



Московский государственный
университет дизайна и технологии

Оценка и моделирование загрязнения воздушной среды в производственных помещениях обувных предприятий

IV Международная конференция

«Облачные вычисления. Образование. Исследования. Разработка» (5-6 декабря 2013 года)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В ЦЕХЕ СБОРКИ ОБУВИ

О.И. Седляров, Г.А. Свищев, Н.С. Тихонова, А.В. Пикалёв

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ОБУВНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

О.И. Седляров, О.И. Богданов, В.В. Куранов, С.П. Подгорная

Основные предпосылки (1):

Условия труда на обувном предприятии

ГОСТ 12.0.003-74

Группы опасных и вредных производственных факторов

биологические

психофизиологические

физические

химические

Классификация физических и химических вредных факторов производственной среды

загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны

повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

шум и вибрации на рабочем месте

повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов

токсичные

канцерогенные

раздражающие

мутагенные

влияющие на репродуктивную функцию

Классификация условий труда по факторам производственной среды

Р 2.2.2006-05

Оптимальные
(1-й класс)

Допустимые
(2-й класс)

Вредные
(3-й класс):
1-й степени (3.1)
2-й степени (3.2)
3-й степени (3.3)
4-й степени (3.4)

Опасные
(экстремальные-
4-й класс)

Основные предпосылки (2):

Нормативные требования к качеству воздуха производственных цехов

Факторы, определяющие необходимый воздухообмен:

1) кратность воздухообмена:

$$L_p = K_p * V_{\text{ПОМ}}$$

2) избытки тепла:

$$L = \frac{Q}{C * \rho(t_s - t_{np})}$$

3) количество находящихся в цехе людей:

$$L = n * L'$$

4) влажность воздуха:

$$L = \frac{G_{\text{в.п.}}}{d_2 - d_1}$$

5) выделение вредных веществ:

$$L = \frac{G}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{пр}}}$$

Основные предпосылки (3):

Нормативные требования к качеству воздуха производственных цехов

Избытки тепла:

Влажность воздуха:

Выделение
вредных веществ:

$$L = \frac{Q}{C * \rho(t_e - t_{np})}$$

$$L = \frac{G_{в.п.}}{d_2 - d_1}$$

$$L = \frac{G}{C_{ПДК} - C_{пр}}$$

где:

Q - суммарные тепловыделения;

G_{в.п.} - суммарные выделения водяного пара;

G - суммарные выделения вредных (загрязняющих) веществ.

Основные предпосылки (4):

Выводы:

Современная система нормирования основана на использовании **ОСРЕДНЕННЫХ** показателей качества воздуха рабочей зоны.

Следовательно,
в производственных помещениях возможно образование зон, в которых **ОСРЕДНЕННЫЕ** показатели могут быть значительно превышены.



FDS-SMV

Fire Dynamics Simulator (FDS)

FDS реализует вычислительную гидродинамическую модель (CFD) тепло-массопереноса, численно решает уравнения Навье-Стокса для низкоскоростных температурно-зависимых потоков.

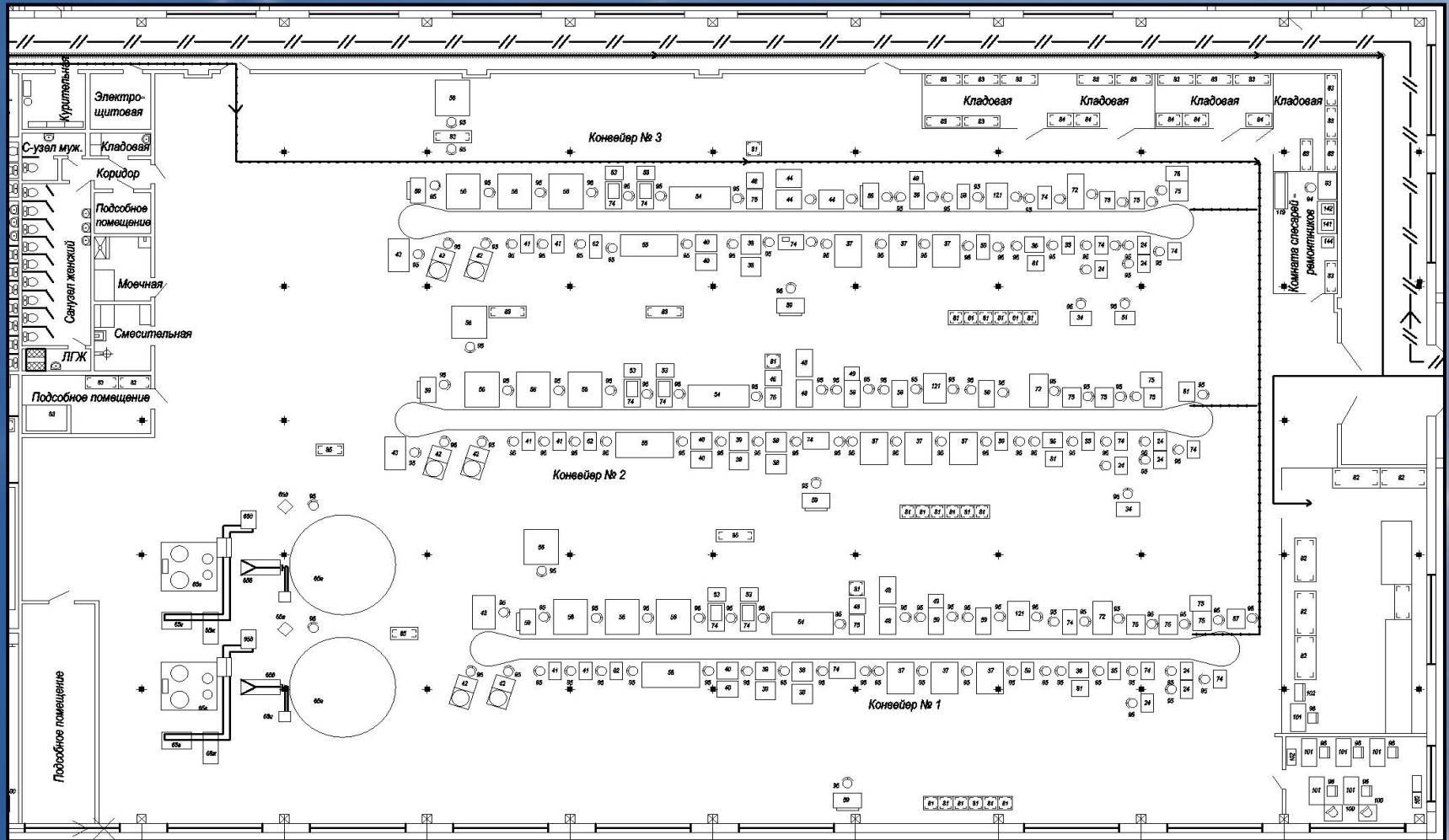
Smokeview (SMV)

Smokeview - эта специальная программа визуализации, которая применяется для отображения результатов моделирования FDS

Программное обеспечение:

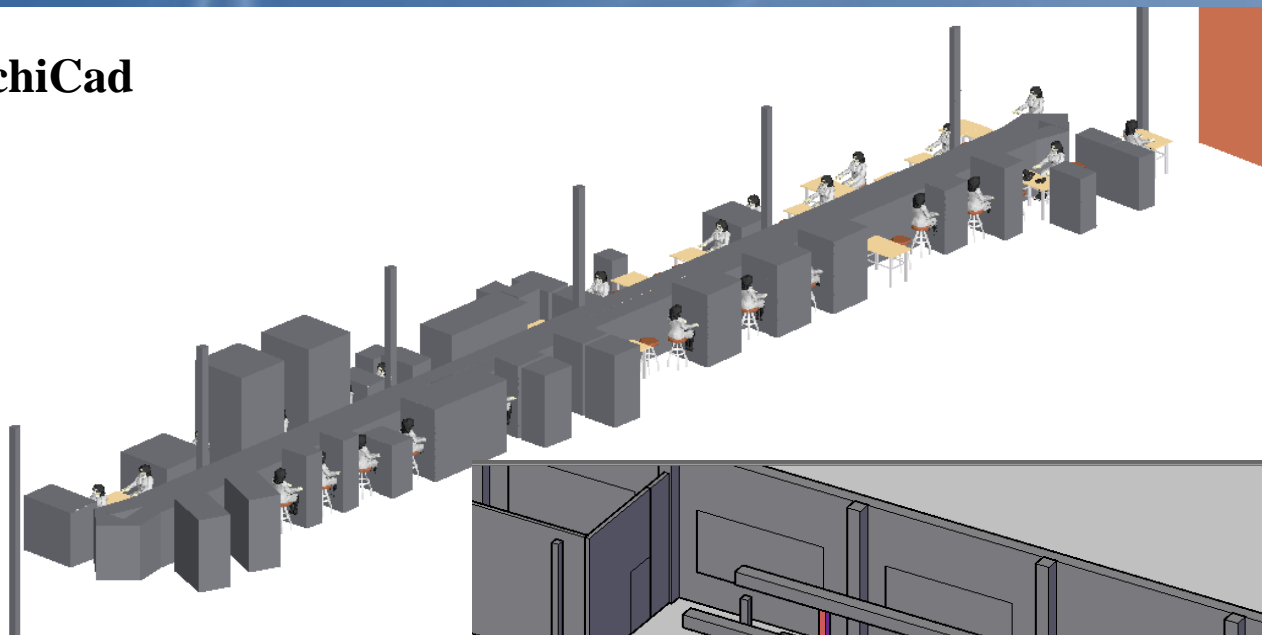


Планировка цеха сборки обуви фабрики ОАО «Егорьевск-обувь»



Трёхмерная геометрическая модель цеха

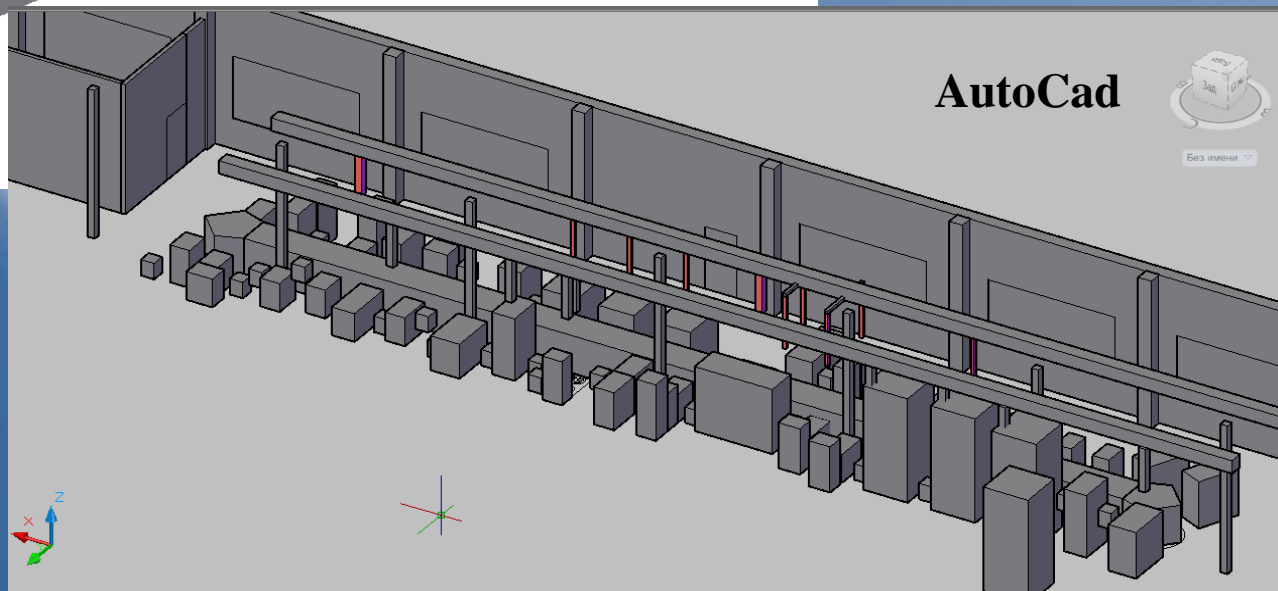
ArchiCad



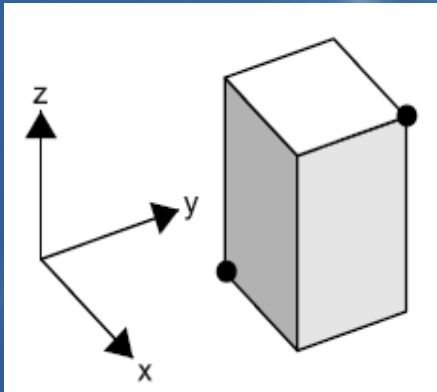
AutoCad



Без имени



Конвертация геометрической модели производственного помещения в координатную модель



- тела задаются координатами (x_1, y_1, z_1) и (x_2, y_2, z_2) .

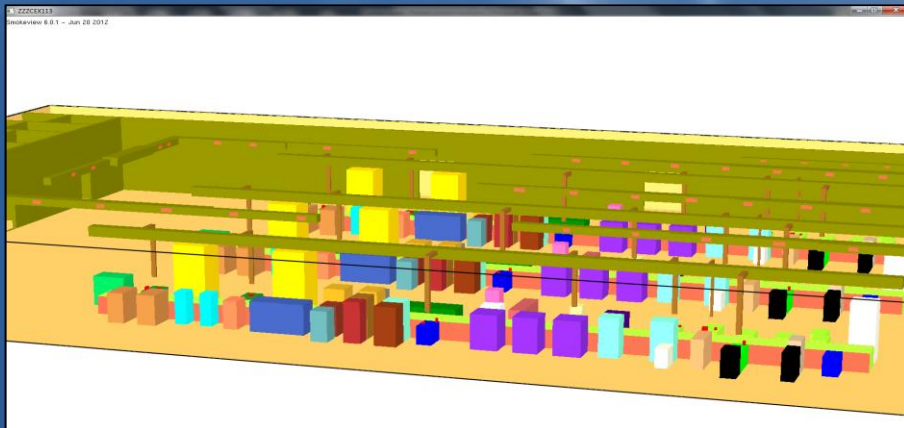
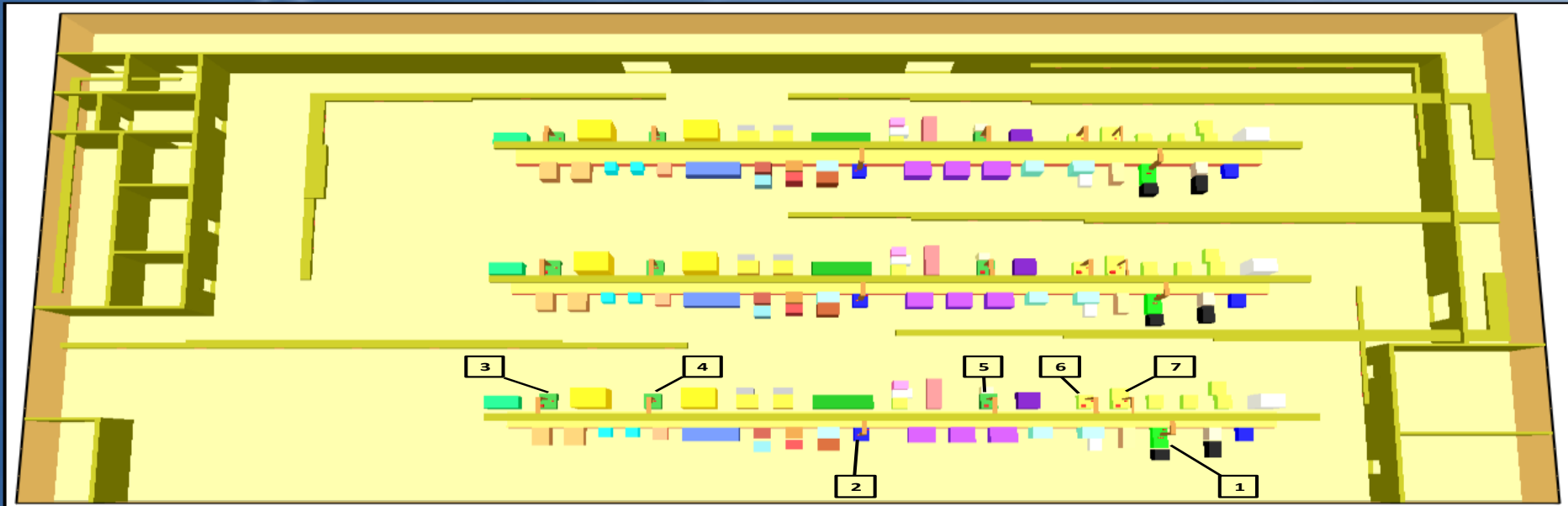
```
AutoCAD - Конверсия
File Edit Format View Help
&OBST XB=26.408,28.708,4.17611,5.17611,0.0,1.45 SURF_ID='55' /
&OBST XB=35.245,35.845,6.33144,7.13144,0.0,0.9 SURF_ID='75' /
&OBST XB=35.245,35.915,7.13144,7.69144,0.0,1.2 SURF_ID='46' /
&OBST XB=35.245,35.845,7.69144,8.29144,0.0,1.8 SURF_ID='81' /
&OBST XB=36.015,37.115,3.72611,5.17611,0.0,1.7 SURF_ID='37' /
&OBST XB=36.515,37.145,6.33144,7.35397,0.0,1.2 SURF_ID='48' /
&OBST XB=36.515,37.145,7.35397,8.37649,0.0,1.2 SURF_ID='48' /
&OBST XB=43.745,44.505,4.57611,5.17611,0.0,1.87 SURF_ID='36' /
&OBST XB=43.905,44.505,3.81638,4.41638,0.0,1.8 SURF_ID='81' /
&OBST XB=45.205,45.785,3.97611,5.17611,0.0,1.77 SURF_ID='35' /
&OBST XB=37.815,38.915,3.72611,5.17611,0.0,1.7 SURF_ID='37' /
&OBST XB=38.445,39.045,7.43144,7.93144,0.0,1.4 SURF_ID='49' /
&OBST XB=39.415,40.715,3.72611,5.17611,0.0,1.7 SURF_ID='37' /
&OBST XB=40.245,40.945,6.33144,7.43144,0.0,2.0 SURF_ID='59' /
&OBST XB=41.415,42.115,4.07611,5.17611,0.0,2.0 SURF_ID='59' /
&OBST XB=41.595,42.495,6.67117,8.102,0.0,1.1 SURF_ID='121' /
&OBST XB=43.795,44.395,6.33144,7.33144,0.0,0.9 SURF_ID='74' /
&OBST XB=45.095,45.795,6.33144,7.83144,0.0,0.9 SURF_ID='72' /
&OBST XB=46.445,47.045,6.33144,7.13144,0.0,0.9 SURF_ID='75' /
&OBST XB=46.585,47.185,4.17611,5.17611,0.0,0.9 SURF_ID='74' /
&OBST XB=46.635,47.185,3.16736,4.11736,0.0,1.75 SURF_ID='24' /
&OBST XB=47.695,48.295,6.66153,7.46153,0.0,0.9 SURF_ID='75' /
&OBST XB=48.485,49.035,4.22611,5.17611,0.0,1.75 SURF_ID='24' /
&OBST XB=48.485,49.035,3.16736,4.11736,0.0,1.75 SURF_ID='24' /
&OBST XB=49.595,50.195,6.79304,7.59304,0.0,0.9 SURF_ID='75' /
&OBST XB=49.965,50.565,3.73098,4.73098,0.0,0.9 SURF_ID='74' /
&OBST XB=50.48,51.08,6.79304,7.59304,0.0,1.2 SURF_ID='51' /
&OBST XB=31.5986,31.9986,6.6286,7.0286,0.5,1.0 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=34.6514,35.0514,6.6286,7.0286,0.5,1.0 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=21.61,49.55,5.22876,6.25398,0.0,1.2 SURF_ID='KONVEER' /
&OBST XB=33.055,33.455,4.57197,4.97197,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=31.6078,32.0078,4.67611,5.07611,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=30.3634,30.7634,4.67611,5.07611,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=28.8611,29.2611,4.67611,5.07611,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=29.0736,29.4736,6.94876,7.34876,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=30.4563,30.8563,6.74876,7.14876,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=30.1,30.3,3.6,38876,6.58876,0.0,4.8 SURF_ID='METKOL' /
&OBST XB=23.9255,26.3255,4.67611,5.07611,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=24.3625,23.7625,4.67715,5.07371,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=23.3525,23.7525,4.67715,5.07371,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=22.6241,23.0241,6.96222,7.36222,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=24.87,25.27,6.96222,7.36222,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=27.0157,27.4157,6.96222,7.36222,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=24.1,24.3,3.6,38876,6.58876,0.0,4.8 SURF_ID='METKOL' /
&OBST XB=22.2447,22.6447,3.618,4.0128,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=21.2128,21.6128,7.6,22.7,56222,0.0,0.5 SURF_ID='STYL' /
&OBST XB=20.08,21.61,4.95554,5.53884,0.0,1.2 SURF_ID='KONVEER' /
&OBST XB=18.1,18.3,3.6,38876,6.58876,0.0,4.8 SURF_ID='METKOL' /
&OBST XB=18.0,18.4,0.38876,0.38876,0.0,4.8 SURF_ID='GBKOLON' /
&OBST XB=24.0,24.4,0.38876,0.38876,0.0,4.8 SURF_ID='GBKOLON' /
&OBST XB=30.0,30.4,0.38876,0.38876,0.0,4.8 SURF_ID='GBKOLON' /
&OBST XB=37.4,38.4,0.00643991,0.38876,0.0,2.0 SURF_ID='DOOR', PERMIT_HOLE=, FALSE, .
```

фрагмент



```
&OBST XB=35.245,35.915,7.13144,7.69144,0.0,1.2 SURF_ID='46' /
&OBST XB=35.245,35.845,7.69144,8.29144,0.0,1.8 SURF_ID='81' /
&OBST XB=36.015,37.115,3.72611,5.17611,0.0,1.7 SURF_ID='37' /
&OBST XB=36.515,37.145,6.33144,7.35397,0.0,1.2 SURF_ID='48' /
```

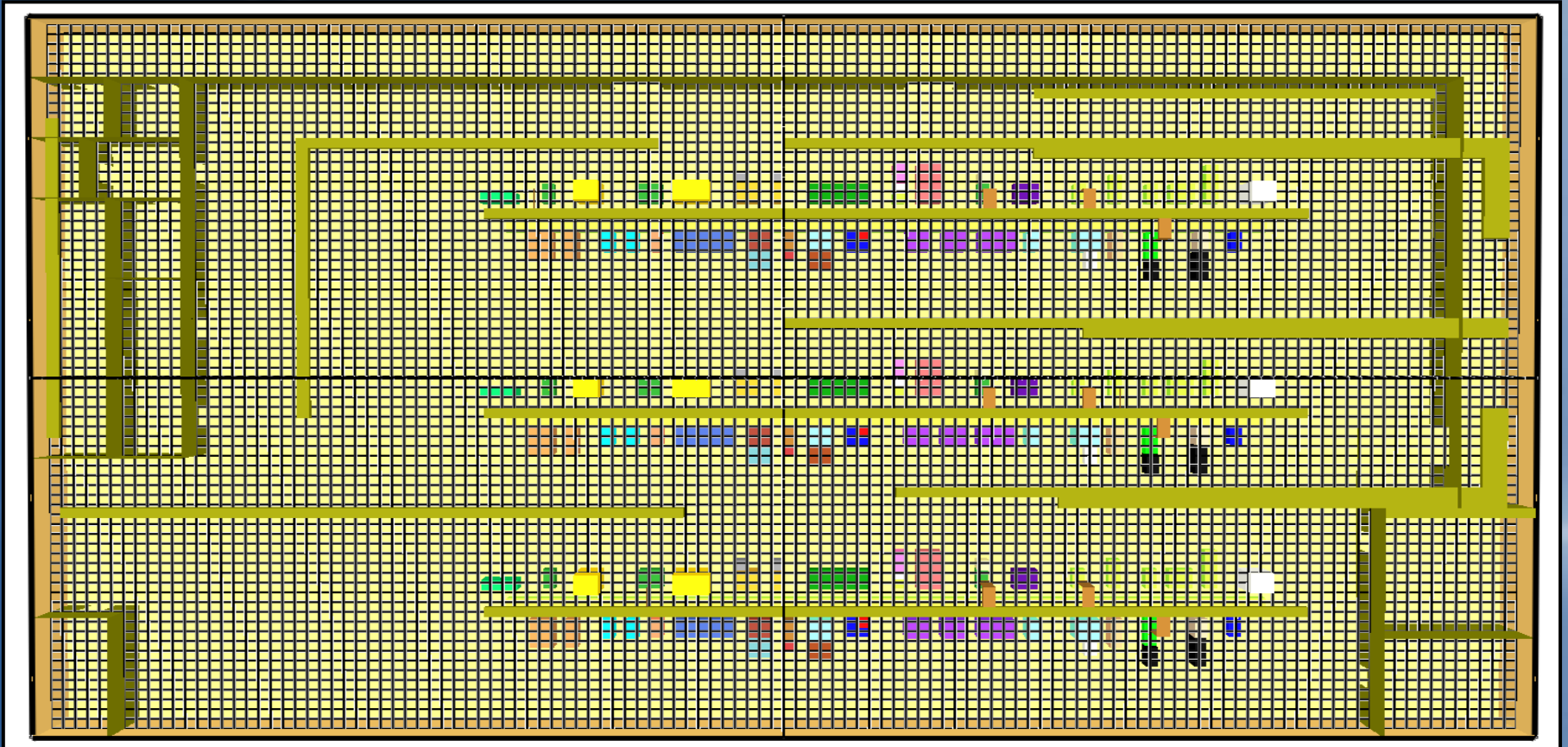
Модель цеха сборки обуви фабрики ОАО «Егорьевск-обувь»



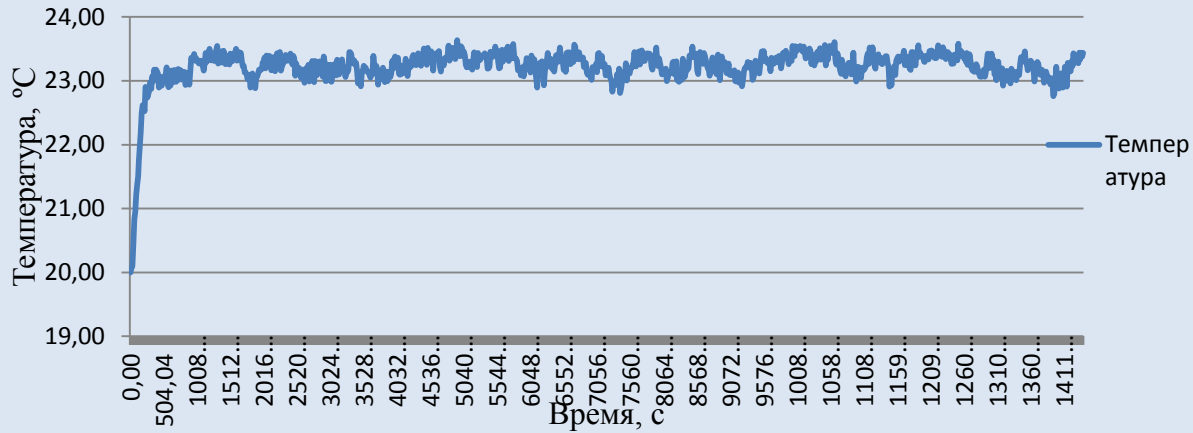
Перечень клеевых операций технологического процесса сборки обуви:

- 1 – вклеивание задников;
- 2 – намазка затяжной кромки заготовки верха обуви и основной стельки клеем;
- 3 – 1-ая намазка подошвы;
- 4 – 2-ая намазка подошвы;
- 5 – ручная отделка обуви;
- 6 – дублирование стельки;
- 7 – ретуширование обуви.

Расчетная сетка

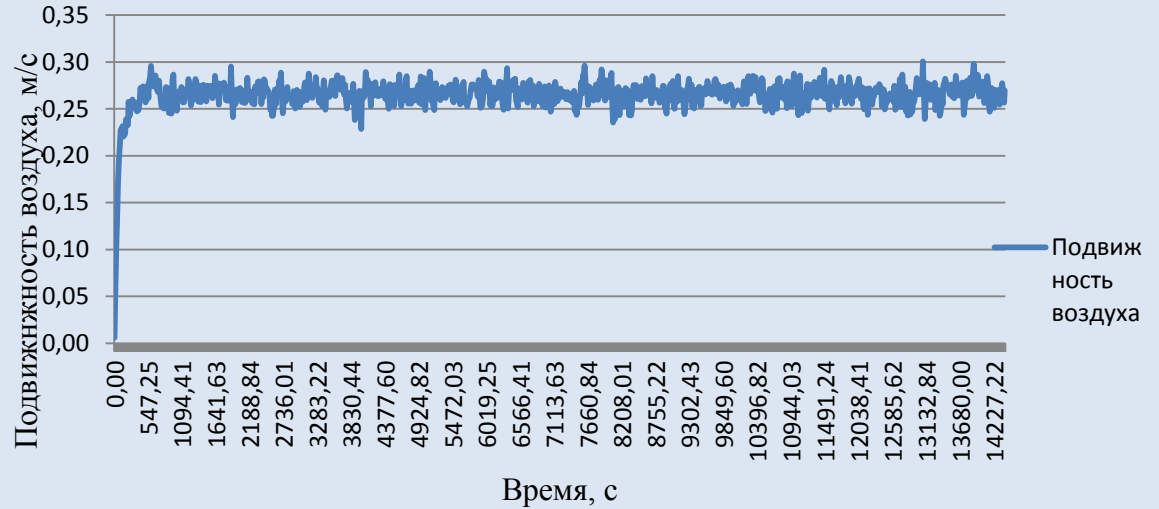


&MESH IJK=300,180,24, XB= 0., 60., 0., 36., 0.0, 4.8/

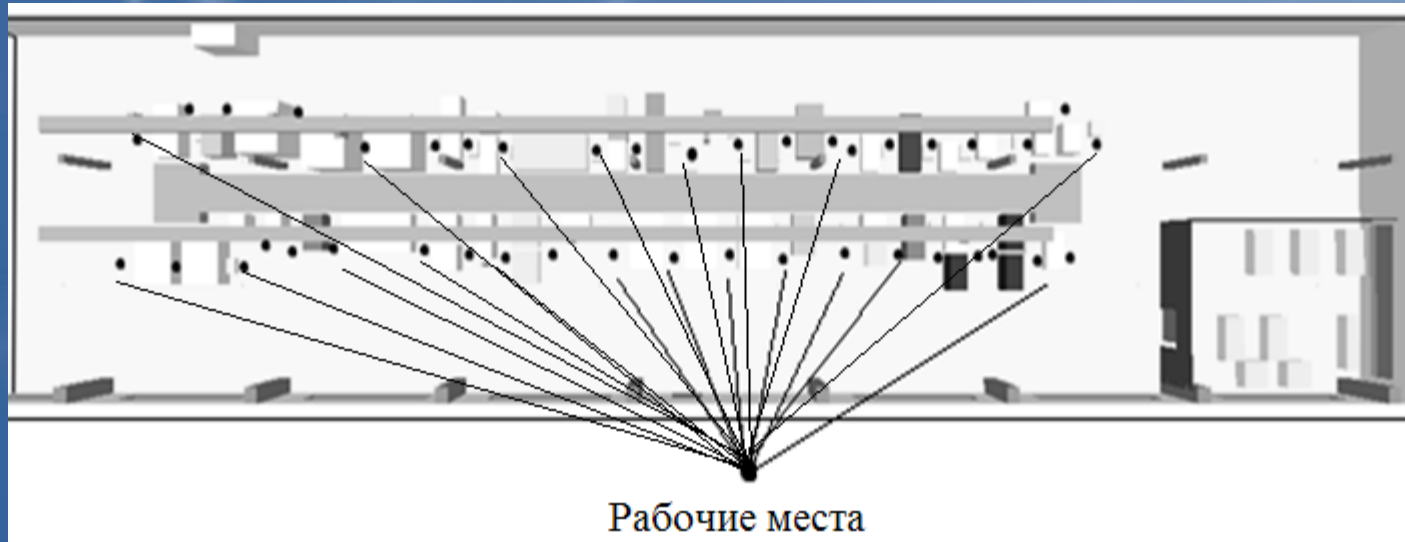


**Динамика изменения
средней температуры
воздуха в цехе**

**Динамика изменения
средней скорости
движения воздуха в
цехе**



Численные расчеты



Температура на рабочих местах:

Средняя.....23,2 °C

Максимальная.....29,1 °C

Минимальная.....19,6 °C

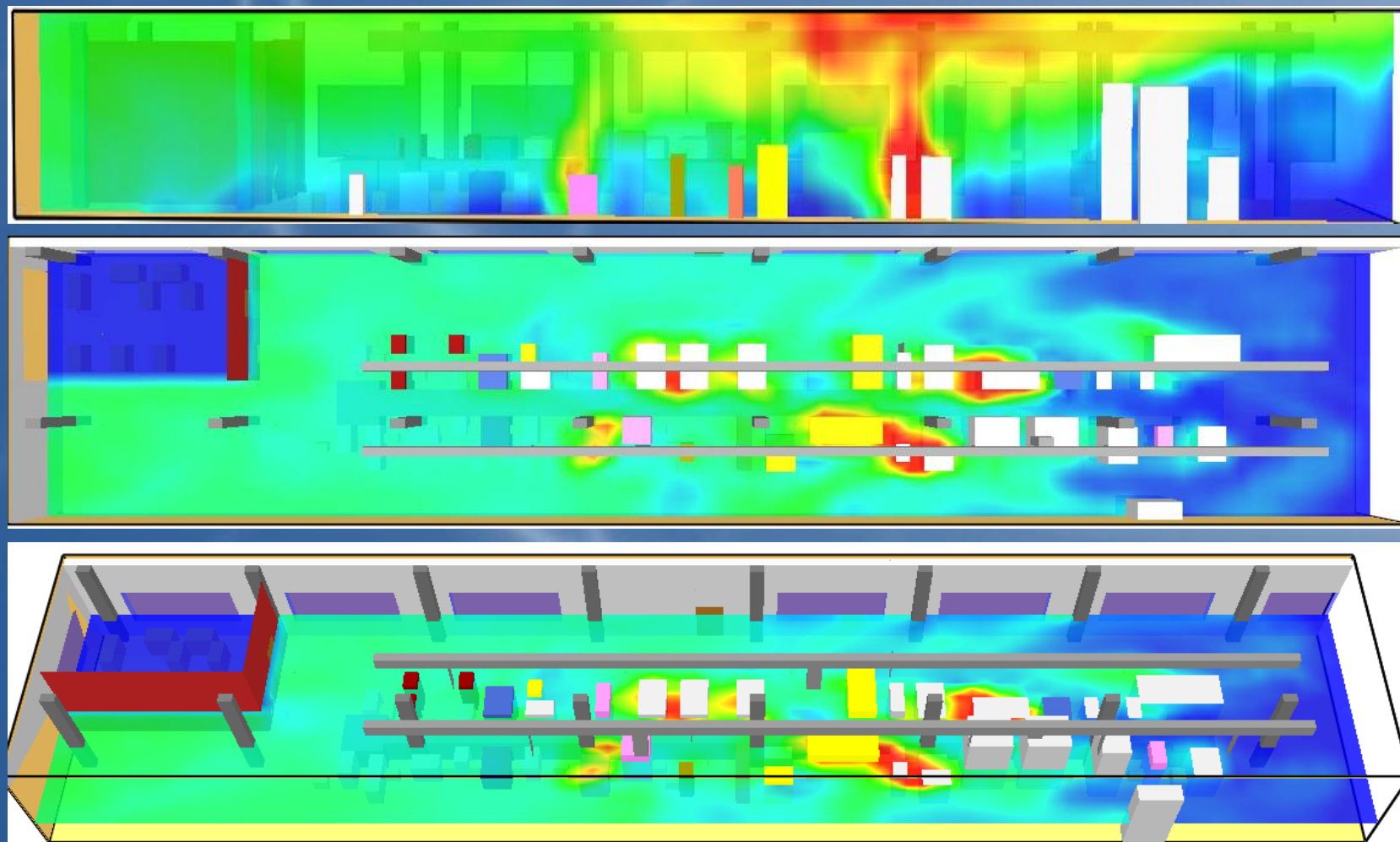
Подвижность воздуха на рабочих местах:

Средняя.....0,27 м/с

Максимальная.....0,8м/с

Минимальная.....0,0м/с

Поле температуры



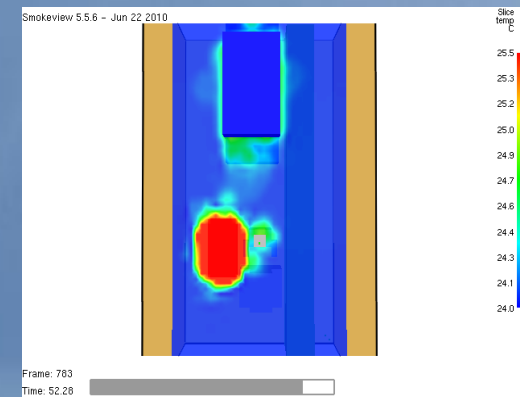
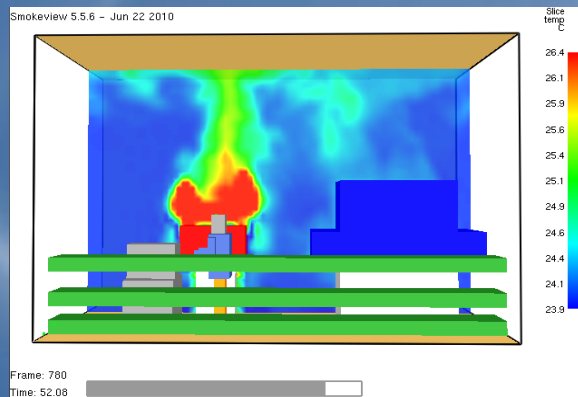
Температурное поле на операции активации клеевой пленки

ПЛЕНКИ

Вид спереди

Вид сбоку

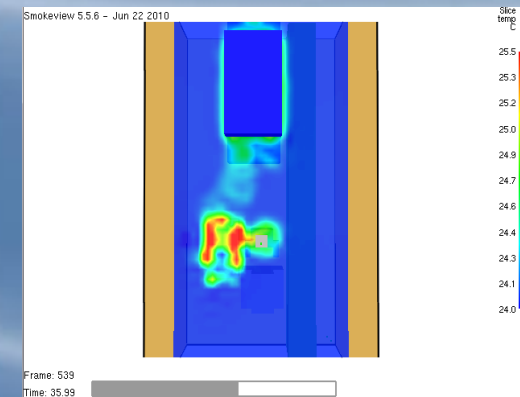
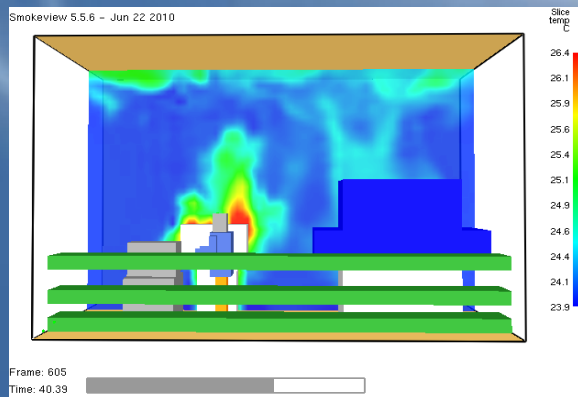
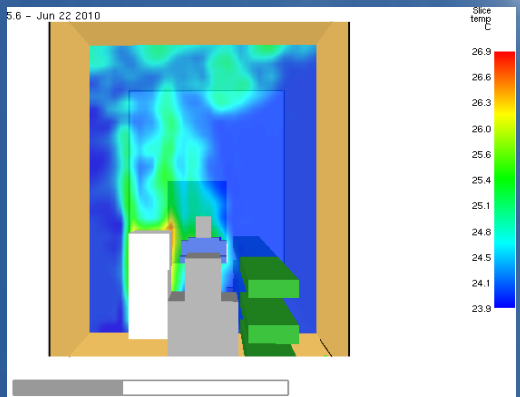
Вид сверху



а – включение

в – включение

д – включение



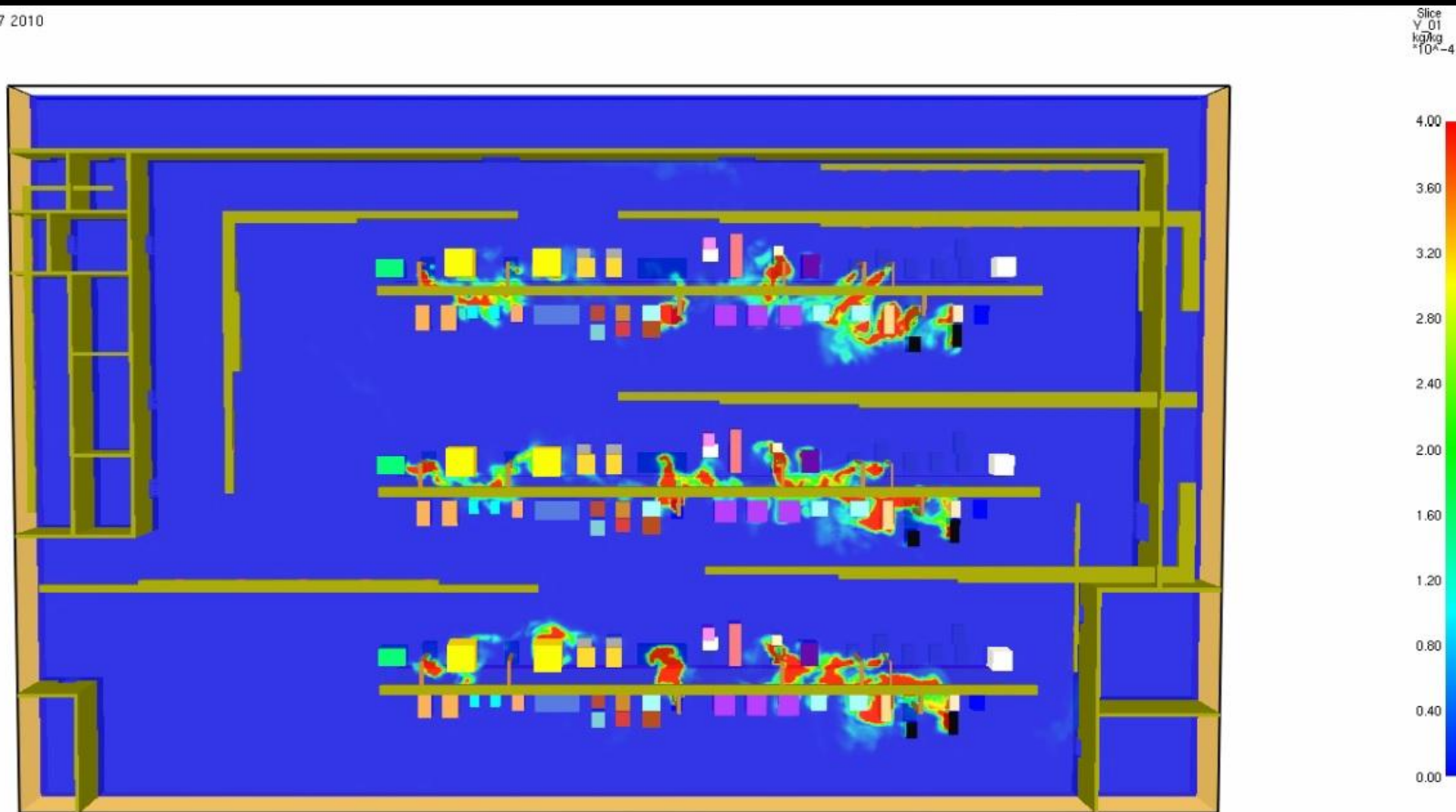
б – отключение

г – отключение

е – отключение

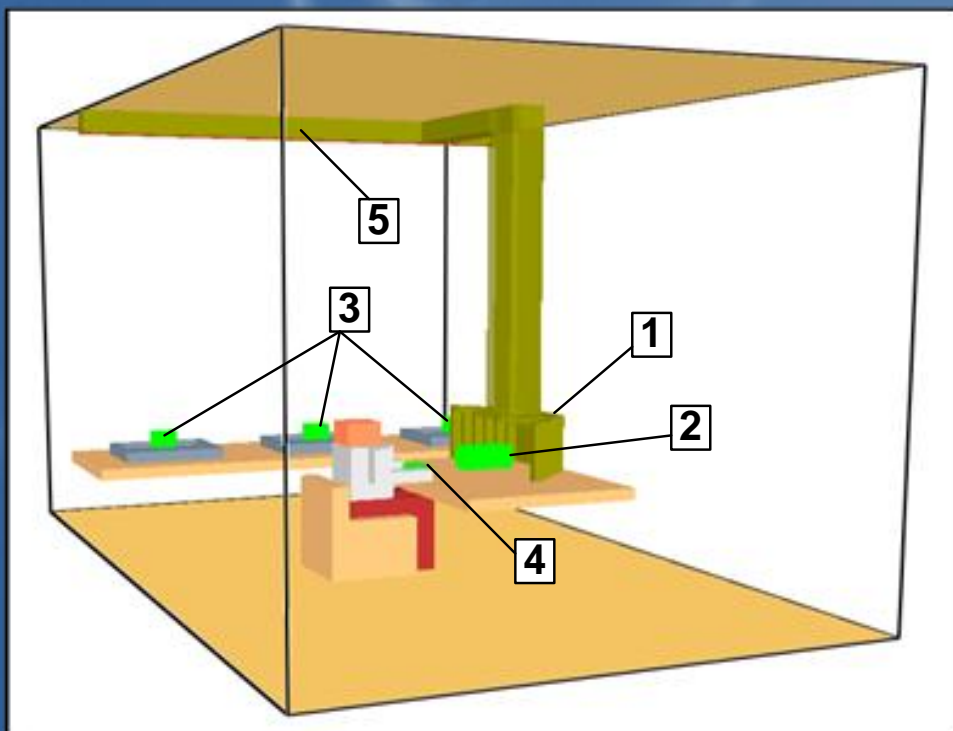
Определение зон с повышенной концентрацией ацетона и этилацетата

Smokeview 5.6.3 - Dec 27 2010



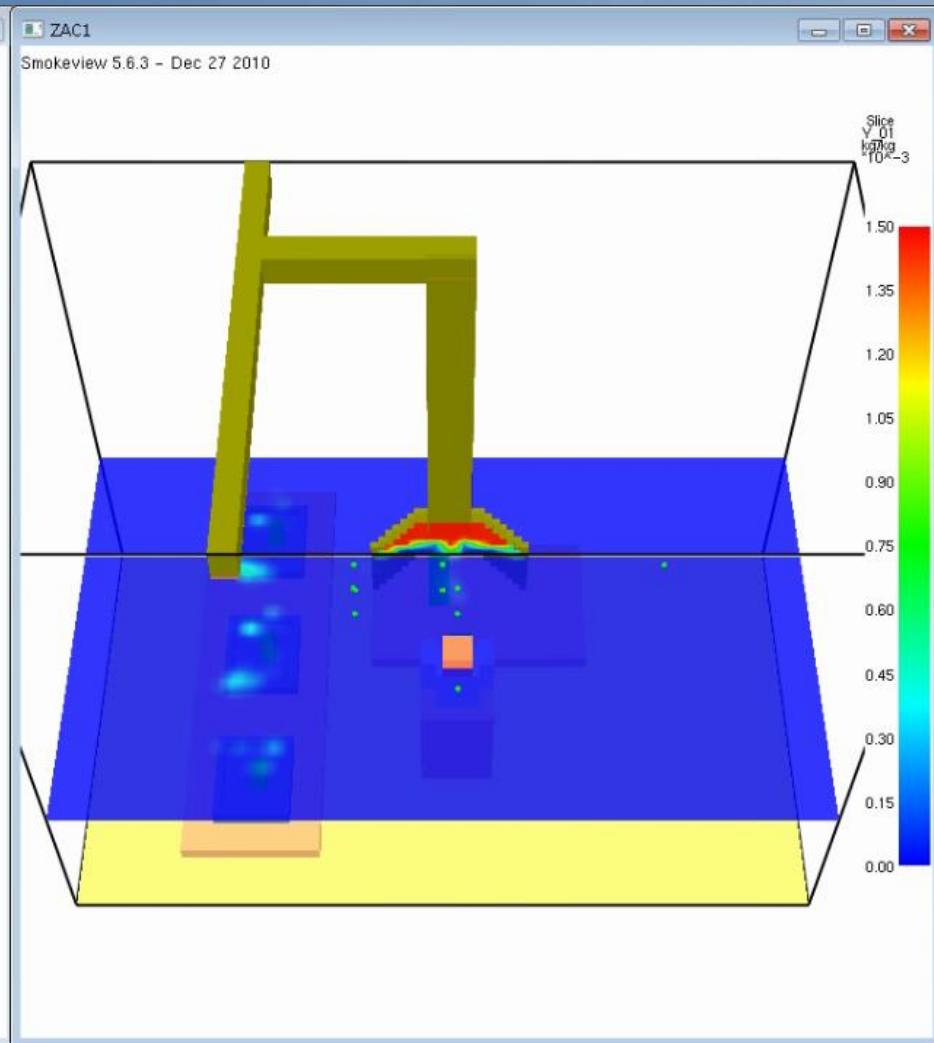
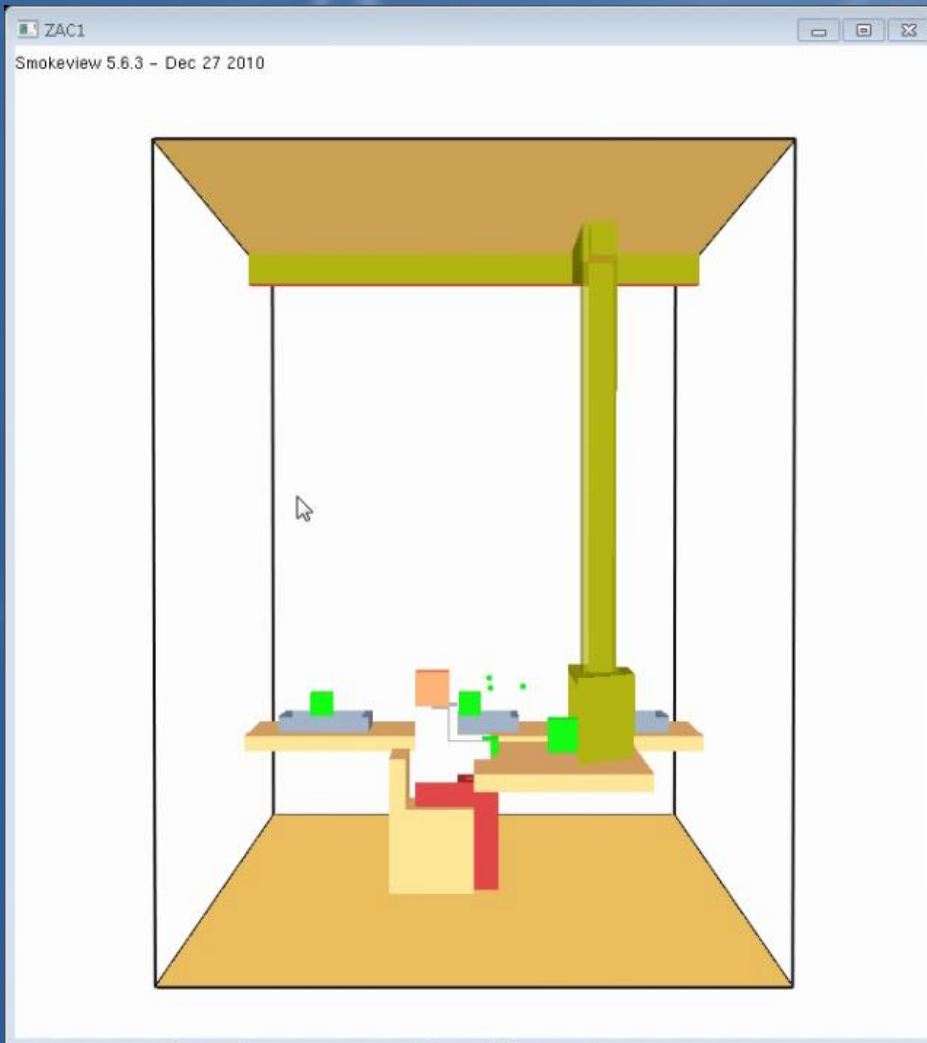
Frame 58

Расчетная модель операции «Намазка клеем подошв» технологического процесса сборки обуви

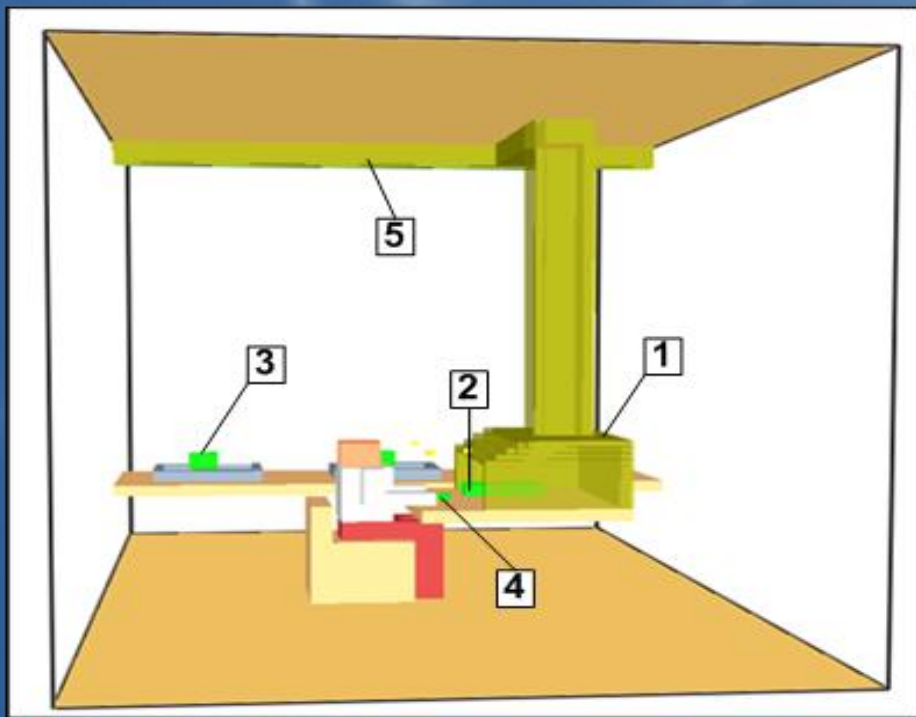


1 – местная вентиляция; 2 – емкость с клеем; 3 – затанутая обувь;
4 – операция «Намазка клеем подошв»; 5 – общеобменная вентиляция.

Динамика распространения ацетона в воздухе рабочей зоны на операции «Намазка клеем подошв»

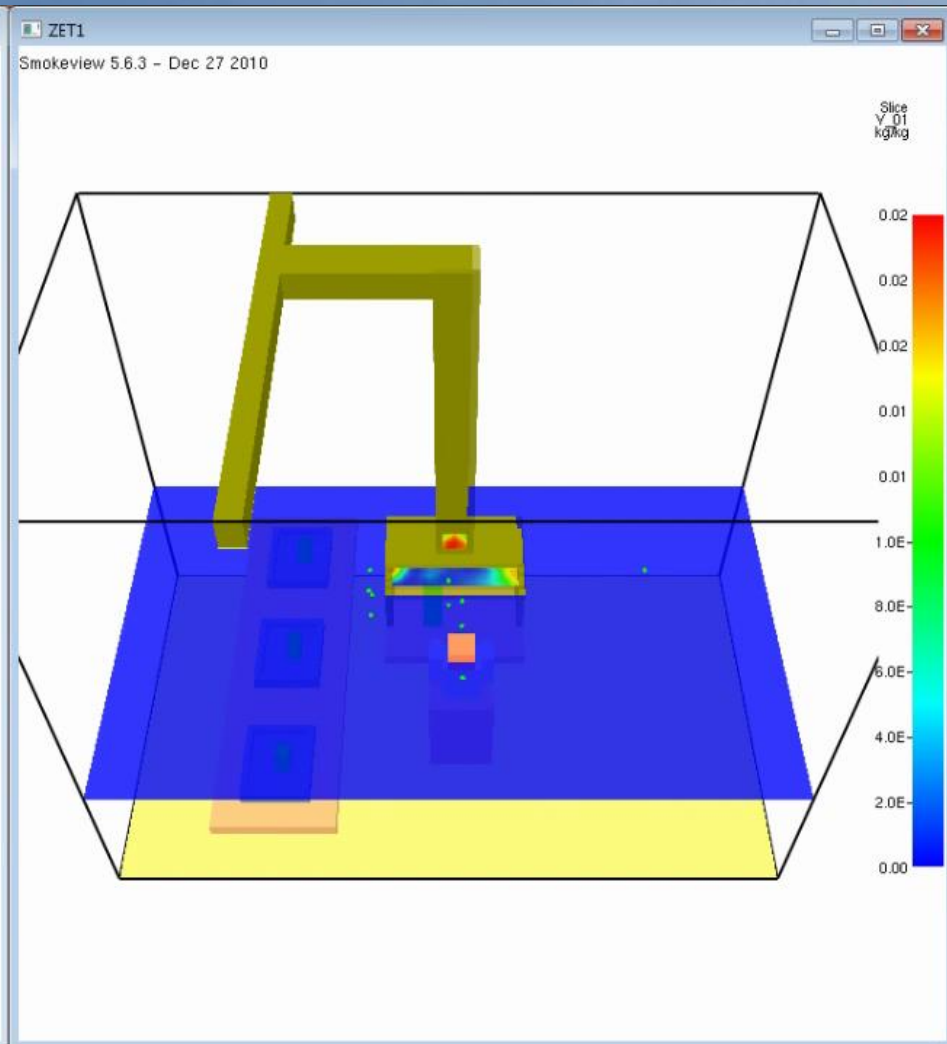
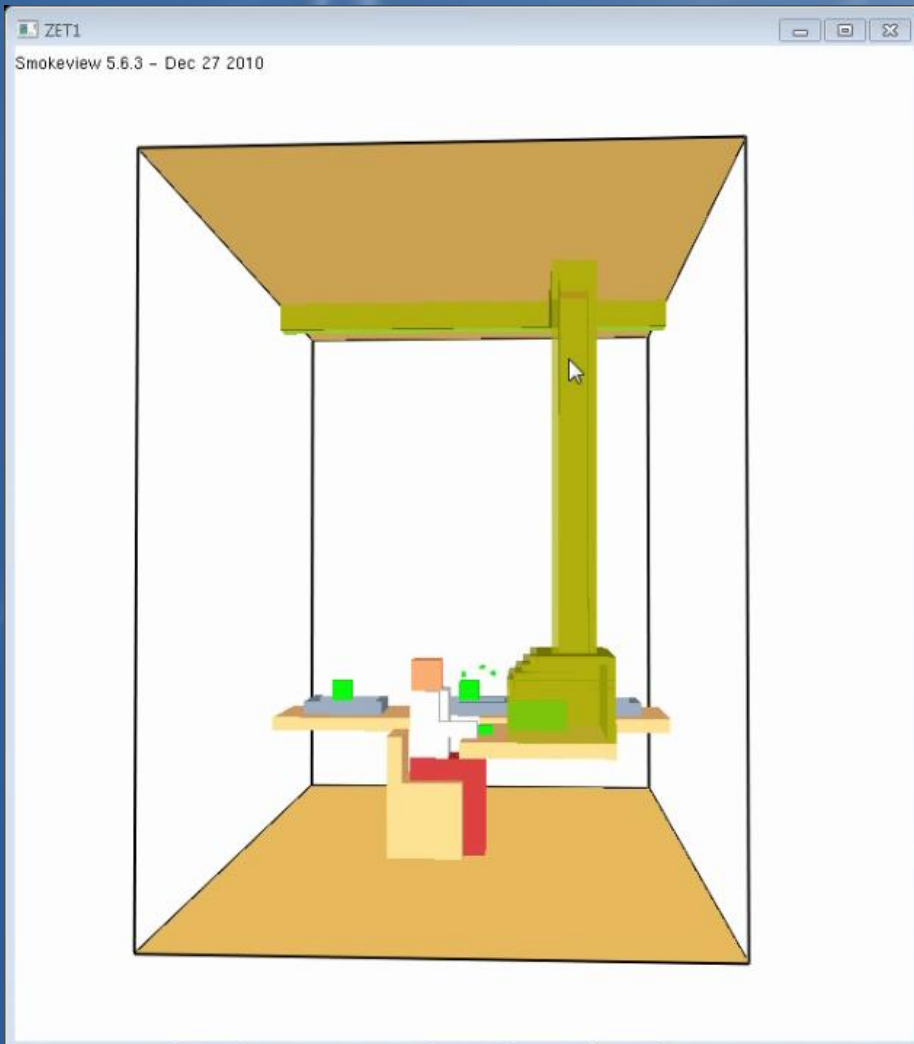


Расчетная модель операции «Вклеивание задников» технологического процесса сборки обуви



1 – местная вентиляция; 2 – емкость с клеем; 3 – намазанные клеем заготовки верха обуви;
4 – операция «Вклеивание задников»; 5 – общеобменная вентиляция.

Динамика распространения этилацетата в воздухе рабочей зоны на операции «Вклеивание задников»





Спасибо за внимание