

ОЦЕНКА ОПТИМАЛЬНЫХ ЗАПАСОВ СРЕДСТВ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Шишов Владимир Фёдорович

кандидат экономических наук, доцент,

E-mail: vfshishov@mail.ru

Пензенский артиллерийский инженерный институт

г. Пенза

В статье рассматривается методика применения стохастической модели управления запасами для определения оптимального количества жилья для лиц, пострадавших от пожаров. В качестве исходных данных использована информация о количестве уничтоженного жилья в районах города Пензы и муниципальных образованиях Пензенской области. После анализа этих данных с помощью стохастической модели управления запасами было определено оптимальное количество жилья, которое должно находиться в резерве у муниципалитета, для предоставления лицам, пострадавшим от пожаров. Также были определены предельные размеры штрафа (потерь) в случае отсутствия жилищного резерва.

Ключевые слова: прогнозирование, чрезвычайные ситуации, пожар, стохастическая модель управления, запасы.

Современный этап развития нашего общества характеризуется постоянным ростом различного вида угроз, основными из которых для крупных городов, населенных пунктов и предприятий и поныне являются пожары [2]. Рост этажности зданий и сооружений, создание супермаркетов и крупных торговых центров с массовым пребыванием людей, качественное и количественное развитие транспорта, рост энергонасыщенности объектов с одной стороны ведут к улучшению качества жизни, а с другой – увеличивается число пожаров и ЧС, и как следствие – рост числа жертв, пострадавших и увеличение материального ущерба.

Особенно актуальной является проблема предоставления жилья лицам, потерявшим его в результате пожаров. Необходимо сформировать резерв жилья муниципалитета из-за большого количества нуждающихся. В статье определяется оптимальная величина этого резерва и предельные размеры штрафа (потерь) в случае отсутствия жилищного резерва [6].

Этот вопрос является важным для всех регионов России, но мы рассматриваем в качестве примера Пензенскую область.

Ежегодно в районах Пензы и Пензенской области происходят пожары, одним из последствий которых является полное уничтожение жилых зданий [5].

По официальным данным, за период с 1998 г. по 2013 г. на территории Пензенской области произошло 33237 пожара. За этот период количество уничтоженного жилья равняется 12288. Рассмотрим динамику количества пожаров и количества уничтоженного жилья на территории Пензенской области за указанный период (рисунок 1).

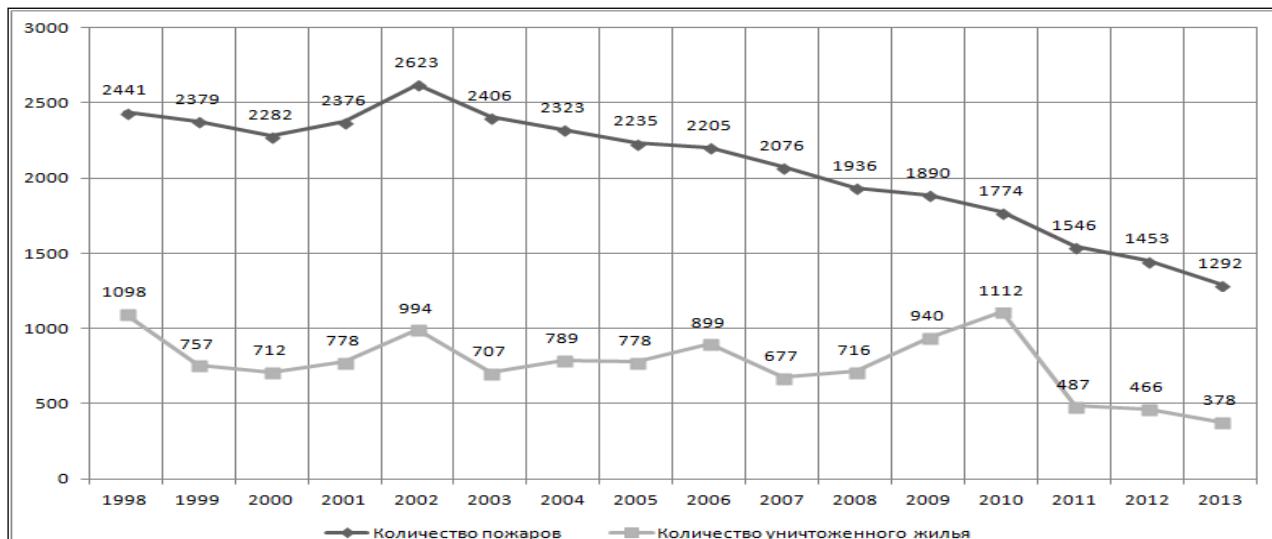


Рисунок 1 – Количество пожаров и уничтоженного жилья на территории Пензенской области за 1998 – 2013 гг.

Как видно на рисунке 1, с 2002 г. (2623 пожара) количество пожаров в Пензенской области постепенно уменьшается. В 2013 году этот показатель составил 1292. Сокращение произошло на 51 % (в 2 раза) по сравнению с 2002 г. Количество уничтоженного жилья существенно сократилось в последние три года. В 1998 году было уничтожено 1098 здания, в то время как в 2013 году уровень разрушений снизился на 65% и составил 378 зданий [5].

Наибольшее количество пожаров случилось в Октябрьском районе города, на его долю приходится 9 % от всех пожаров по Пензенской области (2984 пожара за указанный период). Динамика количества пожаров в Октябрьском районе г. Пензы представлена на рисунке 2.

С 1998 г. по 2003 г. наблюдалось увеличение количества пожаров, но с 2003 года величина данного показателя пошла на спад. В итоге количество пожаров в 2013 г. составило 51 % от уровня 2003 г., в котором случилось 236 пожаров. Динамика количества уничтоженного жилья существенно не менялась на протяжении рассматриваемого периода. Выделяется лишь 1999 год, когда было уничтожено всего 4 здания. Несколько раз количество уничтоженного жилья превышало цифру 40. Это наблюдалось в 2001, 2004, 2006, 2009 и 2010 годах.

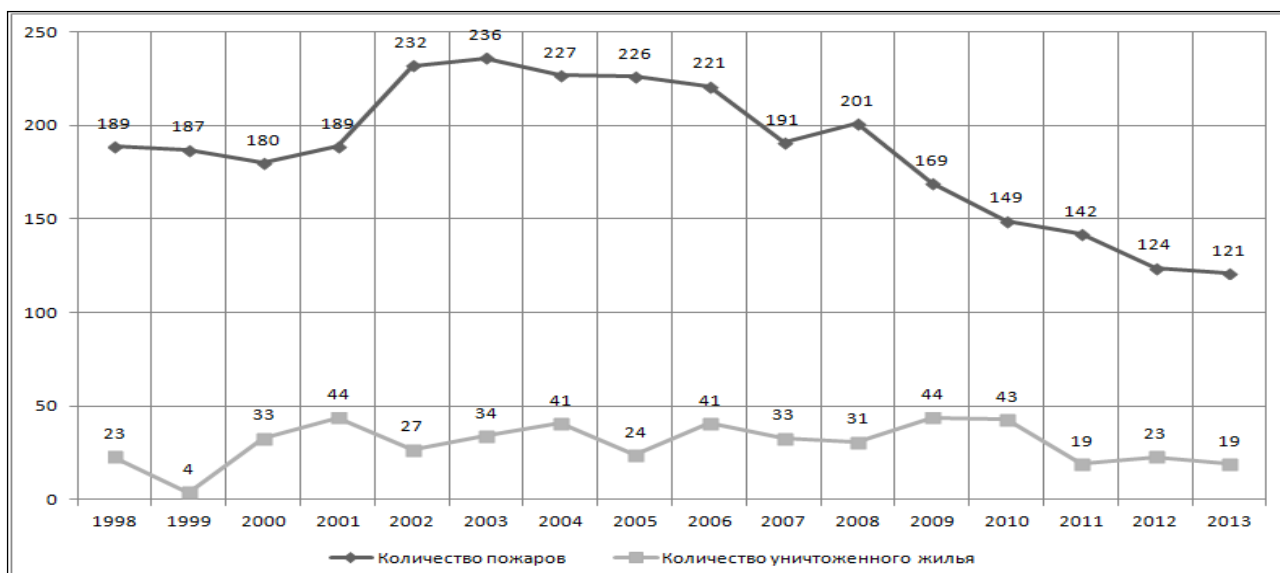


Рисунок 2 – Количество пожаров и уничтоженного жилья на территории Октябрьского района г. Пензы за 1998 – 2013 гг.

Рассмотрим динамику количества пожаров в районах Пензенской области на примере Спасского района. В период с 1998 г. по 2013 гг. в этом районе произошло 811 пожаров, что составило 2,5 % от всего количества пожаров по Пензенской области. На рисунке 3 можно увидеть динамику количества пожаров и количества уничтоженного жилья за указанный период.

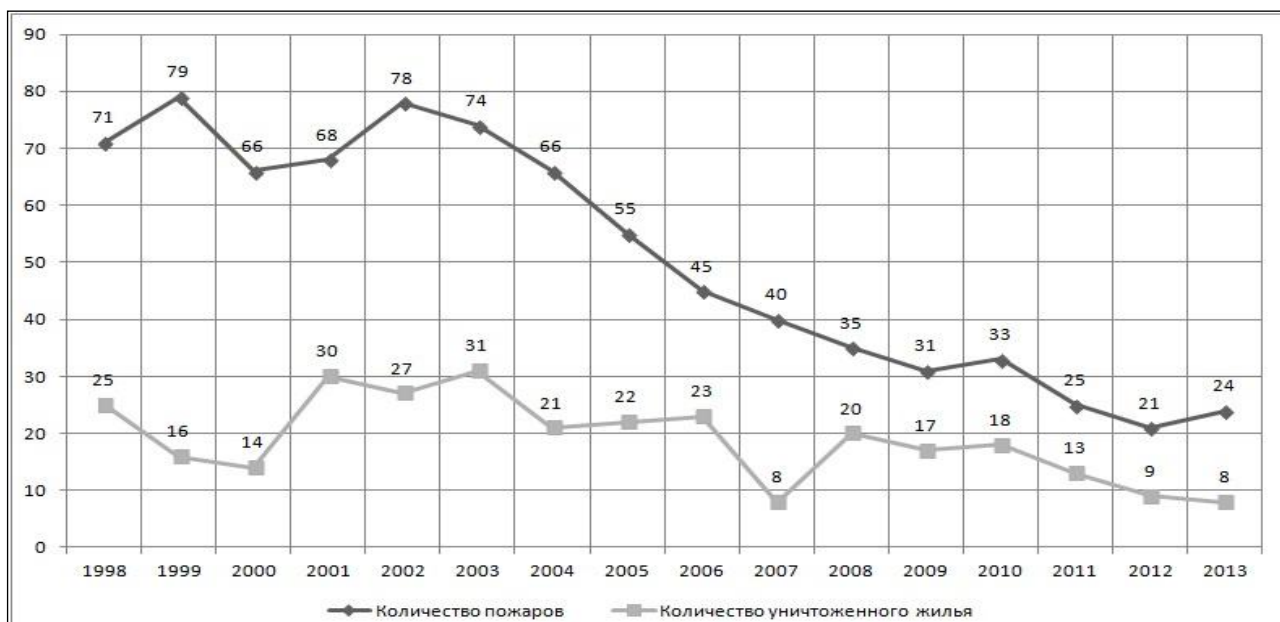


Рисунок 3 – Количество пожаров и уничтоженного жилья на территории Спасского района за 1998 – 2013 гг.

Как видно из рисунка 3, существенный спад количества пожаров начался с 2002 г., в котором величина данного показателя составила 78 пожаров. В 2013 г. произошло 24 пожара, что составило 31 % от уровня 2002 г.

Проанализируем динамику количества уничтоженного жилья. С 2008 года началось снижение и в 2013 году был достигнут самый низкий уровень уничтожений, равный 8 зданиям. Такой же уровень был зафиксирован в 2007 году. Аналогичная картина наблюдается и в других городских и сельских районах области.

В современных условиях пожары остаются весьма серьезной угрозой для экономики, являясь причиной колоссальных убытков. Ежегодно большое количество людей в Пензе, в районах области страдают от пожаров, теряя жилье.

Муниципалитеты обязаны предусмотреть такие ситуации и сформировать жилищный резерв для предоставления жилья лицам, потерявшим его в результате пожаров. Считая, что муниципалитету надо предоставить в таких случаях однокомнатные квартиры площадью 30 кв. м. Были проанализированы данные о количестве сгоревшего жилья в районах Пензы и Пензенской области в период с 1998 года по 2013 год для того, чтобы спрогнозировать оптимальное количество квартир, которое должно находиться в резерве муниципалитета.

Покажем методику определения оптимального количества жилья (однокомнатная квартира площадью 30 кв. м.), которое должно находиться в жилищном фонде муниципалитета, на примере Октябрьского района города Пензы и Спасского района Пензенской области.

Для этого воспользуемся стохастической моделью управления запасами, у которой спрос является случайным [11].

Спрос r (количество квартир в резерве) за интервал времени T (1998-2013 гг.) является случайным, задан его ряд распределения $p(r)$ (статистические данные о количестве сгоревшего жилья).

По результатам проведённого исследования выявлено, что стоимость коммунальных услуг (в расчёте на однокомнатную квартиру в Октябрьском районе г. Пензы) составляет 2500 рублей, в то время как её аренда составляет 10000 рублей. Если спрос r ниже уровня запаса s , то хранение излишка квартир требует затрат c_1 (2500 руб.), если спрос r выше уровня запаса s , то это приводит к штрафу за дефицит c_2 (10000) за аренду каждой квартиры. В качестве функции суммарных затрат, являющейся в стохастических моделях случайной величиной, рассматривают ее среднее значение или математическое ожидание:

$$C(s) = c_1 \sum_{r=0}^s (s-r)p(r) + c_2 \sum_{r=s+1}^{\infty} (r-s)p(r) \quad (1)$$

Задача управления запасами состоит в отыскании такого запаса s , при котором математическое ожидание суммарных затрат принимает минимальное значение [5]. При дискретном случайном спросе r математическое ожидание суммарных затрат минимально при запасе s_0 , удовлетворяющем неравенствам:

$$F(s_0) < \rho < F(s_0 + 1), \quad (2)$$

где: $F(s) = p(r < s)$ есть функция распределения спроса r ;

$F(s_0)$ и $F(s_0+1)$ – ее значения;

$\rho = \frac{c_2}{c_1+c_2}$ - плотность убытков из-за неудовлетворенного спроса.

Имеются данные о частоте уничтожения жилья во время пожара в Октябрьском районе г. Пензы в период с 1998 по 2013 годы (таблица 1).

Таблица 1

Данные о частоте уничтожения жилья во время пожара

Количество уничтоженого жилья (r)	4	9	3	4	7	1	3	4	1	2	3	4
Статистическая вероятность потребности жилья p(r)	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,133	,067	,133	,067	,067	,133
F(s)	,067	,134	,201	,268	,335	,402	,535	,602	,735	,802	,869	,000

Определим оптимальное число квартир в жилищном резерве муниципалитета. По условиям $c_1 = 2500$ рублей, а $c_2 = 10000$ рублей. Вычислим плотность убытков из-за нехватки квартир в жилищном резерве по формуле:

$$\rho = \frac{c_2}{c_1+c_2} = \frac{10000}{2500+10000} = 0,8$$

Учитывая найденные значения функции распределения $F(s)$ определим оптимальный запас.

Очевидно (таблица 1), что оптимальный запас составит $s_0 = 41$, ибо он удовлетворяет неравенству $F(41) < \rho < F(42)$.

Таким образом муниципалитету Октябрьского района города Пензы нужно иметь в резерве 41 однокомнатную квартиру площадью 30 квадратных метров для предоставления лицам, потерявшим жильё в результате пожаров.

Аналитическим решением можно воспользоваться для оценки тех убытков, на которые муниципалитет фактически рассчитывает, допуская отсутствие квартир в резерве [9]. Методика определения штрафа для этого уровня запасов следующая:

$$P(r \leq s_0 - 1) < \frac{c_2}{c_1 + c_2} < P(r \leq s_0).$$

Подставляя $s_0 = 41$, получим

$$P(r \leq 40) < \frac{c_2}{c_1 + c_2} < P(r \leq 41), \quad 0,602 < \frac{c_2}{2500 + c_2} < 0,735.$$

Определим минимальное значение c_2 :

$$\frac{c_2}{2500 + c_2} = 0,602 \text{ то есть } c_2 = \frac{0,602 \cdot 2500}{1 - 0,602} = 3781,41 \text{ рублей.}$$

Определим максимальное значение c_2 :

$$\frac{c_2}{2500 + c_2} = 0,735 \text{ то есть } c_2 = \frac{0,735 \cdot 2500}{1 - 0,735} = 6933,96 \text{ рублей.}$$

Следовательно, размер штрафа заключен в пределах от 3781,41 рублей до 6933,96 рублей.

Аналогично определим потребность в жилье и предельные размеры штрафа для Спасского района. Но аренда однокомнатной квартиры площадью 30 кв. м. в Спасском районе составит, в среднем, 5500 рублей. Цена за коммунальные услуги - 2500 рублей.

Имеются данные о частоте уничтожения жилья во время пожаров в Спасском районе (таблица 2).

Таблица 2
Данные о частоте уничтожения жилья в Спасском районе

		3	4	6	7	8	0	1	2	3	5	7	0	1
(r)	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,067	,133	,067	,067
(s)	,067	,134	,201	,268	,335	,402	,469	,536	,603	,670	,737	,870	,937	

Плотность убытков из-за нехватки квартир в жилищном резерве составит

$$\rho = \frac{c_2}{c_1 + c_2} = \frac{5500}{2500 + 5500} = 0,688$$

Оптимальный запас (таблица 2) составит $s_0 = 23$, ибо он удовлетворяет неравенству: $F(23) < \rho < F(25)$.

Таким образом муниципалитету Спасского района нужно иметь в резерве 23 однокомнатных квартир для предоставления лицам, потерявшим жильё в результате пожаров.

Оценим величину убытков, на которые муниципалитет фактически рассчитывает, допуская отсутствие квартир в резерве

$$P(r \leq 22) < \frac{c_2}{c_1 + c_2} < P(r \leq 23).$$

Подставляя $s_0 = 23$, получим

$$0,603 < \frac{c_2}{2500 + c_2} < 0,670.$$

Определим минимальное значение c_2 :

$$\frac{c_2}{2500 + c_2} = 0,603 \text{ то есть } c_2 = \frac{0,603 \cdot 2500}{1 - 0,603} = 3797,23 \text{ рублей.}$$

Определим максимальное значение c_2 :

$$\frac{c_2}{2500 + c_2} = 0,670 \text{ то есть } c_2 = \frac{0,670 \cdot 2500}{1 - 0,670} = 5075,76 \text{ рублей.}$$

Следовательно, размер штрафа (убытков) заключен в пределах от 3797,23 рублей до 5075,76 рублей.

Предложенная методика позволяет оценить оптимальное количество жилья для населения каждого муниципального образования, потерявшего жилье в результате пожара или других стихийных бедствий, а также определить предельные размеры штрафа (убытков) для муниципалитета в случае его отсутствия [12].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. КОЗЛОВ А. Ю. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В MS EXCEL: УЧЕБ. ПОСОБИЕ / А. Ю. КОЗЛОВ, В. С. МХИТАРЯН, В. Ф. ШИШОВ. – М., ИНФРА-М, 2014. 256 С.
2. ШИШОВ В.Ф., ШИШОВА И.А. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УЩЕРБА ОТ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ В РЕГИОНЕ. МОНОГРАФИЯ. ПЕНЗА: ПГТА, 2013. 147 С.
3. ЧЕРНЯЕВА Н.А., ШИШОВ В.Ф. ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УЩЕРБА ОТ АВАРИЙ В ТЕХНОСФЕРЕ. // МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ В МЕДИЦИНЕ, БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ: МОНОГРАФИЯ / ПОД НАУЧ. РЕД. В.И. ЛЕВИНА. - ВЫП. 3. – ПЕНЗА; МОСКВА: ПДЗ, МИЭМП, 2014. С.40-50.
4. ШИШОВ В.Ф. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТЕРЬ ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РЕГИОНЕ. МОНОГРАФИЯ. ПЕНЗА: ПГТА, 2015. 170 С.
5. ШИШОВ В.Ф. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТЕРЬ ОТ ГОРОДСКИХ ПОЖАРОВ В РЕГИОНЕ. МОНОГРАФИЯ: ОБРАЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ. – Т.4. ПОД НАУЧНОЙ РЕДАКЦИЕЙ В.И. ЛЕВИНА. ПЕНЗА, МОСКВА: ПДЗ; МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. С.Ю. ВИТТЕ, 2014. 100 С.
6. МХИТАРЯН В.С. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАПАСА СРЕДСТВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ. / МХИТАРЯН В.С., ШИШОВ В.Ф., А.Ю. КОЗЛОВ А.Ю. // ПРИКЛАДНАЯ ЭКОНОМЕТРИКА. 2010. №3(19). С.91-100.
7. ЧЕРНЯЕВА Н.А. ИССЛЕДОВАНИЕ УЧЕТА ВРЕМЕННОЙ СТОИМОСТИ ДЕНЕГ В КЛАССИЧЕСКИХ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫХ МОДЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ. / ЧЕРНЯЕВА Н.А., ШИШОВ В.Ф. // ЭКОНОМИКА, СТАТИСТИКА И ИНФОРМАТИКА. ВЕСТНИК УМО. 2013. №1. С.170-173.

8. КОЗЛОВ А.Ю. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ. / ШИШОВ В.Ф., КОЗЛОВ А.Ю., ЧЕРНЯЕВА Н.А. // ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ. 2013. №3. С.33-37.

9. ЧЕРНЯЕВА Н.А. ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УЩЕРБА ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РЕГИОНЕ. / ШИШОВ В.Ф., ЧЕРНЯЕВА Н.А. // XXI ВЕК: ИТОГИ ПРОШЛОГО И ПРОБЛЕМЫ НАСТОЯЩЕГО ПЛЮС. – ПЕНЗА: ИЗД-ВО ПЕНЗ. ГОС. ТЕХНОЛ. УН-ТА, 2013. №09(13). Т.1. С.127-134.

10. ЧЕРНЯЕВА Н.А. ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОЦЕНКЕ УЩЕРБА ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ. / ЧЕРНЯЕВА Н.А., ШИШОВ В.Ф.// НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ.2013. №11. С. 133-141.

11. ШИШОВ В.Ф. ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ УЩЕРБА ОТ АВАРИЙ, ПЕРЕДАВАЕМОГО НА ПЕРЕСТРАХОВАНИЕ. // XXI ВЕК: ИТОГИ ПРОШЛОГО И ПРОБЛЕМЫ НАСТОЯЩЕГО. 2013. Т.2. №9. С.138-145.

12. АСАНИНА Д.А., ШИШОВ В.Ф. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГОРОДСКИХ ПОЖАРОВ В РЕГИОНЕ. // XXI ВЕК: ИТОГИ ПРОШЛОГО И ПРОБЛЕМЫ НАСТОЯЩЕГО ПЛЮС. Т. 1. № 01 (23) 2015. С. 264-267.

VALUATION OF OPTIMAL SUPPLY IN EXTREME SITUATIONS

Shishov V.F.

Candidate of Economic Sciences, Docent,

E-mail: vfshishov@mail.ru

Penza Artillery Engineering Schol,

Penza

This article discusses the technique of application of stochastic models of inventory control to determine the optimal amount of housing for those affected by the fires . The initial data was derived information on the amount of property destroyed in the town of Penza and the Penza region in the area . After analysis of these data using a stochastic model of inventory control was determined the optimal amount of housing that should be in reserve in the municipality, to provide those affected by the fires. Were also identified limiting the fines in case of absence of the housing allowance.

Keywords: forecasting , emergency, fire, stochastic inventory model.