты и др.

Несмотря на то, что в ряде субъектов Российской Федерации, в том числе в Удмуртской Республике, создана и действует многоуровневая система контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, нельзя дать полных гарантий обеспечения безопасности работы объекта по уничтожению химического оружия, и, следовательно, методы функционирования системы контроля и методы осуществления мониторинга нуждаются в дополнении и совершенствовании.

Хотя на сегодняшний день влияния объектов по уничтожению химического оружия пока не установлено, но чтобы быть уверенным в обеспечении безопасности уничтожения отравляющих веществ на местах, нужна хорошая методическая база для проведения постоянного наблюдения за состоянием атмосферного воздуха, воды, почв. Обеспечение безопасности граждан и защита окружающей среды независимо от того, на каком этапе находятся эти работы – хранение, подготовка к уничтожению химического оружия и т. д. – заложено в нормативных правовых актах. В основе их – обязательность мониторинга окружающей среды и здоровья населения, проживающего и работающего в зоне защитных мероприятий.

Таким образом, ведение мониторинга и прогнозирования возможных чрезвычайных ситуаций на химически опасном объекте в условиях изменяющихся внешних воздействий является одной из важнейших задач обеспечения промышленной и экологической безопасности территории или окружающей природной среды в целом.

В работе Т. Г. Габричидзе «Организация мониторинга и прогнозирования ЧС на химически опасном объекте» достаточно подробно изложены существующие направления и методы ведения мониторинга, в том числе и одного из новых направлений биомониторинга – апимониторинга. Суть его заключается в следующем. По изменению физических показателей пчел, наличию в их организме и продуктах жизнедеятельности (мед, прополис) химических элементов и соединений (например, соединений мышьяка) можно оценить экологическую обстановку на территории и вблизи потенциально опасного объекта, проследить миграцию элемента в данной экосистеме и оценить его воздействие на окружающую среду.

Объединенной межведомственной группой в рамках многоступенчатого мониторинга загрязнения местности мышьяксодержащими соединениями был проведен эксперимент, имитирующий загрязнение различных растительных сообществ и почвенно-растительного покрова мышьяксодержащим раствором.

В настоящей работе приведены результаты одного из элементов биомониторинга, осуществляющегося на территории, подвергшейся загрязнению мышьяксодержащими соединениями: слежение за состоянием биологических объектов или изменением некоторых параметров данных объектов на примере древостоя сосны.

#### **Биомониторинг с использованием данных по изменению свойств древостоя под влиянием мышьяксодержащих соединений**

Поддающееся большинство отравляющих веществ относятся к классу нестабильных соединений и в природных условиях существуют непродолжительное время, разрушаясь под действием ряда физических факторов окружающей среды и вступая в химические реакции с природными веществами воды, почвы, живых организмов. Поэтому контроль и оценка долговременных последствий загрязнения местности должен включать как обязательный компонент контроль содержания метаболитов в природных объектах и биологических системах.

Наиболее опасными для окружающей среды и здоровья человека отравляющими веществами являются мышьякорганические соединения.

Мышьяк широко распространен в природе. Он входит в состав сульфидных руд, наибольшее его количество содержится в арсенопирите ( $\text{FeAsS}$ ). Мышьяк как простое вещество добавляют в различные сплавы с целью повышения их твердости и теплостойкости (например, в сплавы со свинцом в решетках аккумуляторов). Его также используют при производстве определенных типов стекла, он входит в состав различных электротехнических устройств и служит легирующей примесью в твердых изделиях из германия и кремния.

Все соединения мышьяка, особенно неорганические, общепризнаны сильными ядами, хотя некоторые эксперименты над животными показали, что отдельные соединения мышьяка в очень малых дозах могут в ряде случаев оказывать и благотворное влияние на организм. Соединения обладают различной степенью токсичности, которая широко варьирует в зависимости от валентности содержащегося в них мышьяка и их растворимости в биологической среде (внутренних жидкостях организма). Наиболее токсичными являются растворимые соединения трехвалентного мышьяка. Неорганические соединения мышьяка почти полностью усваиваются организмом через желудочно-кишечный тракт, однако поглощение слабо растворимых форм, таких как триоксид мышьяка в зернистом состоянии, может идти замедленно. Проникая в организм через дыхательные пути, соединения мышьяка также почти полностью усваиваются, так как даже слабо растворимые формы, попав на слизистую оболочку респираторной системы, переносятся затем в желудочно-кишечный тракт и усваиваются. Имеется множество сведений о случаях острых отравлений мышьяком с высоким процентом летальных исходов. Воздействие замещенных арсинов не приводит к гемолизу в качестве основного эффекта, однако они являются мощными местными (кожными) и легочными раздражителями, а также действуют как системные яды.

Согласно классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР), неорганические соединения мышьяка относятся к легочным и кожным канцерогенам.

При прямом сжигании люизита образуется более 10 веществ, в том числе: канцерогены – трихлорид мышьяка, окись мышьяка (белый мышьяк), винилхлорид, дихлорид ацетилена; мутагены – метилхлорид, винилхлорид, дихлорид ацетилена; вещества, влияющие на репродуктивную функцию – трихлорид мышьяка, метилхлорид, винилхлорид.

Органические соединения мышьяка, применяемые в качестве пестицидов или медикаментов, могут приобрести токсичные свойства, хотя подобные неблагоприятные явления в отношении человека плохо освещены в научной литературе. Эксперименты над животными показали, что регулярное добавление в корм больших доз арсанитовой кислоты, которую обычно используют в качестве кормовой добавки в птицеводстве и свиноводстве, оказывает токсическое действие на нервную систему.

Лучший способ предотвратить опасные ситуации – следить, чтобы содержание мышьяка во внешней среде было намного ниже стандартного уровня допустимости.

С целью оценки изменения параметров состояния древостоя на экологическом полигоне был проведен эксперимент с применением трех дозировок мышьяксодержащего раствора (1, 2, 3 ПДК). Учитывая, что большая часть территории Удмуртии находится в пределах южно-таежной подзоны таежно-лесной зоны, эксперимент проводился на преобладающей на полигоне хвойной породе *сосна обыкновенная* (*Pinus silvestris* L.), так как из-за отсутствия ежегодного листопада и благодаря достаточно жестким требованиям к химизму почвы данный вид является одним из лучших тест-объектов химического загрязнения для Удмуртской Республики. Оценивался прирост модельных деревьев (МД) трех возрастов (до 10, 10–15, 15–20 лет) на трех физиологических уровнях по каждому модельному дереву (50, 100 и 150 см от уровня почвы). Возраст определялся по модельным деревьям при помощи лесопатологического бура.

Для закладки полевого эксперимента был выбран относительно однородный по рельефу, составу растительности, плотности, фитосанитарному состоянию древостоя и прочим экологическим факторам участок. Контрольная площадка подбиралась с наиболее типичными по видовому составу растительными сообществами. Перед закладкой эксперимента были проведены детальное и рекогносцировочные обследования с использованием основных методик ведения лесопатологического обследования.

В ходе эксперимента проводилось разлитие мышьяксодержащего раствора различной концентрации на пробных площадках по периметру крон. Разлитие проводилось вручную, по возможности равномерно в пределах пробных площадок.

Итоги замеров и построенные по данным замеров динамики прироста сосны в зависимости от количества внесенного загрязнителя и возраста модельных деревьев показали некоторую количественную трансформацию графика прироста текущего года модельных деревьев первого возраста (рис. 1) – слабое затормаживание пропорционально дозе загрязнителя по сравнению с контролем.

По сравнению с контрольными данными прирост текущего года нижних ветвей модельных деревьев второго возраста (рис. 2) заторможен, результаты промеров длины средних и верхних ветвей показали значительный прирост, что может свидетельствовать о явлениях «стимуляции» в результате воздействия определенных доз загрязнителя. Прирост текущего года на модельных деревьях третьего возраста (рис. 3) заторможен по сравнению с контролем на всех уровнях. Следует отметить, что для всех возрастов модельных деревьев характерно сохранение естественных тенденций прироста.

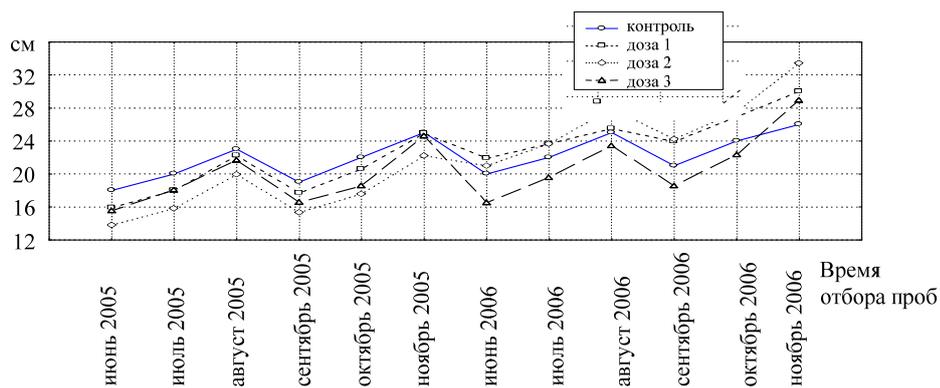


Рис. 1. Динамика прироста сосны в зависимости от количества внесенного загрязнителя (возраст до 10 лет)

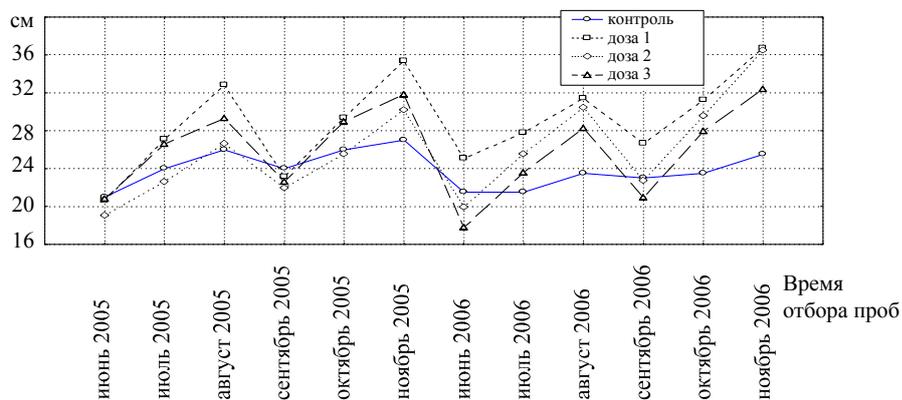


Рис. 2. Динамика прироста сосны в зависимости от количества внесенного загрязнителя (возраст 10–15 лет)

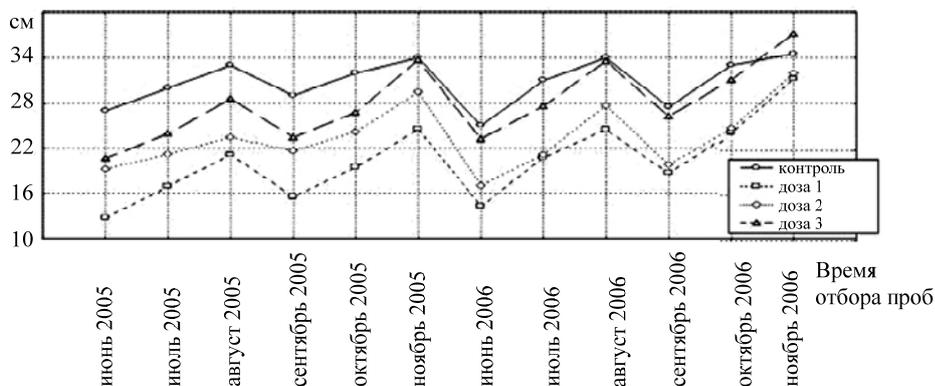


Рис. 3. Динамика прироста сосны в зависимости от количества внесенного загрязнителя (возраст 15–20 лет)

Настоящее исследование, безусловно, нуждается в продолжении и детализации, но по итогам двух лет экспериментальной полевой и лабораторной работы можно сделать вывод, что мышьяксодержащие соединения не являются абсолютно неподвижными и даже их незначительная способность к миграции оказывает влияние на общее состояние и динамику ростовых процессов древесных растений.

Кроме того полученные данные подтверждают вывод о необходимости включения в систему комплексного мониторинга первичного мониторинга метаболитов (веществ, образовавшихся в организме в результате обмена веществ) отравляющих веществ и продуктов их деструкции (разрушения) в природных системах различного типа. Это позволит дать объективную оценку экологической ситуации в районах хранения и уничтожения химического оружия с целью разработки мероприятий по защите населения и территорий, потенциально опасных в плане возможного возникновения техногенного загрязнения территории, что становится особенно актуальным в период эксплуатации объектов уничтожения химического оружия и конверсии.

УДК 658.512.2/4

*А. И. Коршунов*, кандидат технических наук, доцент;

*С. Н. Пасынков*, аспирант

Ижевский государственный технический университет (Воткинский филиал)

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ  
СЛОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕДЕЛА  
«СЛЕСАРНО-СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ»

*В статье описывается общая модель оценки конструктивно-технологической сложности машиностроительного изделия, определенная для технологического передела «слесарно-сборочные работы». Даны основные определения и необходимые расчетные формулы.*

Для решения некоторых производственно-экономических задач, возникающих на различных этапах и стадиях жизненного цикла машиностроительного изделия, возникает необходимость в определении комплексного показателя, базирующегося на его конструкторско-технологических признаках, и агрегирующего их в единую величину, характеризующую сложность изготовления этого изделия в современных условиях. Такой показатель получил название конструктивно-технологической сложности [1] машиностроительного изделия.

Конструктивно-технологическая сложность (КТС) машиностроительного изделия представляет собой неотъемлемое его свойство, учитывающее геометрические, структурные и субстантные свойства изделия и его структурных составляющих, а также предъявляемые к ним конструкторские и технологические требования в соответствии с существующим уровнем развития производительных сил. Конструктивно-технологическая сложность может рассматриваться как мера затрат ресурсов на реализацию различных этапов жизненного цикла машиностроительного изделия.

Конструктивно-технологическая сложность машиностроительного изделия представляет собой комплексный показатель, обобщающий ряд показателей слож-