

**Секция № 11**  
**«Исследование геоэкологиче-  
ских проблем зон интенсивно-  
го техногенного воздействия  
как фактор профессионально-  
го развития педагога»**

## Содержание

Elena Starokozhev, Elke Fries, Anatoly Cysura, Wilhelm Püttmann DISTRIBUTION OF VOCS BETWEEN AIR AND SNOW AT THE JUNGFRAUJOCH HIGH ALPINE RESERCH STATION, SWITZERLAND, DURING CLACE 5 (WINTER 2006).....	849
Ильина Н.А. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГТЭС НА ПРИМЕРЕ РОДНИКОВСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	867
Гривко Е.В., Примакова В.В., Смагина А.В., Токарь Ю.Г. ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ.....	872
Глуховская М.Ю. , Холодилина Т.Н. ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ АПК Г. ОРЕНБУРГА.....	883
Коротков М.В., Чекмарева О.В., Филиппов А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА.....	888
Петрищев В.П., Чибилев А.А., Артамонова С.В. К ПРОБЛЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ МЕДНОКОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ.....	894
Евстифеева Т.А., Кульпанова Н.Е. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ ЦЕХОВ №4 И №78 ОАО «КУЙБЫШЕВАЗОТ» г.ТОЛЬЯТТИ.....	900
Степанова И.А., Степанов А.С. ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК (НА ПРИМЕРЕ Г. ОРЕНБУРГА).....	909
Гамм Т. А., Мосалова Е. И., Халикова А.В. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ АККУМУЛЯЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВАХ НА ТЕРРИТОРИИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К ДКС-2 И УКПГ-2 ОНГКМ.....	915
Евстифеева Т.А., Куксанова Е.В. ОСОБЕННОСТИ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ.....	919
Грошев И.В., Степанов А.С. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ.....	926
Куксанов В.Ф., Грошев И.В., Петрищев В.П. РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ГЛОБАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ.....	930
Шабанова С.В., Гривко Е.В. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ.....	934

# DISTRIBUTION OF VOCS BETWEEN AIR AND SNOW AT THE JUNGFRAU-JOCH HIGH ALPINE RESEARCH STATION, SWITZERLAND, DURING CLACE 5 (WINTER 2006)

Elena Starokozhev<sup>1</sup>, Elke Fries<sup>2</sup>, Anatoly Cycura<sup>3</sup>, Wilhelm Püttmann<sup>1</sup>

Institute of Atmospheric and Environmental Sciences, Department of Analytical Environmental Chemistry, J.W. Goethe-University Frankfurt/Main, Germany  
Institute of Environmental Systems Research, University Osnabrück, Germany  
Environment Monitoring Center, Orenburg State University, Russia  
Correspondence to: E. Starokozhev ([starokozhev@iau.uni-frankfurt.de](mailto:starokozhev@iau.uni-frankfurt.de))

## Abstract

Volatile organic compounds (VOCs) were analyzed in air and snow samples at the Jungfrau-joch high alpine research station in Switzerland as part of CLACE 5 (CLOUD and Aerosol Characterization Experiment) during February/March 2006. The fluxes of individual compounds in ambient air were calculated from gas phase concentrations and wind speed. The highest concentrations and flux values were observed for the aromatic hydrocarbons benzene ( $14.3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), 1,3,5-trimethylbenzene ( $5.27 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), toluene ( $4.40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), and the aliphatic hydrocarbons i-butane ( $7.87 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ), i-pentane ( $3.61 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) and n-butane ( $3.23 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

The measured concentrations and fluxes were used to calculate the efficiency of removal of VOCs by snow, which is defined as difference between the initial and final concentration/flux values of compounds before and after wet deposition. The removal efficiency was calculated at  $-24 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $-13.7 \text{ }^\circ\text{C}$ ) and ranged from 37 % (35 %) for o-xylene to 93 % (63 %) for i-pentane. The distribution coefficients of VOCs between the air and snow phases were derived from published poly-parameter linear free energy relationship (pp-LFER) data, and compared with distribution coefficients obtained from the simultaneous measurements of VOC concentrations in air and snow at Jungfrau-joch. The coefficients calculated from pp-LFER exceeded those values measured in the present study, which indicates more efficient snow scavenging of the VOCs investigated than suggested by theoretical predictions.

## 1 Introduction

Large quantities of a number of organic compounds enter the troposphere from a variety of sources. Some of these occur naturally, but most air pollutants are derived from human activities (anthropogenic) and can significantly change or impact the earth's natural life processes (Bidleman, 2001). Volatile organic compounds (VOCs) such as benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes constitute an important group of anthropogenic organic compounds from combustion (vehicles, aircraft and fossil fuel power plants), fuel storage and transport, solvent usage and production, industrial emissions, landfills and hazardous waste facilities (Zalal et al., 2008). Some VOCs are toxic (e.g. benzene, 1,3-butadiene) and many are ozone precursors (Dollard et al., 2007). VOCs are transformed and removed from the troposphere by chemical processes including photolysis, reaction with hydroxyl (OH) or nitrate (NO<sub>3</sub>) radicals, and reaction with O<sub>3</sub> (National Research Council, 1991; Atkinson et al., 2006). It is well established that benzene and the alkylated benzenes react

almost exclusively with OH radicals under the conditions prevalent in the lower troposphere (Atkinson et al., 2006). Secondary aerosol particles are formed from some organic compounds including toluene and pinenes (Odum et al., 1997; Kavouras et al., 1998; Kleindienst et al., 2004). As gases (Li et al., 2005) and adsorbed on particles, some organic compounds (e.g. i-alkanes, aromatic hydrocarbons) can be transported over long distances from source regions to higher layers of the troposphere, where they can persist for long periods of time (Gröllert & Puxbaum, 2000, Fuzzi et al., 2006).

The difference in atmospheric lifetimes of VOCs with respect to OH removal can be a useful tool to estimate the amount of photochemical processing in an advection flow (Monod et al., 2001). Other processes influencing the distribution pattern of VOCs are emission rates, mixing processes, dilution, and dry and wet deposition. At high latitudes and altitudes, such deposition of VOCs is greatly influenced by low temperatures and in particular the phase transition of water at temperatures below 0°C (Lei and Wania, 2004). In the atmosphere at high altitudes, snow and ice represent an important compartment for storage and reactions of environmentally relevant chemicals. Research has been conducted aimed at understanding the processes linked to the occurrence of organic pollutants in snow and ice since organic pollutants were detected in snow in remote areas and at a high alpine site (Roth et al., 2004, Gröllert and Puxbaum, 2000).

Here we present the results of measurements of selected VOCs in ambient air at the Jungfrauoch high alpine research station during field work associated with CLACE 5 (CLOUD and Aerosol Characterization Experiment), undertaken in February/March 2006. In this paper, we aim to investigate quantitative characteristics of VOCs distribution between atmospheric gas/snow phases during precipitation formation at Jungfrauoch.

## 2 Background Theory

High alpine sites are appropriate locations to determine background concentrations of VOCs in the free troposphere, since these locations are primarily influenced by the long range transport of ozone and its precursors (Zanis et al., 2000). However, the concentrations of air contaminants (e.g. VOCs and aerosol particles) at higher altitudes (> 3000 m) have also been shown to be affected by polluted regions in alpine valleys (Prévot et al., 2000; Baltensperger et al., 1997a).

Due to economic growth in Europe and construction of roads and tunnels in alpine regions, traffic and hence VOC emissions have increased markedly during the last decades, and are expected to increase further in the future (Prévot et al., 2000; Karl et al., 2001).

The environmental fate of VOCs is highly dependent on their partitioning in the atmosphere between gas and condensed phases like aerosols, rain, fog and snow. Such sorption processes can slow the long range transport of compounds in the atmosphere. A good understanding of the thermodynamic partition equilibria of organic pollutants is therefore the basis for a good understanding of their fate (Goss, 2004).

The atmosphere of the Swiss Alps is a multicomponent and multiphase system, and water can be present in all three states of aggregation under climate conditions. The organic vapors are present in the atmosphere in insufficient amounts and to generate own phases. They can sorb onto solid or liquid surfaces and form surface films from which substances exchange into all phases. To determine the distribution of organic substances between different phases of the system, it is necessary to assess the contribution of proc-

esses involving the dispersion and transformation of compounds in ambient air, and their physical and chemical removal from the system. These processes are the transport of organic chemicals, their reactions with other compounds of the atmosphere (OH radicals, ozone, gaseous nitrogen oxides), and wet and dry deposition (Forrer et al., 2000).

In the Alps, the transport of organic compounds from emission sources to higher altitudes in the troposphere is a complex process consisting of several stages: the elevation (vertical transport) of the contaminants from the sources to the upper troposphere, the horizontal transport of the compounds in the upper troposphere, precipitation scavenging of organic chemicals, and their deposition on alpine surfaces (Fig. 1).

Especially the vertical mixing in a mountainous area is difficult to be described by any model.

Air masses can reach the Jungfrauoch by the uphill wind and thermal advection from areas in the surrounding valleys. The source of these air masses is possibly the industrialized area, e.g. the Rhône valley in the south of Jungfrauoch or the Po-valley in the northern Italy.

On the slopes of the Alps, the thermal uplift of air masses usually takes place every day, except during particular weather conditions, e.g. foehn events. The influence of thermal uplift leads to the typical diurnal variations of VOC concentrations at Jungfrauoch described previously by Li et. al. (2005)

Any transported compound can be quantitatively described by its fluxes, following the procedure described by Dämmgen et al., (1997). The vertical flux ( $J_0$ ) is directly proportional to the gradient of concentration of the substance ( $\Delta C$ ) between a source and a receptor (Eq. 1):

$$J_0 \approx \Delta C \quad (1)$$

The horizontal flux ( $J_c$ ) is described by convection, and is proportional to the concentration and velocity of the substance in the air flow (Eq. 2):

$$J_c = C_{\text{air}} \cdot v \quad (2)$$

where  $C_{\text{air}}$  is the concentration of VOC in the air ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) and  $v$  is the velocity of the horizontal flux ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

The flux of deposition ( $J_d$ ) is difficult to describe quantitatively. Hydrocarbons distribute among the different compartments of the multiphase atmospheric system (gas phase, aqueous droplets, aerosol particles, ice, and snow crystals). Their partitioning depends upon their nature and concentration, and on meteorological conditions. The deposition flux can be described by the density ( $d$ ) and intensity ( $I$ ) of precipitation (Eq. 3):

$$J_d = I \cdot d \quad (3)$$

Since mixing is diffusion-controlled, the system is considered to be in dynamic equilibrium. The partitioning of organic substances between the gas and other phases can be described by the distribution coefficient (Eq. 4), which contains characteristics of compound fluxes in the atmosphere as their equilibrium concentrations in the phases:

$$K_{\text{air/snow}} = C_{\text{air}} / C_{\text{snow}} \quad (4)$$

where  $C_{\text{snow}}$  is the concentration of VOC in the precipitation ( $\text{ng L}^{-1}$ ).

The distribution of VOCs between the atmospheric phases determines whether and how the chemicals will be scavenged by precipitation (Lei & Wania, 2004). The partitioning constant varies among different compounds, which allows assessment of the major trends for processes relevant to each substance. When  $K_{\text{air/snow}}$  approaches infinity, the efficiency of the scavenging process of organic compounds by precipitation is low. On the

other hand, active precipitation scavenging of the compound will take place when  $K_{\text{air/snow}}$  approaches 0.

### 3 Experimental section

#### 3.1 Location and meteorology

The large scale topography of the Swiss Alps is along a NWSE cross section which is characterized by two mountain ranges divided by the deep Rhone Valley (Fig. 2). The Jungfraujoch observation station on the Sphinx' platform (3580 m asl, 46.55°N, 7.98°E) is situated on the northerly crest on a mountain saddle between the mountains Jungfrau (4158 m asl) in the west and Moench (4099 m asl) in the east. During autumn, winter and spring, the research station is in the free troposphere in-cloud conditions about 40% of the time, whereas there is a clear influence from the planetary boundary layer in summer (Baltensperger et al., 1997a; Zanis et al., 2000). Meteorological processes on different spatial and time scales are important in the interpretation of trace gas observations at high alpine sites during the whole year (Forrer et al., 2000). These processes may contribute to the export of anthropogenic pollution from the boundary layer to the free troposphere. Meteorological information including air temperature, wind direction, wind speed, relative humidity and global radiation during sampling was obtained from the automatic meteorological station of the Swiss Meteorological Institute located also on the Sphinx' platform.

#### 3.2 Analytical methods

Hydrocarbons were measured by a GC-FID automatic sampling instrument (Air-moVOC HC2010) with an integration time of 60 min. The system was located in a laboratory at the top of the research station. The inlet of the GC system was a 1/8" stainless steel tube drawing outside air at 100 ml min<sup>-1</sup> from 5 m above the bottom. The air sample was pre-concentrated at room temperature in an adsorption tube packed with two adsorbents (3 cm Carbotrap B, 1 cm Carbosieve). The trapped components were desorbed by heating the adsorption tube to 250°C for 2 min, then transported by H<sub>2</sub> (5.0) to a cryofocusing unit. This unit consisted of a fused silica capillary tube packed with Carbopack and Envicarb X (2:1), which adsorbs hydrocarbons by CO<sub>2</sub> cooling at 45°C. After heating of the cryotrap to 350°C, the organic compounds were injected into a fused silica capillary column (24 m × 0.25 mm, BGB 2.5; film thickness 1 μm, stationary phase 2.5% phenylpolysiloxane and 97.5% methylpolysiloxane) for chromatographic separation. In operation, the temperature program for the chromatographic separation starts at 30°C, remains isothermal for 8 minutes, then rises up to 150 °C at a rate of 11 °C per minute and remains isothermal at 150 °C for the last 3 minutes. Flame ionization detection (FID) was used for quantitative analysis of organic trace compounds. Calibration of the system was performed with a thirty-component mixture produced and certified by NPL (National Physics Laboratory, UK). Hydrocarbons were identified based on their retention times. Accuracy values comprised the 2 sigma errors of calibration, the reproducibility of the measurements, and peak integration errors due to peak overlap and baseline noise. The detection limit was between 1 and 10 ppt, depending on the individual hydrocarbon. The precision of the instrument was below 15% and the accuracy below 10% for C<sub>5</sub>–C<sub>9</sub>, as found in several inter-comparison campaigns for VOC measurements (Winkler, 2001).

Snow/ice was sampled during precipitation events using a custom built stainless steel collector installed on the Sphinx' platform at the research station. A total of 27 snow/ice samples were collected from 2026 February and 15 March 2006. Analysis of VOC in melted snow samples was performed by HS-SPDE (headspace solid phase dynamic ex-

traction) and GC/MS (gas chromatography/mass spectrometry). The relative standard deviations varied between 5 and 15% for benzene and the alkylated benzenes. The sampling procedures, and the HS-SPDE and GC/MS analytical methods have been described in detail by Fries et al., (2008) and Sieg et al., (2008).

## 4 Results and Discussion

### 4.1 VOC fluxes

To assess the influence of atmospheric transformation of organic compounds on their further behavior, it is necessary to consider the atmosphere as a thermodynamic system; this requires simultaneous investigation and comparison of the meteorological and physico-chemical parameters of the system. The following meteorological parameters simultaneously reflect the thermodynamic characteristics of the atmosphere: (i) temperature describes the conditions of gas and vapor components in the atmosphere, (ii) wind speed describes transport of compounds in the ambient air, (iii) relative humidity gives the concentration of water vapor in the air and allows prediction of the direction of condensation and evaporation processes in the system at any moment, and (iv) global radiation provides a measure of the additional energy influencing the degree of condensation and evaporation of water and organic compounds in the air.

The concentrations of organic substances in the gas phase and snow were selected as physicochemical parameters of the system.

Alkanes, alkenes and aromatic hydrocarbons were determined in the air samples during CLACE 5 (Fig. 3, Table 3). Data from four days of measurements were selected for investigation of the VOC distribution between the air and snow phases. Only on two of these days (24 February and 1 March) significant snowfall took place. The two other days (11 and 12 March) were clear and sunny. The air temperature on the selected days was always far below 0°C, and varied from 12°C (24 February and 11 March) to 27°C (1 and 12 March). In order to assess the distribution of hydrocarbons between air/snow phases and their removal efficiency from air the system states before and after wet deposition can be compared. However, apart from snow scavenging also other factors (e.g. photochemical oxidation, temperature, humidity) can influence hydrocarbons concentrations in the atmosphere and affect dynamic equilibrium of VOC removal by snow. If the influence of these factors is constant before and after scavenging, these effects can be neglected in quantitative determination of the scavenging efficiency. This is the case when the thermodynamic conditions of the atmosphere are similar before and after snow scavenging. The thermodynamic regimes in the atmosphere (air temperature, relative humidity and global radiation) during the 16:00 - 20:00 time period on 24 February and 11 March and during the 08:00 to 12:00 time period on 1 and 12 March were the same (Table 1). Thus, it is possible to consider the atmospheric conditions on 11 and 12 March during the above-mentioned periods as the initial state of the thermodynamic system "atmosphere", and the conditions on the 24 February and 1 March as the final state of this system after the reaction (snow scavenging) took place.

Table 3 shows the concentrations of individual hydrocarbons measured in air samples during the selected time periods. The highest values of the aromatic and aliphatic hydrocarbons (in µg.m<sup>3</sup>) were found in the ambient air on 11 (12) March: benzene 1.1 (0.65), 1,3,5-trimethylbenzene 0.41 (0.27), toluene 0.34 (0.22), i-butane 0.61 (1.08), i-pentane 0.25 (0.51), and n-butane 0.27 (0.42).

By far lower concentrations were determined for the following hydrocarbons on the same dates: 1,2,4-trimethylbenzene 0.12 (0.077), m/p-xylene 0.08 (0.04), o-xylene 0.08 (0.036), ethylbenzene 0.06 (0.06). The concentrations of most hydrocarbons (see Table 3) were higher on 11 March than on 12 March, which could be explained by diurnal variations of the pollutants.

According to Li et al., (2005) the enhancement of hydrocarbon concentrations, caused by thermal uplift, starts at midday and reaches peak concentrations in the late afternoon while during sampling in the morning low concentrations of hydrocarbons were found at Jungfrauoch.

The results of Li et al.(2005) are in good agreement with results from the present study showing high concentrations of most VOCs during sampling in the afternoon on 11 March and low concentrations during sampling in the morning on 12 March. However, some aliphatic hydrocarbons (n-butane, i-butane, n-pentane, i-pentane) provided higher concentrations on 12 March in the morning than on 11. March in the afternoon. A conclusive reason for this unexpected observation is not available. The final concentrations ( $C'$ ) of VOCs after snow scavenging (on 24 February and 1 March) were for all hydrocarbons lower than their initial concentrations ( $C$ ) before removal by snow (on 11 and 12 March).

Evaluation of the experimental data such as wind speed ( $\bar{2}14$  m s<sup>-1</sup>), temperature, relative humidity, aerosol particle concentration during these days indicates a permanent transfer of the air mass in the atmosphere, forced by advection and convection and the existence of a nonequilibrium state of the atmosphere (as thermodynamic system). Thus, the concentration of organic substances in the atmosphere cannot remain constant in space and time. Therefore, spatial homogeneity involves horizontal and vertical mixing processes (Baltensperger et al., 1997b), and the amount of chemicals in such dynamic systems can be better described using their fluxes (Levich, 1963). A number of studies have used the fluxes to assess the transport and cycling of both natural and anthropogenic chemicals in the environment. Tani et al. (2002) investigated the diurnal and seasonal variations of monoterpene emission above a Japanese red pine forest using fluxes. The study shows that the atmospheric fluxes of chemicals are affected by micrometeorological parameters such as relative humidity, global radiation. Karl & Guenther (2004) explored how the variance of biogenic VOC emission and degradation relates to their fluxes and lifetime in the atmosphere. The study shows that the fast monitoring capabilities of the PTR-MS system could be used for assessing the magnitude of biogenic VOCs and homogeneity of fluxes and for characterization of atmospheric VOC lifetimes in remote places.

According to Dämmgen et al., (1997) description and modelling of fluxes within natural systems are key elements for the description of ecosystems. Fluxes can be easily obtained by calculation from the velocity of the flowing medium and partial density of the entity (Eq. 2).

The fluxes of individual hydrocarbons detected in all air samples during the selected time periods (calculated using Eq. 2) are given in Fig. 3. The diagrams of the initial fluxes ( $J_c$ ) show the highest values of the following hydrocarbons (in  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) on 11 (12) March: benzene 14.3 (4.38), 1,3,5-trimethylbenzene 5.27 (1.79), toluene 4.40 (1.56), i-butane 7.87 (7.27), i-pentane 3.61 (3.40), and n-butane 3.23 (2.80). Insignificant concentrations (approximately 10% of the benzene concentration) of the following hydrocarbons were found in the ambient air on the same dates: 1,2,4-trimethylbenzene 1.49 (0.51), m/p-xylene 1.09 (0.28), o-xylene 1.02 (0.24), ethylbenzene 0.83 (0.45). OH-rate constants of

these compounds are higher than for benzene and consequently the atmospheric lifetimes in winter for these chemicals (16.8 h, 23.5 h, 40.6 h, and 3.2 days, respectively) are shorter than for benzene (19.9 days) (see Table 2). The final flux values ( $J_c'$ ) for all hydrocarbons on 24 February and 1 March were lower than the initial flux values on 11 and 12 March. The high concentrations of alkanes in ambient air could be due to their long persistence in the atmosphere, with distant sources making a greater contribution to their concentrations than in the case of the faster reacting VOCs (Hellén et al., 2006).

Most heterogeneous transformation processes in liquids and gases (e.g. solution, adsorption and desorption) depend considerably on hydrodynamic factors. (Levich, 1963). Li et. al. (2009) evaluated the main processes contributing to the air–water exchange of SOCs such as diffusive vapour exchange, precipitation scavenging of vapours and particle-sorbed chemicals (wet deposition), and dry deposition with particles, whereas the deposition fluxes were used for the quantitative description of precipitation scavenging.

Fig. 1 shows that the difference between the initial flux ( $J_c$ ) before wet deposition and the final flux ( $J_c'$ ) after wet deposition is equivalent to the wet deposition flux ( $J_d$ ). Therefore, the efficiency of VOC scavenging ( $E$ ) by snow was calculated from their concentrations as well as from fluxes in the air and was defined as difference between the initial and final concentration/flux values of compounds before and after wet deposition:

$$E = [(C - C') / C] 100\% = [(J_c - J_c') / J_c] 100\% \quad (5)$$

The efficiency of removal of VOCs by snow events during CLACE 5 calculated by Eq (5) is shown in Table 3 and in Figure 4. The efficiency of scavenging of individual compounds from the atmosphere varied widely (range 30–100%). A possible explanation for this wide range has been proposed by Crutzen et. al., (2000). The organic compounds are removed to varying degrees from the atmosphere by precipitation depending on their reactivity in hydrometeors. Hence, the quantitative characteristics of the distribution of the investigated hydrocarbons between the air and snow phases in the atmosphere should be different as well. The removal efficiency values, calculated from concentration of hydrocarbons are similar to the efficiency values, calculated from compound fluxes (see Table 3 and Fig.4).

According to Suzuki, (1994) the fluxes of chemicals are controlled by precipitation rates rather than their atmospheric concentrations. Therefore, for the description of scavenging efficiencies of VOCs efficiency values calculated from fluxes are preferentially used.

The ranking of organic compounds according to their removal efficiency indicates a low dependency on their solubility in water (see Table 2). Thus isopentane and n-pentane, with very high values of Henry's law constants (50 and 56, respectively), were removed from the atmosphere by snow very effectively (60–90%). In contrast, o-xylene (Henry's constant = 0.21) was removed with low efficiency (35–37%). The reason for these results could be that dissolution is not the major mechanism of uptake of VOCs by snow. The efficiency of snow removal of aromatic hydrocarbons was temperature dependent; the lower the ambient temperature at Jungfraujoch, the greater was the efficiency of washing out.

Thus, the highest removal efficiency values for all compounds were obtained at an ambient temperature of approximately 24°C. An increase in temperature to 13.7°C decreased the removal efficiency by a factor of approximately two for some hydrocarbons

including ethylbenzene and isobutene. At this temperature increase the removal efficiency for benzene, toluene, n-pentane and n-butane decreased by 20% on average (see Fig. 4). These findings validate the results of the uptake model of Fries et al. (2007) that revealed a higher uptake of aromatic hydrocarbons by ice crystals at lower temperatures.

According to Lei & Wania (2004), one possible explanation for this observation might be increasing removal of organic chemicals at low temperatures due to a reduction in vapor pressure together with decreasing temperature, which can influence the deposition mechanism and consequently air/ice partitioning. Other explanations could be that low temperatures (Hoff et al., 1995) or the large size and specific surface area of snow/ice crystals (Franz and Eisenreich, 1998,) promote snow/ice-hydrocarbon interactions. Specific snow surface area is a key parameter determining the capacity of snow for uptake of organic contaminants and is even higher during colder days (Burniston et al., 2007).

#### 4.2 Determination of distribution coefficients

To estimate the distribution ratio of hydrocarbons between air and snow in the troposphere, their concentrations were determined in these phases during the CLACE 5 campaign. Air and snow samples were collected at the same time so that the measured concentrations reflected the equilibrium distribution. Unfortunately, alkanes could not be quantified in snow samples using the chosen analytical method. However, Gröllert & Puxbaum (2000) reported a maximum ratio of 130 ( $C_{\text{air}}/C_{\text{snow}}$ ) for scavenging of alkanes by snow at an elevated alpine site.

Benzene, alkylated benzenes, chlorinated hydrocarbons and monoterpenes were quantified in snow samples, and benzene, toluene, m/p-xylene, o-xylene, ethylbenzene, 1,2,4-trimethylbenzene and 1,3,5-trimethylbenzene were also quantified in the air samples (see Table 3). For these latter seven compounds, the distribution coefficients ( $K_{\text{air/snow}}$ ) were derived from measurements using Eq. (4) (Table 4). The distribution coefficients show a correlation with ambient temperature, with values of coefficients being higher for all compounds at  $13.7^{\circ}\text{C}$  than at  $24^{\circ}\text{C}$  (e.g.  $5.3 \times 10^{-3}$  and  $4.8 \times 10^{-3}$ , respectively, for benzene). Unexpectedly, the highest distribution coefficient values were observed for benzene despite it having the highest water solubility ( $1780 \text{ mgL}^{-1}$ ) among the analyzed monoaromatic hydrocarbons. The lowest distribution coefficient value was found for 1,2,4-trimethylbenzene ( $2 \times 10^{-4}$ ), which has a water solubility of  $57 \text{ mgL}^{-1}$ . The distribution coefficients of the other aromatic hydrocarbons at  $13.7^{\circ}\text{C}$  were  $3.6 \times 10^{-4}$  for 1,3,5-trimethylbenzene,  $4 \times 10^{-4}$  for m/p-xylene,  $4 \times 10^{-4}$  for toluene,  $3 \times 10^{-4}$  for o-xylene, and  $2.3 \times 10^{-4}$  for ethylbenzene.

Several studies have reported hydrophobic VOCs in precipitation at higher concentrations than predicted from Henry's law constants and ambient atmospheric concentrations (Sato et al., 2006, Fries et al., 2008).

Lei & Wania (2004) proposed Eq. (6) for estimating the distribution coefficients of a wide range of organic compounds at temperatures below  $0^{\circ}\text{C}$ .

$$K_{\text{air/snow}}^b = (1/A_I \times \rho_W \times K_{SA}) \quad (6)$$

where  $A_I$  is the specific surface area in  $\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$  and  $\rho_W$  is the density of ice ( $\text{g m}^{-3}$ ).

$K_{SA}$  is the sorption coefficient onto the snow surface ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-2}$ ), determined for a wide range of hydrophobic and hydrophilic organic substances at  $6.8^{\circ}\text{C}$  (Roth et al., 2004).

The KSA values have been extrapolated to a temperature of  $\tilde{13.7^{\circ}\text{C}}$  for the compounds considered in the present study.

The distribution coefficients determined empirically and theoretically show the same pattern as described above (see Table 4). Comparison of the distribution coefficients derived from measurements during CLACE 5 ( $K_{\text{air/snow}}$ ) with those values ( $K^{\text{b}}_{\text{air/snow}}$ ) calculated using Eq.(6) shows good consistency for benzene ( $5.3 \times 10^{-3}$  and  $6.2 \times 10^{-3}$ , respectively) and 1,3,5- trimethylbenzene ( $4.4 \times 10^{-3}$  and  $5.2 \times 10^{-3}$ , respectively) (see Table 3). The small difference in coefficient values for these compounds indicates that their sorption onto the snow surface plays a significant role in their removal by snow. For 1,2,4-trimethylbenzene, o-xylene, m/p-xylene, ethylbenzene and toluene the empirical coefficient values were  $0.5 \times 10^{-3}$ ,  $1.1 \times 10^{-3}$ ,  $1.3 \times 10^{-3}$ ,  $1.5 \times 10^{-3}$  and  $2.8 \times 10^{-3}$ , respectively (Table 4). However, for the other aromatic hydrocarbons the distribution coefficients calculated theoretically were one order of magnitude higher than the empirical values (see Table 2). On one hand calculated coefficients can differ from the empirical coefficients, because a specific snow surface area in equation (6) may largely differ from that of the snowflakes during snowfall. On the other hand, according to Roth (2004) that is, however, the evidence that experimental sorption data cannot always be described solely by physical adsorption. It also indicates that a combination of processes like dissolution in the bulk ice or in a surface layer, incorporation of gases into the crystal lattice during crystal growth, particle scavenging (nucleation and impaction scavenging by growing ice crystals) (Fries et. al., 2008) might contribute to the overall sorption on ice. For the theoretical understanding of the various sorption processes in and on snow, additional laboratory investigations should be conducted.

## 5 Conclusions

VOC concentrations were measured in air and snow samples during CLACE 5 in the winter of 2006. The fluxes of individual organic compounds were determined under various atmospheric conditions, and from the concentrations and fluxes the removal efficiency of the hydrocarbons by snow was calculated. The efficiency values of some investigated compounds (e.g. alkanes, m/p-xylene, and o-xylene) were independent from their water solubility and volatility. The distribution coefficients between air and snow phases were derived for various aromatic hydrocarbons from measurements made during the present study, and from calculated values obtained from previous studies. The empirical and calculated air/ice distribution coefficients showed the same pattern, but the empirical coefficients for several hydrocarbons were one order of magnitude lower than the calculated values. For compounds with low water solubility and a low distribution coefficient, removal from the air by snow cannot be described only by physical adsorption. For these compounds in particular, other processes such as particle scavenging should also be considered. The measured distribution coefficients and the removal efficiencies showed a correlation with temperature, characterized by increased VOC removal by snow with decreasing ambient temperature.

## Acknowledgements

Financial support from the Deutsche Forschungsgemeinschaft for project B8 in the frame of SFB 641 (The Tropospheric Ice Phase) is gratefully acknowledged. We acknowledge the International Foundation High Altitude Research stations Jungfrauoch and Gornergrat (HFSJG), MeteoSwiss for making our research possible at Jungfrauoch. We thank Prof. Dr. Urs Baltensperger, Dr. Ernest Weingartner, and Dr. Joachim Curtius for

organizing the field campaigns. Finally we also thank the custodians at JFJ, the Fischers and the Hemunds, for their patience and enthusiasm in supporting our research activities.

#### Reference

1. **Atkinson R., D., Baulch L., Cox R. A., Crowley J. N., Hampson R. F., Hynes R. G., Jenkin M. E., Rossi M. J., Troe J.:** Evaluated kinetic and photochemical data for atmospheric chemistry: Volume II 211; gas phase reactions of organic species. *Atmos. Chem. Phys.*, 6, 3625-4055, 2006.
2. **Baltensperger U., Gäggeler H.W., Jost, D.T., Lugauer M., Schwikowski M. Weingartner E., Seibert, P.:** Aerosol climatology at the high-Alpine site Jungfraujoch, Switzerland. *J. Geophys. Res.* 102(D16), 19,707-19,715, 1997a.
3. **Baltensperger, U., Schwikowski, M. Jost, D.T., Nyeki, S., Gäggeler, H.W. and Poulida, O.:** Scavenging of atmospheric constituents in mixed phase clouds at the high-alpine site Jungfraujoch part I: Basic concept and aerosol scavenging by clouds. *Atmos. Environ.*, 32, 3975- 3983, 1997b.
4. **Bidleman, T.F.:** Atmospheric processes. *Environ. Sci. Technol.*, 22, 361-367, 2001.
5. **Burniston, D. A., Strachan, W. J. M., Hoff, J.T., and Wania, F.:** Changes in surface area and concentrations of semivolatile organic contaminants in aging snow. *Environ. Sci. Technol.*, 41, 4932-4937, 2007.
6. **Crutzen P.J. and Lawrence M.G.:** The impact of precipitation scavenging on the transport of trace gases: A 3-Dimensional model sensitivity study. *J. Atmos. Chem.*, 37, 81-112, 2000.
7. **Dämmgen, U., Grünhage, L. & Jäger, H.-J.:** Description, assessment and meaning of vertical fluxes of matter within ecotopes: a systematic consideration. *Environ. Pollut.*, 96, 249-260, 1997.
8. **Dollard, G.J., Dumitrean, P., Telling, S., Dixon, J., Derwent, R.G.:** Observed trends in ambient concentrations of C<sub>2</sub>eC<sub>8</sub> hydrocarbons in the United Kingdom over the period from 1993 to 2004. *Atmos. Environ.*, 41, 2559-2569, 2007
9. **Forrer, J., Rüttimann, R., Schneiter, D., Fischer, A., Buchmann, B. and Hofer P.:** Variability of trace gases at the high Alpine site Jungfraujoch caused by meteorological transport processes. *J. Geophys. Res.*, 105, D10, 12,241-12,251, 2000.
10. **Fries, E., Starokozhev, E., Haunold, W., Jaeschke, W., Hoog, I., Mitra, S. K. and Borrmann S.:** Laboratory studies on the uptake of aromatic hydrocarbons by ice crystals during vapor depositional crystal growth. *Atmos. Environ.*, 41, 6156-6166, 2007.
11. **Fries, E., Sieg, K., Püttmann, W., Jaeschke W., Winterhalter, R., Williams, J., Moortgat, G.:** Benzene, alkylated benzene, chlorinated hydrocarbons and monoterpenes in snow ice in spring at Jungfraujoch (46.6°N, 8.0°E) during CLACE 4 and 5. *Sci. Total. Environ.*, 391, 269-277, 2008.
12. **Franz, T.P. and Eisenreich, S.J.:** Snow scavenging of polychlorinated biphenyls and polycyclic aromatic hydrocarbons in Minnesota. *Environ. Sci. Technol.*, 32, 1771-1778, 1998.
13. **Fuzzi S., Andreae M. O., Huebert B. J., Kulmala M., Bond T. C., Boy M., Doherty S. J., Guenther A, Kanakidou M., Kawamura K., Kerminen V.-M., Lohmann U., Russell L. M., and Pöschl U.:** State of knowledge and research needs on organic aerosols. *Atmos. Chem. Phys.*, 6, 2017-2038, 2006

14. **Goss, K.-U.:** *The air/surface adsorption equilibrium of organic compounds under ambient conditions. Critical reviews. Environ. Sci. Technol., 34, 339-389, 2004.*
15. **Gröllert, C. and Puxbaum, H.:** *Lipid organic aerosol and snow composition at an elevated alpine site in the fall and spring season and scavenging ratios for single compounds. Water Air Soil Poll., 117, 157-173, 2000.*
16. **Hellén H., Hakola H., Pirjola L., Laurila T., and Pystynen K.-H.:** *Ambient air concentrations, source profiles, and source apportionment of 71 different C2-C10 volatile organic compounds in urban and residential areas of Finland. Environ. Sci. Technol., 40, 103-108, 2006*
17. **Hoff, J.T., Wania, F., Mackay, D. and Gillham R.:** *Sorption of non-polar organic vapors by ice and snow. Environ. Sci. Technol., 29, 1982-1989, 1995.*
18. **Karl T., Crutzen, P.J., Mandl, M., Staudinger, M., Guenther, A., Lordan, A., Fall, R. and Lindlinger, W.:** *Variability lifetime relationship of VOCs observed at the Sonnblick Observatory 1999 – Estimation of HO densities. Atmos. Environ., 35, 5287-5300, 2001.*
19. **Karl T. and Guenther A.:** *Atmospheric variability of biogenic VOCs in the surface layer measured by proton-transfer-reaction mass spectrometry. J. Mass spectr., 239, 77-86, 2004.*
20. **Kavouras I. G., Mihalopoulos N., and Stephanou E. G.:** *Formation of atmospheric particles from organic acids produced by forests. Nature, 395, 683-686, 1998.*
21. **Kleindienst T.E., Conner T.S., McIver C.D., and Edney, E.O.:** *Determination of secondary organic aerosol products from the photooxidation of toluene and their implication in ambient PM 2.5. J. Atmos. Chem., 47, 79-100, 2004.*
22. **Lei D.L and Wania F.:** *Is rain or snow a more efficient scavenger of organic chemicals? Atmos. Environ., 38, 3557-3571, 2004.*
23. **Levich V.:** *Physicochemical Hydrodynamics. Amer. J. Phys, 31, 892-892, 1963.*
24. **Li J., Cheng H., Zhang G., Qi S. and Li X.:** *Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) deposition to and exchange at the air-water interface of Luhu, an urban lake in Guangzhou, China. Environ. Pollut., 157, 273-279, 2009.*
25. **Li Y., Campana, M., Reimann, S., Schaub, D., Stemmler, K., Staehelin, J. and Peter, T.:** *Hydrocarbon concentrations at the Alpine mountain sites Jungfraujoch and Arosa. Atmos. Environ., 39, 1113-1127, 2005.*
26. **Monod A., Sive B.C., Avino P., Chen T., Blake D.R. and Rowland F.S.:** *Monocyclic aromatic compounds in ambient air of various cities: a focus on correlations between the xylenes and ethylbenzene. Atmos. Environ., 35, 135-149, (2001)*
27. **National Research Council,** *Rethinking the Ozone Problem in Urban and Regional Air Pollution. National Academy Press, Washington, DC, 1991.*
28. **Odum J R., Jungkamp T.P. W., Griffin R.J., Forstner H.J.L.; Flagan R.C. and Seinfeld J.H.:** *Aromatics, Reformulated Gasoline, and Atmospheric Organic Aerosol Formation. Environ. Sci. Technol., 31, 1890-1897, 1997.*
29. **Prévot, A.S.H., Dommen, J. and Bäumle, M.:** *Influence of road traffic on volatile organic compound concentrations in and above a deep Alpine valley. Atmos. Environ., 34, 4719-4726, 2000*
30. **Roth C.M., Goss K.-U., and Schwarzenbach R.P.:** *Sorption of diverse organic vapours to snow. Environ. Sci. Technol., 38, 4078-4084, 2004.*

31. **Sato E., Matsumoto, K., Okochi H. and Igawa M.:** Scavenging effect of precipitation on volatile organic compounds in ambient atmosphere. *B. Chem. Soc. Jpn.* 79, 1231-1233, 2006.
32. **Sieg K, Fries E. and Püttmann W.:** Analysis of BTEX and n-aldehydes (C6–C10) in melted snow water by use of solid phase dynamic extraction (SPDE) combined with GC/MS. *J. Chromatogr A*, 1178, 178–186, 2008.
33. **Suzuki T.:** Relationship between atmospheric fluxes and concentrations of ter-rigenous materials in the surface air over the Japan sea. *J. Oceanogr.*, 50, 173-178, 1994.
34. **Wania F., Mackay D. and Hoff J.T.:** The importance of snow scavenging of polychlorinated biphenyl and polycyclic aromatic hydrocarbon vapors. *Environ. Sci. Technol.*, 33, 195-197, 1999.
35. **Winkler J., Blank, P., Glaser K., Gomes J.A.G., Habram, M, . Jambert, C., Jaeschke, W., Konrad S., Kurtenbach R., Lenschow P., Lörzer J.C., Perros P.E., Pesch M., Prümke H.J., Rappenglück B., Schmitz Th., Slemr, F., Volz-Thomas A. and Wickert B.:** Ground-based and airborne measurements of nonmethane hydrocarbons in BERLIOZ: Analysis and selected results. *J. Atmos. Chem.*, 42, 465-492, 2002.
36. **Tani A., Nozoe S., Aoki M. and Hewitt C.N.:** Monoterpene fluxes measured above a Japanese red pine forest at Oshiba plateau, Japan. *Atmos. Environ.*, 36, 3391–3402, 2002.
37. **Zalel A., Yuval, Broday D.M.:** Revealing source signatures in ambient BTEX concentrations. *Environ. Pollut.*, 2008.
38. **Zanis P., Monks, P.S., Schuepbach E., Penkett, S.A.:** The role of in-situ photo-chemistry in the control of ozone during spring at the Jungfrauoch observatory (3.580 m asl)-comparison of model results with measurements. *J. Atmos. Chem.*, 37(1), 1-27, 2000.

Table 1. Meteorological parameters during CLACE 5 (2006).

Date	Sampling time	Wind speed (vector) [ $\text{m s}^{-1}$ ]	Relative humidity [%]	Air temperature [ $^{\circ}\text{C}$ ]	Global radiation [ $\text{W m}^{-2}$ ]
24 February	00:00-04:00	3,7	55,4	-16,4	0
	04:00-08:00	9,1	52,7	-16,5	0
	08:00-12:00	9,6	98,2	-14,5	102
	12:00-16:00	14,2	98,5	-13,7	312
	16:00-20:00	11,7	99,8	-13,7	78
	20:00-24:00	15,7	99,3	-14,2	0
1 March	00:00-04:00	8,1	100	-21,6	0
	04:00-08:00	7,9	97,5	-22,5	0
	08:00-12:00	6,9	100	-24,1	114
	12:00-16:00	4,2	98,7	-23,2	390
	16:00-20:00	2,7	78,8	-23,7	42
	20:00-24:00	2,9	52,8	-24,4	0
11 March	00:00-04:00	5,1	96,3	-17,8	0
	04:00-08:00	7,5	99,3	-17,8	0
	08:00-12:00	8,2	98,3	-18,3	126
	12:00-16:00	12,6	95,8	-17,7	516
	16:00-20:00	13,3	99,8	-13,7	78
	20:00-24:00	8,1	99,3	-16,2	0
12 March	00:00-04:00	7,5	100	-21,6	0
	04:00-08:00	6,5	99,8	-23,7	0
	08:00-12:00	6,7	100	-24,3	114
	12:00-16:00	5,6	100	-26,6	618
	16:00-20:00	5,6	99,1	-27,6	102
	20:00-24:00	2,1	46,6	-24,4	0

Table 2. Physico-chemical parameters of VOCs, measured in air samples during CLACE 5.

Compound	Molecular weight	Water solubility (mg/L)	H(25 °C) (kPam-Vmole)	H(25 °C) (dimensionless)	Boiling point (°C)	OH Rate <sup>a</sup> constant (cm <sup>3</sup> /mole s)	Atmospheric lifetime <sup>a</sup>
<b>Isobutane</b>	58	48,8	120,6	47,6	-11,7	$1,97 \times 10^{-12}$	11,7 days
<b>n-butane</b>	58	61,2	96,3	38	-0,5	$2,14 \times 10^{-12}$	10,8 days
<b>isobutene</b>	56	263	22,1	8,27	-6,9	$5,14 \times 10^{-11}$	10,8 h
<b>3 methylpentane</b>	86	17,9	170,2	67,2	63,2	$5,7 \times 10^{-12}$	4 days
<b>2 methylpentane</b>	86	14	173,3	68,4	60,2	$5,6 \times 10^{-12}$	4,1 days
<b>n-pentane</b>	72	38	126,7	50	36	$3,54 \times 10^{-12}$	6,5 days
<b>isopentane</b>	72	48	141,9	56	27,8	$3,36 \times 10^{-12}$	6,8 days
<b>n-hexane</b>	86	9,5	182,4	72	68,7	$5,09 \times 10^{-12}$	4,5 days
<b>benzene</b>	78	1780	0,557	0,22	80,1	$1,16 \times 10^{-12}$	19,9 days
<b>toluene</b>	92	526	0,673	0,27	110,6	$5,64 \times 10^{-12}$	4,1 days
<b>o-xylene</b>	106	178	0,525	0,21	144,4	$1,37 \times 10^{-11}$	40,6 h
<b>m/p-xylene</b>	106	161	0,728	0,29	139,1	$2,36 \times 10^{-11}$	23,5 h
<b>ethylbenzene</b>	106	169	0,798	0,32	136,2	$7,1 \times 10^{-12}$	3,2 days
<b>1,3,5-TMB</b>	120	48	0,889	0,36	165	$5,75 \times 10^{-11}$	9,6 h
<b>1,2,4-TMB</b>	120	57	0,624	0,25	169	$3,3 \times 10^{-11}$	16,8 h

<sup>a</sup>Assuming [OH]= $5 \times 10^5$  cm<sup>-3</sup> the upper limit of the OH concentrations in the winter-free troposphere (Li et al., 2005)

Table 3. Initial (C) concentration before wet deposition and the final (C') concentration after wet deposition of VOCs in the ambient air and their removal efficiency (Ec) by snow, calculated from air concentrations during CLACE 5 (2006).

Sampling time	24.02.06	11.03.06	01.03.06 12.03.06			
	16:00-20:00			08:00-12:00		
	C'	C	Ec (%)	C'	C	Ec (%)
<b>Isobutane</b>	0,360	0,605	41	0,319	1,085	71
<b>n-butane</b>	0,106	0,265	60	0,128	0,418	69
<b>isobutene</b>	0,163	0,206	21	0,087	0,224	61
<b>3 methylpentane</b>	0,201	0,304	34	0,092	0,188	51
<b>2 methylpentane</b>	0,122	0,205	40	0,074	0,168	56
<b>n-pentane</b>	0,112	0,278	60	0,039	0,234	83
<b>isopentane</b>	0,105	0,249	58	0,036	0,507	93
<b>n-hexane</b>	0,065	0,158	59	0,052	0,218	76
<b>benzene</b>	0,433	1,101	61	0,111	0,654	83
<b>toluene</b>	0,177	0,339	48	0,064	0,233	73
<b>o-xylene</b>	0,055	0,079	30	0,022	0,036	39
<b>m/p-xylene</b>	0,057	0,084	32	0,020	0,041	51
<b>ethylbenzene</b>	0,045	0,064	30	0,021	0,067	68
<b>1,3,5-TMB</b>	0,179	0,405	56	0,075	0,266	72
<b>1,2,4-TMB</b>	0,045	0,115	61	0,019	0,077	75

Table 4. Concentrations of VOCs in air ( $C_{air}$ ) and snow ( $C_{snow}$ ) samples collected on 24 February and 1 March (2006), and distribution coefficients derived empirically ( $K_{air/snow}$ ) and calculated from previous reports ( $K_{air/snow}^b$ ).

Sampling time	24.02.06 12:45			01.03.06 14:50			
Ambient temperature	T= -24 °C (249 K)			T= -13,7 °C (259,3 K)			
	$C_{air}$ $\mu\text{g m}^{-3}$	$C_{snow}^a$ $\text{ng L}^{-1}$	$K_{air/snow}$	$C_{air}$ $\mu\text{g m}^{-3}$	$C_{snow}^a$ $\text{ng L}^{-1}$	$K_{air/snow}$	$K_{air/snow}^b$
benzene	0,37	69	0,0054	0,33	69	0,0048	0,0062
toluene	0,15	397	0,0004	0,19	558	0,0003	0,0028
o-xylene	0,05	166	0,0003	0,07	238	0,0003	0,0011
m/p-xylene	0,04	104	0,0004	0,06	169	0,0004	0,0013
ethylbenzene	0,04	172	0,0002	0,06	285	0,0002	0,0015
1,3,5-TMB	0,15	42	0,0036	0,23	68	0,0034	0,0052
1,2,4-TMB	0,04	203	0,0002	0,06	477	0,0001	0,0005

<sup>a</sup> Fries et al. (2008)

<sup>b</sup> Calculated using Eq. (4) by Lei & Wania (2004), and Eq. (5) by Roth et al. (2004), extrapolated to  $\sim 13.7^\circ\text{C}$

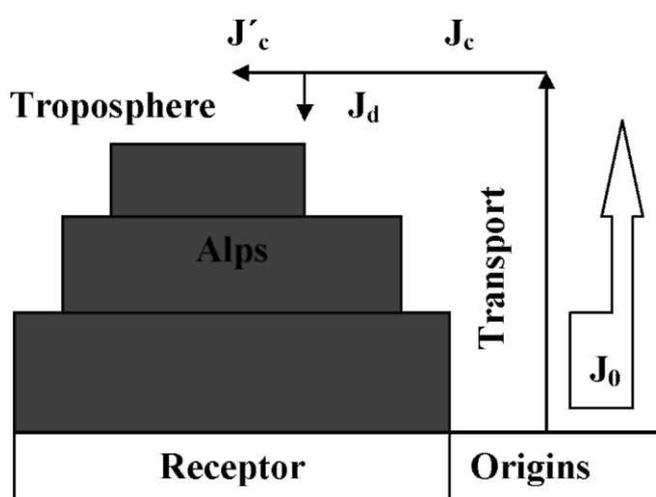


Figure 1. Physico-chemical transport model of organic compounds in the troposphere.

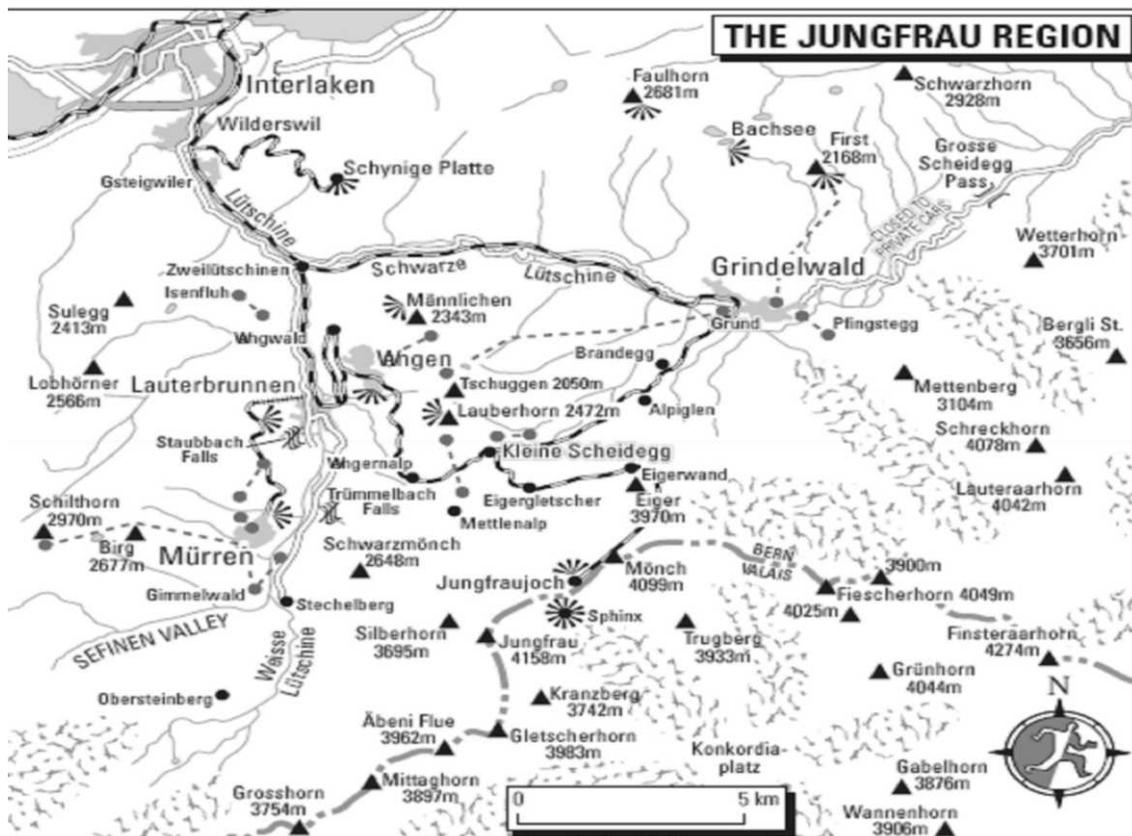


Figure 2. Geographical setting of the Jungfraujoch high alpine research station, Switzerland (Rough Guides/Map published on <http://Switzerland.isyours.com>).

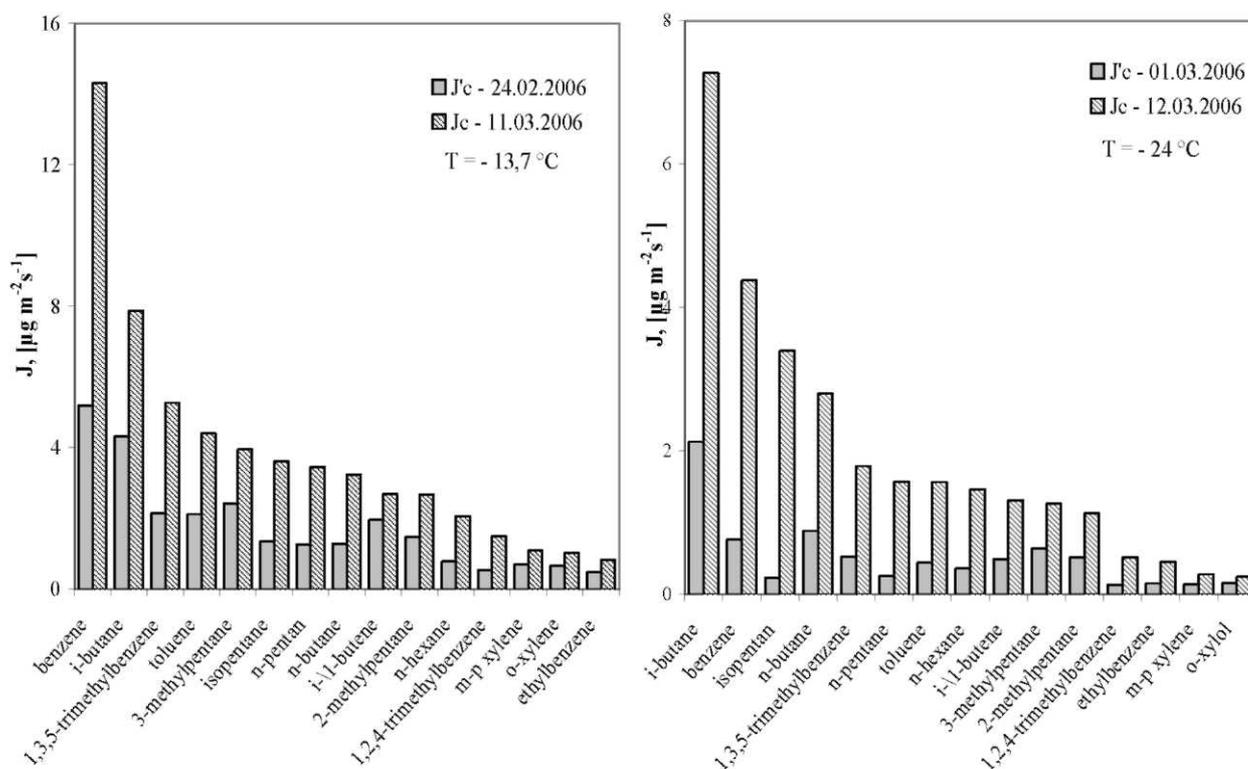


Figure 3. Initial ( $J_c$ ) and final ( $J'_c$ ) fluxes (before and after wet deposition) of VOCs in the ambient air at temperatures below  $0^\circ\text{C}$  during CLACE 5 (2006).

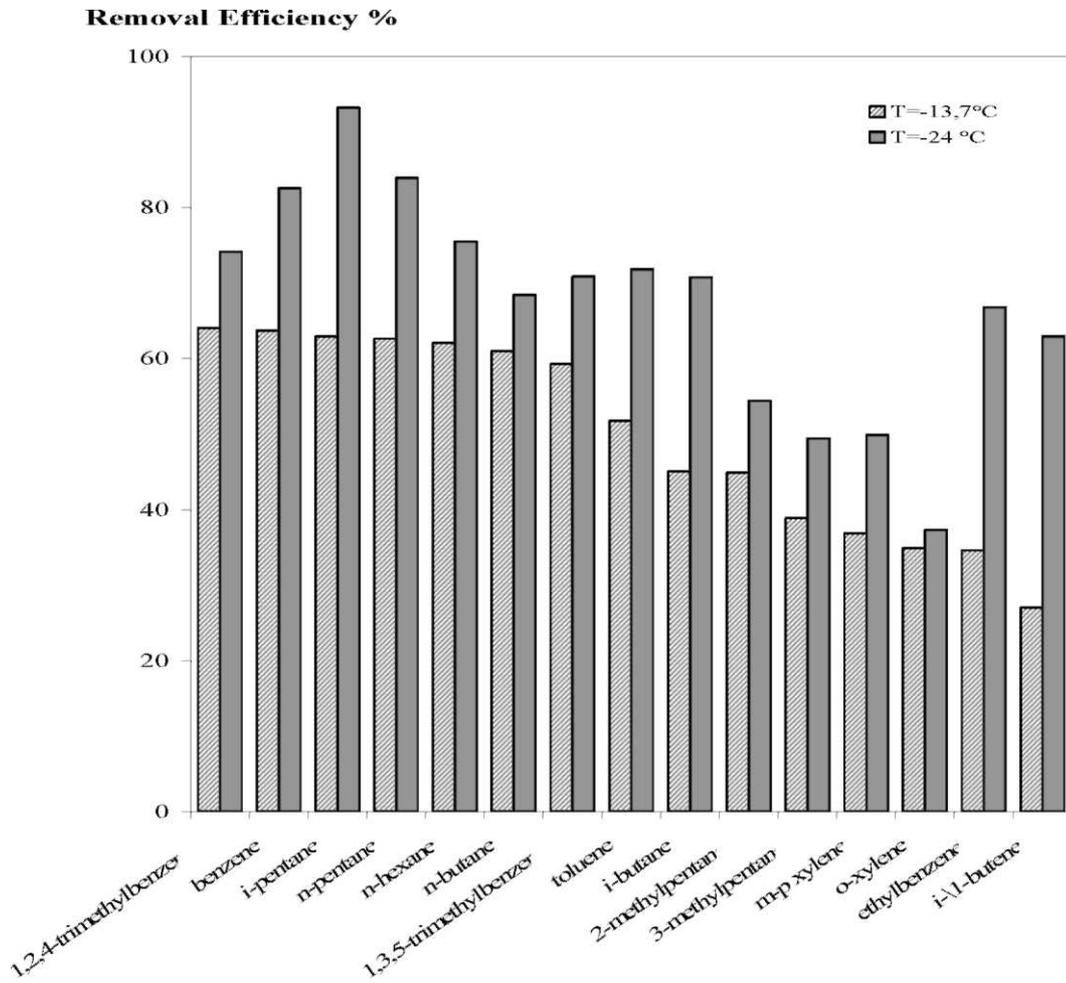


Figure 4. Removal efficiency of VOCs by snow under various atmospheric conditions.

# АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГТЭС НА ПРИМЕРЕ РОДНИКОВСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Ильина Н.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Из 55 миллиардов кубометров ежегодно извлекаемого российскими предприятиями попутного нефтяного газа (ПНГ) в переработку направляется лишь 26 %, около 27 % газа сжигается в факелах и 47 % используется компаниями-недропользователями на нужды промыслов, либо списывается на технологические потери. От такого нерационального использования ПНГ российская экономика теряет более 13 млрд. долларов США в год. Помимо потерь невозобновляемого энергетического и химического сырья, при сжигании ПНГ в атмосферу по разным оценкам выбрасывается от 322 до 400 тыс. тонн твердых загрязняющих веществ, что составляет 15 % общего годового объема всех выбросов в атмосферу. (1)

В Оренбуржье процент утилизации попутного газа, который сжигается на факелах, будет доведен к 2013 году с сегодняшних 70 до 95%, согласно программе «Газ», разработанной и осуществляемой в ОАО «Оренбургнефть» ТНК-ВР. Реализация программы «Газ» ТНК-ВР в Оренбургском регионе оценивается в 9 млрд. 131 млн. руб. что позволит использовать 11262,2 млн.м3 ПНГ Выбросы сжигаемого газа в атмосферу снизятся на 8,5 млн.тонн/год (Таблица № 1), что благоприятно отразится на экологической обстановке в регионе.

Таблица № 1 Предотвращенный экологический ущерб

Показатели		Единицы измерения	Значение	
Объемный расход газа		тыс.м3/год	11262200,00	
		м3/час	1285639,27	
Массовый расход газа		т/год	21791645,41	
		кг/час	2487630,75	
Ингредиенты	Удельные выбросы вредных веществ, кг/кг	Единицы измерения	Значение	
Оксид углерода	$q_{CO}$	0,25	г/с	172890,337
			т/год	5447911,352
Диоксид азота	$q_{NOx}$	0,002	г/с	1106,498
			т/год	34866,633
Оксид азота	$q_{NOx}$	0,002	г/с	179,806
			т/год	5665,828
Сажа	$q_{саж}$	0,03	г/с	20746,840
			т/год	653749,362
Бенз(а)пирен	$q_{б(а)п}$	8E-11	г/с	5,53E-05
			т/год	1,74E-03
Диоксид серы	$q_{SO2}$	2,41E-04	г/с	166,650
			т/год	5251,277
Метан	$q_{CH}$	0,1085	г/с	8330,936
			т/год	262514,393
C2-C5	$q_{CH}$	0,1085	г/с	66675,242
			т/год	2100989,644
Сероводород	$q_{H2S}$	4,49E-06	г/с	3,103
			т/год	97,790
<b>Всего:</b>			<b>г/с</b>	<b>270099,414</b>
			<b>т/год</b>	<b>8511046,281</b>

В настоящее время налажено производство техники, на основе которой предлагаются комплексные решения по строительству газотурбинных электростанций (ГТЭС), способных в короткие сроки решить энергетические проблемы. (2)

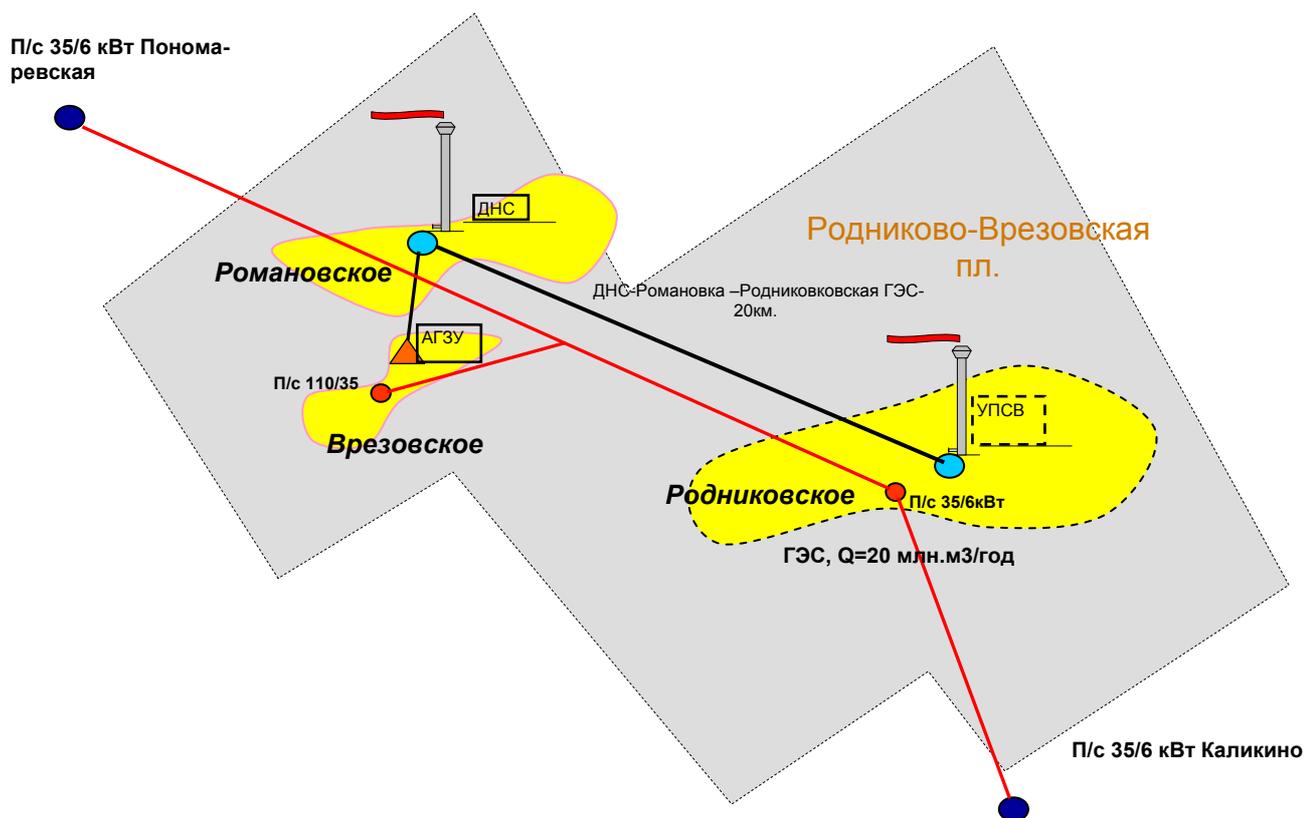
Уже сегодня введена в эксплуатацию газокompрессорная станция на Загорско-Лебяжинском месторождении, построены ГТЭС на Вахитовском и Родниковском месторождениях, топливом для которых служит попутный газ.

Рассмотрим эффективность использования ГТЭС на примере Родниковской группы месторождений ОАО «Оренбургнефть».

### Существующая инфраструктура

Газоперерабатывающие сооружения Родниковской группы месторождений до строительства ГТЭС не позволяли утилизировать достаточные объемы газа, которые бы удовлетворяли лицензионным соглашениям или соглашениям по охране окружающей среды. По большей части, газ сжигался на факелах Родниковской УПСВ и ДНС Романовская, лишь незначительное его количество шло на внутренние нужды. Газ со скважин Врезовского месторождения попадал непосредственно на Романовскую ДНС для сепарации (рисунок № 1). Источником электроэнергии являлись подстанция (П/с) Каликино и П/с Пономаревская. (3)

Рисунок № 1 Принципиальная схема



Ранее на Родниковской группе месторождений, часть попутно добываемого газа использовалось для подготовки нефти (на УПСВ Родниковская работали две печи с общей потребностью газа 3,2 млн. м<sup>3</sup> в год). В 2008 году общий объем сжигаемого газа по Родниковской группе месторождений составил около 20 млн.м<sup>3</sup>. Валовый выброс - 7366 тонн (организованный источник – факел). Плата за выбросы около 3,2 млн. руб. За 9 месяцев 2009 года: объем сжигаемого газа – 7,3 млн. м<sup>3</sup>. Валовый выброс – 5528 тонн (организованный источник – факел). Плата за выбросы около 660 тыс. руб. Вполне реальная цифра для выплаты, но в целях предотвращения загрязнения атмосферного воздуха выбросами вредных (загрязняющих) веществ и сокращения эмиссии парниковых газов, образующихся при сжигании попутного нефтяного газа, Правительство Российской Федерации 8 января 2009 г. постановило: 1. Установить целевой показатель сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках на 2012 год и последующие годы в размере не более 5 процентов от объема добытого попутного нефтяного газа (далее - целевой показатель). 2. Установить, что с 1 января 2012 г. плата за выбросы вредных (загрязняющих) веществ, образующихся при сжигании попутного нефтяного газа на факельных установках, рассчитывается:

- для объема, соответствующего значению целевого показателя, - в соответствии с пунктами 2 - 4 Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 28 августа 1992 г. № 632;

- для объема, превышающего значение целевого показателя и определяемого как разница между объемом сожженного попутного нефтяного газа и объемом попутного нефтяного газа, соответствующего значению целевого показателя, - в соответствии с пунктом 5 указанного Порядка как за сверхлимитное загрязнение. В этом случае при расчете к нормативам платы применяется дополнительный коэффициент, стимулирующий хозяйствующих субъектов к сокращению загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках, равный 4,5. С 1 января 2012 г. при отсутствии средств измерения и учета, подтверждающих фактический объем образования, использования и сжигания на факельных установках попутного нефтяного газа, значение указанного дополнительного коэффициента принимается равным - 6. 3. В приложении № 1 к постановлению Правительства Российской Федерации от 12 июня 2003 г. № 344 "О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2003, № 25, ст. 2528; 2005, № 28, ст. 2876) позицию 106 изложить в следующей редакции: "106.Метан 50 (ПДВ), 250 (ВСВ)". (4)

Если использовать положения данного Постановления при расчете платы за выбросы загрязняющих веществ на примере Романовского месторождения за 1 квартал 2008 года, разница составляет 3,6 млн. руб.

За весь год по Родниковской группе месторождений в 2008 году плата составила бы 11,6 млн. руб. вместо 3,2 млн. руб., т.е в 3,6 раза больше.

Для увеличения мощности существующей энергосистемы и эффективного использования попутного газа предлагается установка газотурбинных станций (ГТЭС) (рисунок № 2) на Родниковском месторождении для утилизации газа Врезовского, Романовского и Родниковского месторождений с целью выработки электрической энергии. Оборудование ГТЭС достаточно мобильно (таблица № 2) и при дальнейшем снижении загруженности в следствии снижения добычи попутного газа существует возможность демонтажа не загруженного оборудования с дальнейшей его установкой на объектах нуждающихся в утилизации попутно добываемого газа.

Рисунок № 2 Установка ГТЭС



Таблица № 2 Технические характеристики турбогенератора

Параметры	Электрическая мощность МВт	КПД ко-генерации, %	Топливо	Расход при максимальной загрузке, м3/час	Минимальное давление газа на входе, Мпа	Допустимые колебания входного давления, %	Периодичность технического обслуживания, ч
Модель DTG – 1,8 G	1,8	90	Газ	712	1	10	8000

Затраты на строительство ГТЭС «Родниковская» составляют 437, 5 млн. руб. Уровень использования ПНГ составит 95% - 380 млн. м3 (вместо 21%).

Этот вариант позволяет рационально использовать попутный газ для производства электрической энергии по более низкой себестоимости, чем из сетей РАО ЕЭС, значительно повышает надежность электроснабжения. (5)

Таким образом, реализация проекта по утилизации попутного газа при помощи ГТЭС позволяет:

- Эффективно использовать ПНГ, и как следствие получение дохода за выработку дополнительной мощности
- Выполнить лицензионные обязательства по утилизации ПНГ до 95 % - 380 млн.м3 и соответственно отказ от выплаты штрафов за выбросы сжигаемого газа
- Гибко реагировать на потребление электроэнергии, что в нужный момент позволит увеличить ее производство и позволит создать конкуренцию в выработке мощностей предприятиям обеспечивающих отпуск электроэнергии в данном регионе

#### *Список используемой литературы:*

1. *Наталья Комарова из выступления на «Заседании Высшего экологического совета при думском комитете по природным ресурсам, природопользованию и экологии»;*
2. <http://www.gt.npo-saturn.ru/> *Газотурбинные технологии ОАО «Сатурн - Газовые турбины» для решения проблем энергоснабжения российских городов;*
3. *Унифицированные технологические схемы сбора, транспорта нефти и газа нефтесодобывающих районов;*
4. *Постановление от 8 января 2009 г. № 7 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках»;*
5. *Технические условия на проектирование системы газоснабжения электростанции на Родниковском месторождении.*

## **ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ**

**Гривко Е.В., Примакова В.В., Смагина А.В., Токарь Ю.Г.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург)**

Загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами неизбежно при осуществлении производственной деятельности любого предприятия или организации. Почва принимает на себя неблагоприятное воздействие нефти и нефтепродуктов и аккумулирует вредные химические вещества. Часть их может быть трансформирована в почве в вещества, не оказывающие токсического воздействия на растения и людей, часть – может связаться с минеральными и органическими веществами почвы, повышая уровень ее токсичности и отрицательно влияя на рост и развитие растений. Скорость трансформации нефти и нефтепродуктов в почве зависит от ее физико-химических характеристик и особенностей природно-климатической зоны региона. /4/

Учитывая актуальность данного вопроса, была проведена работа по обоснованию предельно-допустимой концентрации (ПДК) нефти в почве на территории Сорочинского нефтегазового комплекса, а также исследованы водно-физические свойства данной почвы.

Одним из звеньев нефтегазового комплекса Оренбургской области является ОАО «Оренбургнефть» - НГДУ «Сорочинскнефть», в частности, Горное, Ольховское, Родинское и Сорочинско-Никольское месторождения.

В ходе инженерно-экологических изысканий была отобрана проба почвы на Горном, Ольховском, Родинском и Сорочинско-Никольском месторождениях на наличие в почве хлоридов, сульфатов и нефтепродуктов. ПДК веществ в почве определялось в соответствии с методическими пособиями /1,2,3/. Результаты химического анализа отобранных образцов почвы приведены в таблице 1 и рисунков 1 – 12.

Хлориды относятся к наиболее типичным загрязнителям почвы на объектах нефтедобычи, так как при бурении на поверхность часто попадают высокоминерализованные воды, что приводит к формированию качественно иной геохимической обстановки.

По результатам анализа концентрация хлорид-ионов в четырех пробах, отобранных на исследованной территории, достаточно высокая концентрация наблюдается на Сорочинско-Никольском месторождении возле ДНС (дожимно-насосной станции) и составляет 806,0 мг/кг.

Содержание нефтепродуктов относится к числу основных показателей, характеризующих экологическое состояние почв.

Таблица 1 – Результаты химического анализа отобранных проб

Месторождения (объект)	Направление	Концентрация, мг/кг											
		нефтепродукты				хлориды				сульфаты			
		1000	300	150	100	1000	300	150	100	1000	300	150	100
Горное (ДНС)	СЗ	74,23	34,65	-	110,8	123,6	62,3	-	93,6	8,5	2,8	-	3,6
	СВ	69,5	20,8	-	54,9	101,1	67,4	-	67,4	10,5	5,7	-	4,4
	ЮЗ	96,85	54,7	-	104,6	124,6	74,3	-	110,6	13,6	8,1	-	9,7
	ЮВ	83,4	72,1	-	170,6	310,6	80,31	-	210,6	17,6	13,2	-	11,8
Ольховское (ДНС)	СЗ	21,2	27,2	-	37,6	67,4	67,4	-	70,8	7,1	3,9	-	3,1
	СВ	43,6	20,1	-	34,8	71,6	58,4	-	71,68	6,3	3,1	-	2,4
	ЮЗ	30,4	19,1	-	43,7	80,6	86,3	-	80,6	7,9	3,9	-	3,9
	ЮВ	101,6	19,1	-	69,3	136,8	112,6	-	78,9	2,8	4,2	-	6,4
Родинское (ДНС)	СЗ	19,2	19,1	91,73	-	87,6	70,8	206,3	-	3,9	3,5	9,3	-
	СВ	28,9	23,4	72,1	-	74,1	63,2	120,6	-	4,3	3,4	8,7	-
	ЮЗ	34,8	37,6	107,8	-	86,4	70,8	301,6	-	3,9	4,8	14,8	-
	ЮВ	42,3	57,83	107,6	-	87,6	87,5	300,8	-	5,35	5,1	19,3	-
Сорочинско-Никольское (ДНС)	СЗ	34,6	56,3	-	131,6	80,6	37,5	-	806,0	6,4	3,2	-	33,7
	СВ	42,3	21,3	-	65,81	93,8	50,6	-	57,6	5,6	4,8	-	7,4
	ЮЗ	69,5	74,8	-	150,4	104,3	70,4	-	157,8	8,87	5,8	-	24,8
	ЮВ	83,6	71,6	-	169,2	139,8	74,3	-	728,3	14,5	8,7	-	10,5

Характер распределения нефтяных компонентов в почвах зависит от ряда факторов, в том числе от морфологических, структурных, вещественных генетических особенностей конкретного почвенного профиля, его положения в системе геохимических сопряжений ландшафтных фаций, количества и состава разлившегося пластового флюида, температуры окружающего воздуха, времени, прошедшего с момента разлива. Все это определяет разнообразие распределения нефтяных компонентов в почвенном профиле. Основными факторами выступают водно-термический режим почв и их механический состав. /6,7,8/

Сорочинско-Никольское месторождение расположено на территории двух административных районов Оренбургской области – Сорочинского и Красногвардейского. Рельеф рассматриваемой местности представляет собой всхолмленную равнину, расчлененную промоинами и оврагами и балками. С северо-востока на юго-запад территорию лицензионного участка пересекает река Малый Уран, принимающая в себя ряд мелких притоков (реки Табунок, Боровка, Толкаевка и др.). Площадь нефтепромысла в границах лицензионного участка составляет 17264 га. Сельско-хозяйственные угодья составляют 91,2% площади месторождения. Лесистость лицензионного участка равна 5,9 % , 4,5 %.

Нефть, добываемая на этом месторождении, характеризуется как сернистая (0,75-2,48%), смолистая (3,15 - 15,78%), парафинистая (3,37-6,77%). Плотность нефти составляет в среднем 0,855 т /м<sup>3</sup>. В настоящее время фонд добы-

вающих скважин составляет 49 единиц, из них 7 скважин находятся в бездействии. /9/

Распространение нефтепродуктов, хлоридов и сульфатов на Сорочинско-Никольском месторождении (от дожимно-насосной станции (ДНС)) показано на рисунках 1, 2, 3.

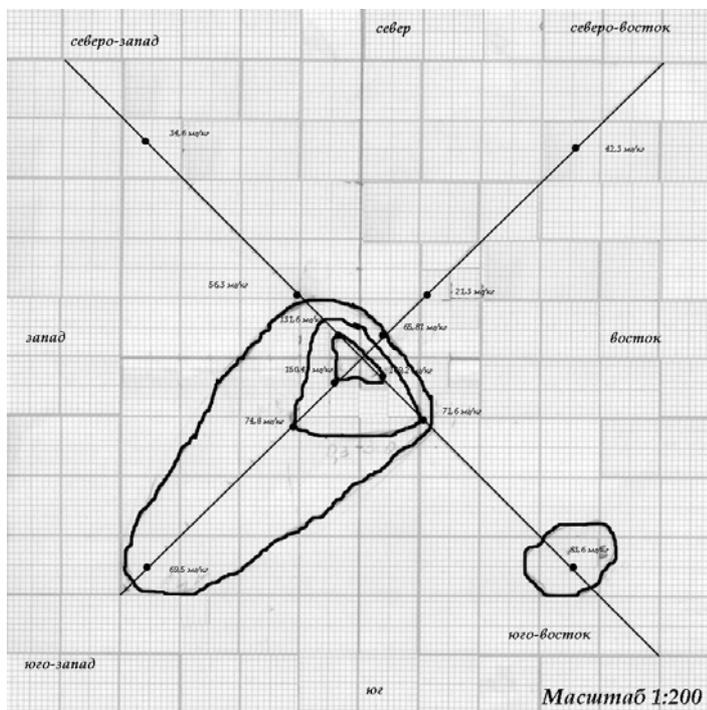


Рисунок 1 – Распространение нефтепродуктов от Сорочинско-Никольской ДНС.

Распространение нефтепродуктов более выражено на юго-запад, что связано с розой ветров и рельефом данной местности. Хлориды – на северо-восток и северо-запад. Максимальная концентрация данного ингредиента (точка выпадения) находится на юго-востоке на расстоянии 1000 м от ДНС. Нефтепродукты оказывают большее влияние на местность, которая располагается на северо-западе от ДНС. Точка выпадения лежит в 1000 метрах от ДНС на юго-востоке, это связано преобладающим направлением ветра.

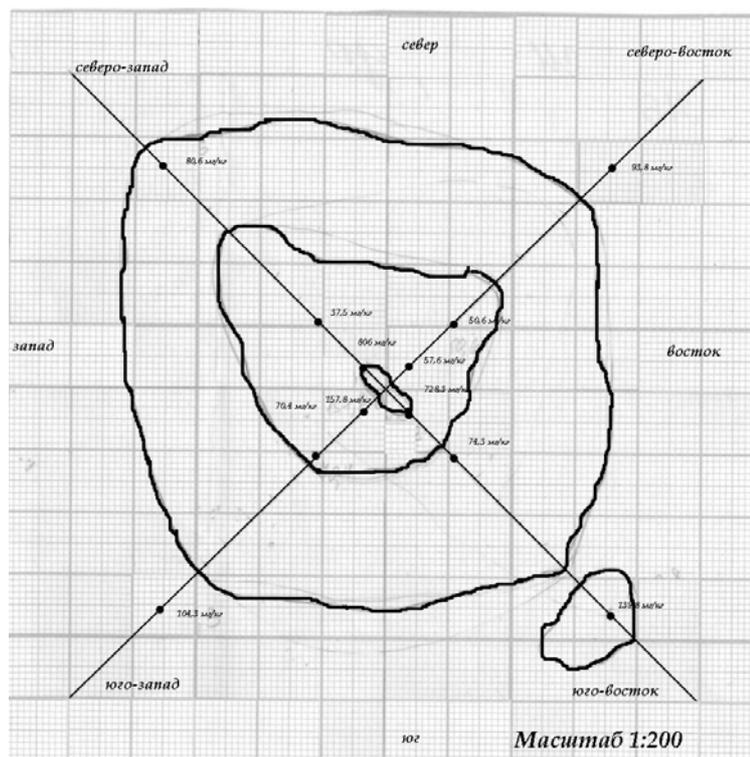


Рисунок 2 – Распространение хлоридов от Сорочинско-Никольской ДНС.

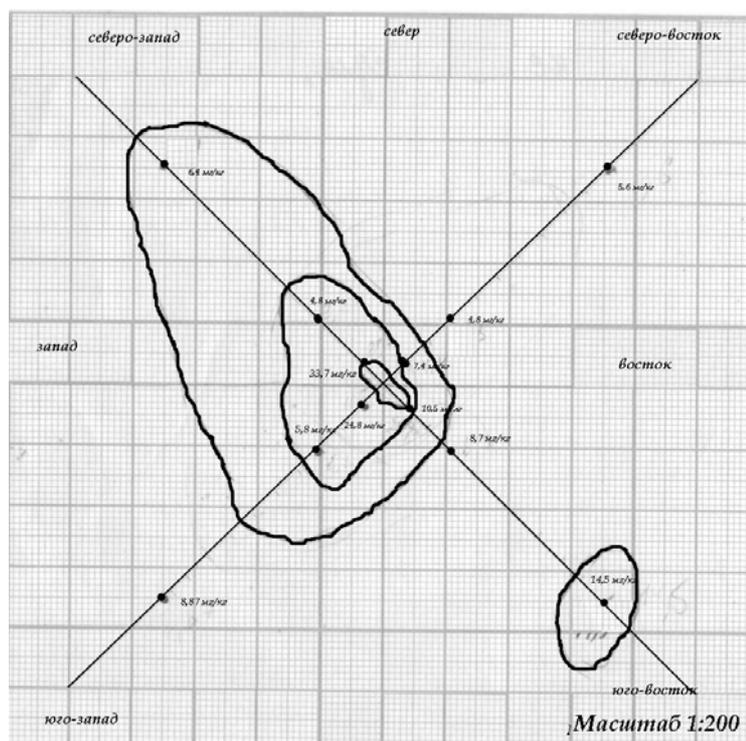


Рисунок 3 - Распространение сульфатов от Сорочинско-Никольской ДНС.

Родинское месторождение расположено на территории Сорочинского, Красногвардейского и грачевского района Оленбургской области. Рельеф местности представляет собой всхолмленную равнину, расчлененную промоинами, оврагами, балками и долинами рек. Гидрографическая сеть данной территории принадлежит бассейну реки Малый Уран и представлена его правыми притока-

ми - реками Боровка и Табунок. Площадь нефтепромысла – 10943 га. Сельскохозяйственные угодья составляют 97,4 % площади нефтепромысла. Лесистость лицензионного участка равна 2 %, 1,9 %.

Нефть, добываемая на данном нефтепромысле, характеризуется как легкая, маловязкая, сернистая (до 2 %), смолистая (до 16%), парафинистая (до 5,3%). Плотность нефти в среднем составляет 0,855 т /м<sup>3</sup>. /9/

Распространение нефтепродуктов, хлоридов и сульфатов на Родинском месторождении (от ДНС) показано на рисунках 4, 5, 6.

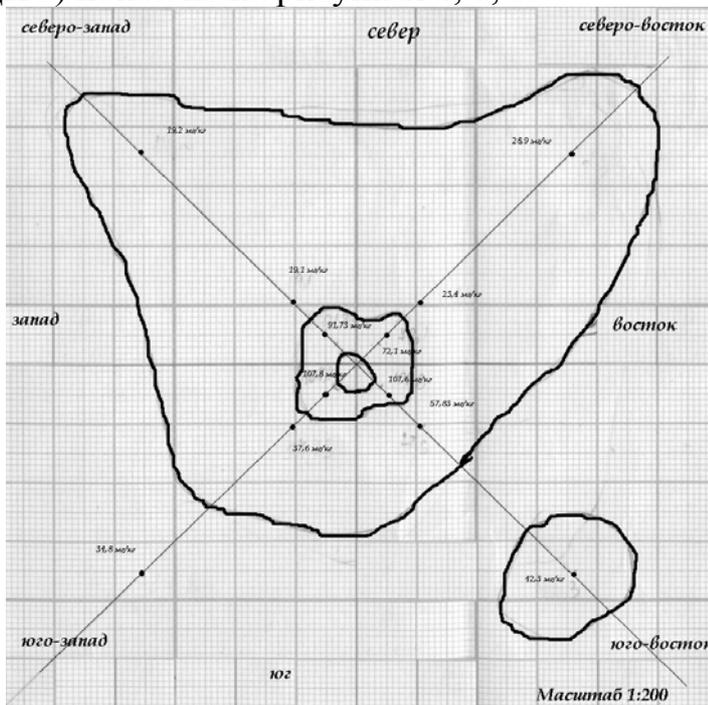


Рисунок 4 - Распространение нефтепродуктов от Родинской ДНС.

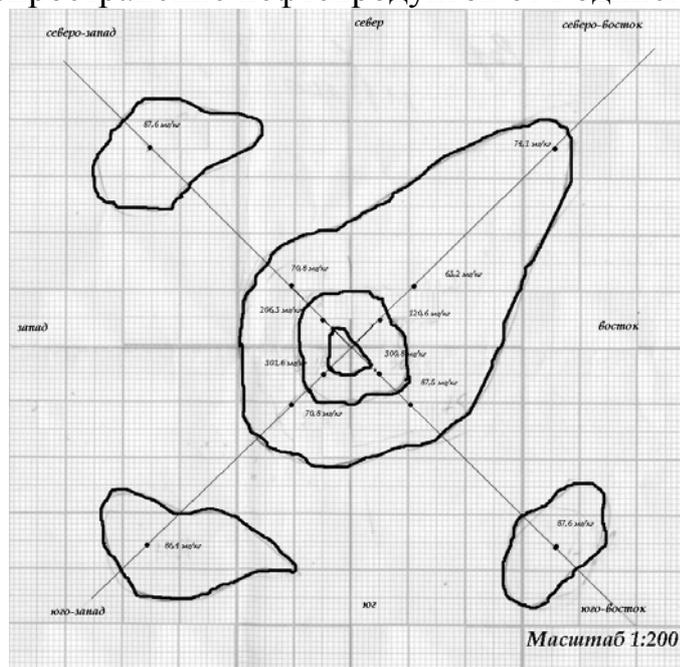


Рисунок 5 - Распространение хлоридов от Родинской ДНС.

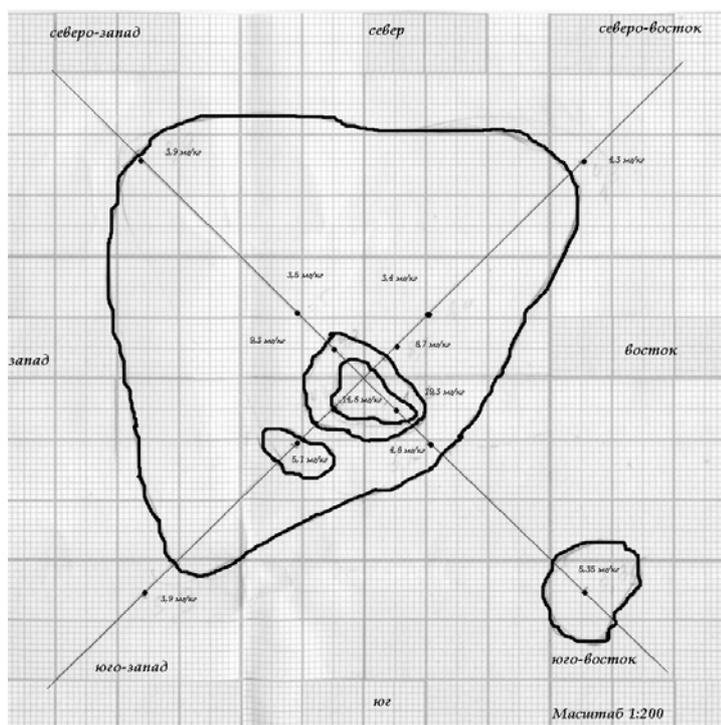


Рисунок 6 - Распространение сульфатов от Родинской ДНС.

Полученные данные показывают, что нефтепродукты преимущественно распространяются на северо-запад и северо-восток. Это связано, как и в предыдущей ситуации, с рельефом местности. Хлориды – на северо-восток. Максимальная концентрация данного ингредиента находится на юго-западе на расстоянии 1000 м от ДНС. Максимальная точка выпадения нефтепродуктов лежит в 1000 метрах от ДНС на юго-востоке, это связано преобладающим направлением ветра и рельефом местности.

Горное месторождение расположено в Красногвардеевском районе Оренбургской области. Площадь нефтепромысла составляет 2269 га. Сельскохозяйственные угодья составляют 88,45 % площади нефтепромысла. Нефть на горном месторождении характеризуется как легкая, с повышенной вязкостью, сернистая (до 2,1%), смолистая (до 8,9%), парафинистая (до 5,7%). Плотность нефти в среднем составляет  $0,876 \text{ т/м}^3$ . /9/

Распространение нефтепродуктов, хлоридов и сульфатов на Родинском месторождении (от ДНС) показано на рисунках 7, 8, 9.

Ольховское месторождение расположено на территории Сорочинского района. Рельеф рассматриваемого района представляет собой всхолмленную равнину, интенсивно расчленённую современной овражно-балочной сетью. В геоморфологическом строении территории главную роль играют водораздельные пространства и прилегающие к ним склоны.

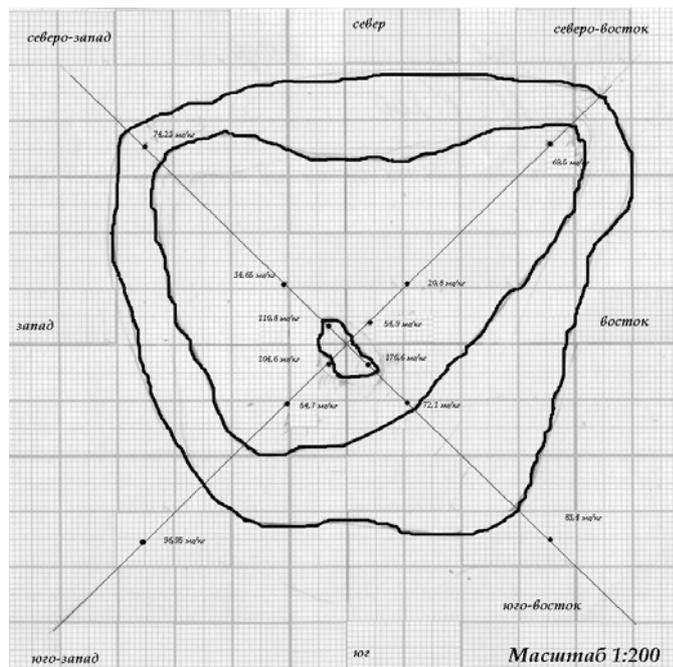


Рисунок 7 - Распространение нефтепродуктов от ДНС «Горная».

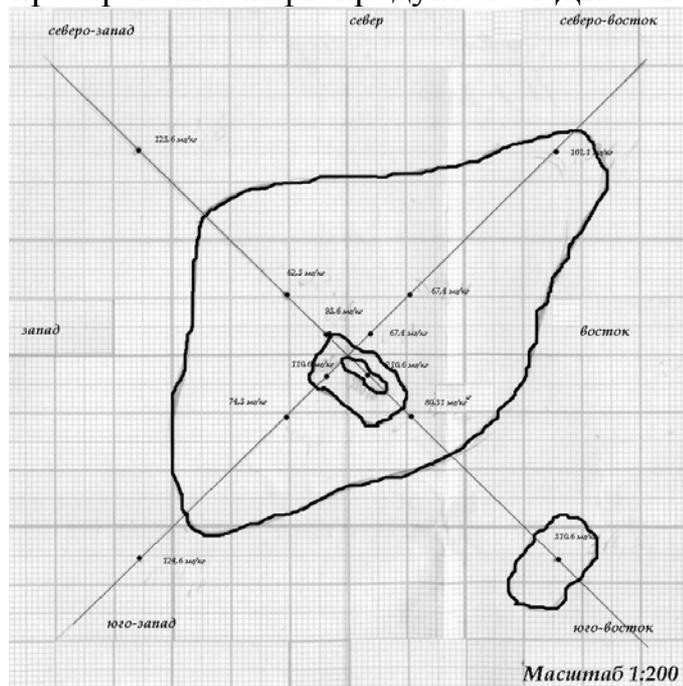


Рисунок 8 - Распространение хлоридов от ДНС «Горная».

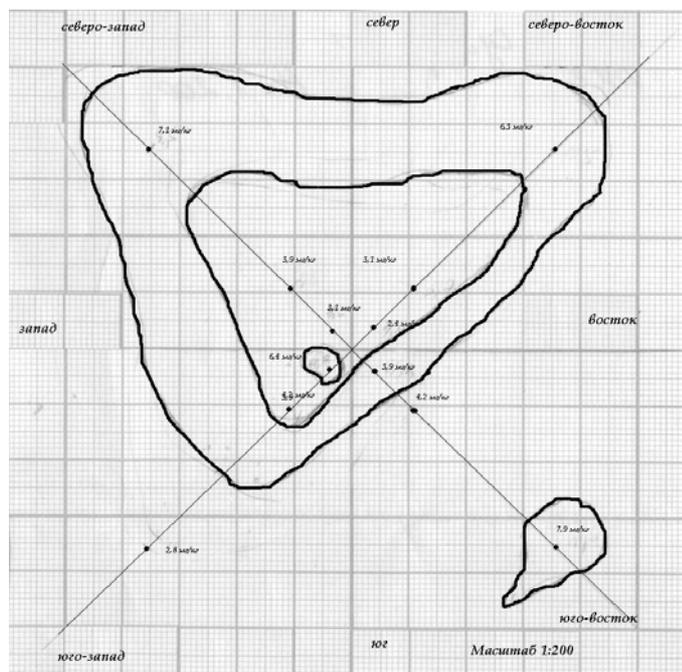


Рисунок 9 - Распространение сульфатов от ДНС «Горная».

Гидрографическая сеть района месторождений принадлежит бассейну реки Самара и представлена верховьями рек Грачевка, Толкаевка, Уранчик, а также небольшим отрезком нижнего течения реки Большой Уран. Непосредственно на территории Ольховского месторождения с северо-востока на юго-запад протекает река Уранчик. Площадь нефтепромысла в границах лицензионного участка составляет 6225 га. Сельско-хозяйственные угодья составляют 91,05 % площади нефтепромысла. Лесистость лицензионного участка равна 7,8 %.

Нефть, добываемая на месторождениях, характеризуется как малосмолистая. Плотность нефти в поверхностных условиях колеблется в пределах 0,776-0,842 г/см<sup>3</sup>. Содержание газа в пластовой смеси по разным пробам составляет от 140 до 483 т /м<sup>3</sup>. /9/

Распространение нефтепродуктов, хлоридов и сульфатов на Ольховском месторождении (от ДНС) показано на рисунках 10, 11, 12.

Результаты химического анализа почвы с данной территории показывают, что нефтепродукты преимущественно распространяются на северо-запад. Это связано, в основном, с рельефом и растительностью данной местности. Точка максимальной концентрации данного вещества находится на северо-востоке в 1000 м от ДНС «Ольховская».

Область распространения хлоридов лежит на северо-востоке, юго-западе и северо-западе. Максимальная концентрация данного ингредиента находится на юго-востоке на расстоянии 1000 м от ДНС.



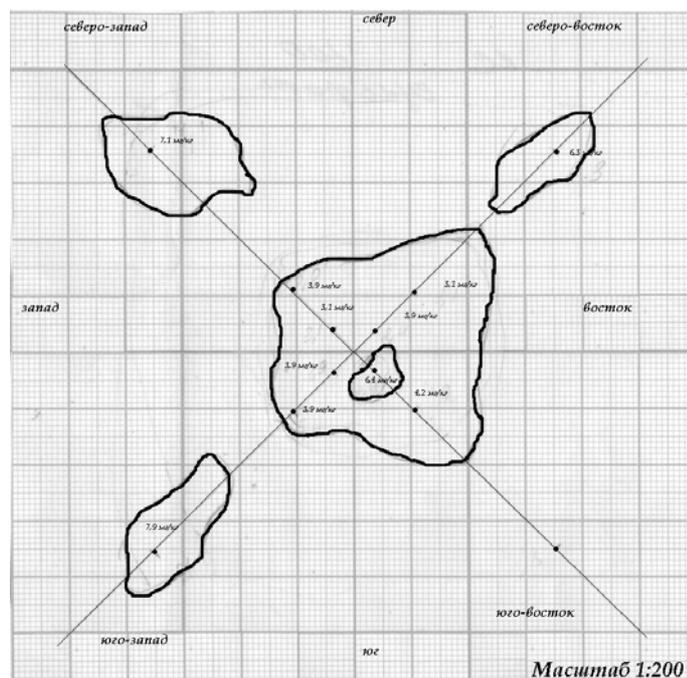


Рисунок 12 - Распространение сульфатов от ДНС «Ольховская».

Основными источниками выделения вредных веществ в атмосферу на рассматриваемых нефтяных месторождениях являются факела, резервуары, печи, котельная, площадки технологического оборудования, насосные установки, групповые замерные устройства (ГЗУ), устьевое оборудование эксплуатационных скважин.

В ходе проведения работ по мониторингу почв было установлено присутствие нефтепродуктов во всех организациях почвы на исследуемой территории. Наиболее неблагоприятная обстановка наблюдается в районе Горного месторождения, где основной вклад в загрязнения вносят площадки разведочных скважин, ДНС и факел.

Концентрация хлоридов в почвогрунтах определяется содержанием нефти.

В отличие от воды и атмосферного воздуха, которые являются лишь миграционными средами, почва является наиболее объективным и стабильным индикатором техногенного загрязнения. Она четко отражает эмиссию загрязняющих веществ и их фактического распределения в компонентах окружающей природной среды./7/

Организация совместной исследовательской деятельности аспирантов и студентов, в частности, по вопросу определения особенностей влияния предприятий на окружающую среду, передает теоретическим знаниям практическую ориентацию, что повышает профессиональную компетентность преподавателя.

*Список использованных источников:*

1. ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор почв»
2. ГОСТ 17.4.3 01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования»

3. *ГОСТ 17.4.4 02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб почвы для химического, бактериологического и гельминтологического анализа»*
4. **Степановских, А.С.** Прикладная экология. [Текст] / А.С.Степановских - Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2003 - 785 с.
5. **Асташкина Ю., Л.Макарова, И.Шестова, В.Шумеев.** Черное золото степей [Текст] / Ю. Асташкина и др.// Корпоративный журнал компании ТНК-ВР «Твоя компания», 2007, № 8. с. 36-40
6. **Пиковский Ю. И.** Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. [Текст] / Ю.И. Пиковский – М.: Издательство МГУ, 1993. - 208 с.
7. **Белов, П.С.** Экология и почвы. [Текст] / И.А. Голубева, П.С. Белов -М.: Химия, 1991.-352 с.
8. **Худайбергенова А.А.** К вопросу оценки нефтяного загрязнения почв//Научно-техническая конференция с международным участием «основные проблемы освоения и обустройства нефтегазовых месторождений и пути их решения»// Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 2008. - № 9, С.88-90
9. *Экологический паспорт НГДУ «Сорочинскнефть» ОАО «Оренбургнефть» [Текст], - Оренбург: ОАО «Оренбургнефть». 2008.- 54 с.*

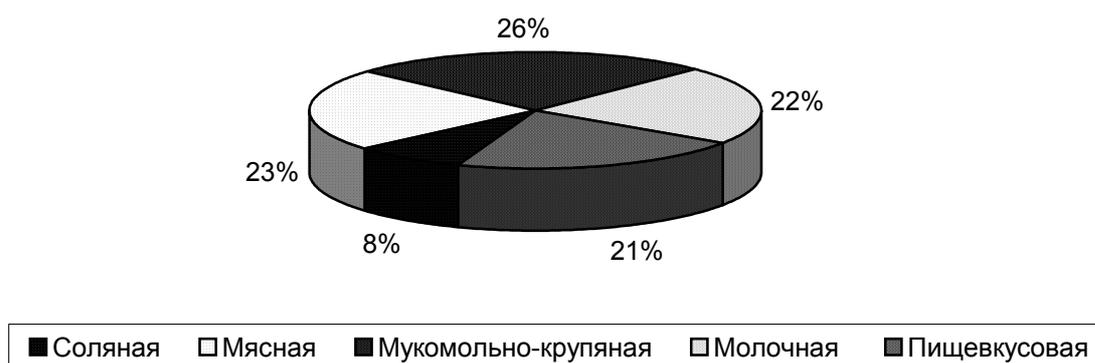
## ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ АПК Г. ОРЕНБУРГА

Глуховская М.Ю., Холодилина Т.Н.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Оренбургская область занимает 2-ое место после Республики Башкортостан одно в Уральском экономическом районе по производству многих видов сельскохозяйственной продукции, 14-15-е место в России по объему производства валовой продукции сельского хозяйства и 1-е место по валовому сбору зерна.

Ведущими отраслями являются: мукомольно- крупяная, мясная, молочная. На их долю приходится около 80 % всего объема выпускаемой продукции пищевой промышленности. Структура пищевой промышленности Оренбургской области представлена на диаграмме:

Отраслевая структура пищевой промышленности



Технологический процесс на данных предприятиях сопровождается образованием значительного количества побочных продуктов и отходов. На долю побочных продуктов и отходов приходится порядка 25-35 %.

На современном предприятии остро стоит вопрос эффективности использования имеющихся сырьевых ресурсов, поэтому при разработке и внедрении рациональных технологий использования отходов и побочных продуктов предприятий зернопереработки, необходим комплексный подход, который позволяет с одной стороны снизить экологическую напряженность, связанную с накоплением неиспользуемых отходов на предприятии и повысить эффективность использования побочных продуктов, с другой стороны получить кормовой продукт из дешевого легкодоступного сырья и тем самым снизить его себестоимость. Виды побочных продуктов и отходов образуемых в результате переработки крупяных культур представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Норматив образования отходов крупопереработки

в процентах

Культура	Основная продукция	Побочные продукты и зерновые отходы					
		Дробленка кормовая	Мучка, сечка	Лузга	Отходы		Усушка
					I и II кат.	III кат.	
Рис	65	-	12,2	18,4	3,0	0,7	0,7
Гречиха	67	-	3,5	20,8	6,5	1,5	1,5
Просо	65	4,0	7,5	15,5	7,0	0,5	0,5

При получении готового продукта образуется 5 видов отходов, основными из которых являются лузга и мучка. Наибольший объем приходится на лузгу, доля которой изменяется в зависимости от вида перерабатываемой крупы от 15 до 20 %. Несмотря на известные способы утилизации данного сырья (рисунок 1) существует проблема использования лузги в натуральном виде, так как она не трансформируется в формы усвояемые животными.

В связи с этим на базе ОГУ проводятся исследования по возможности использования лузги крупяных культур в качестве компонента кормосмеси.

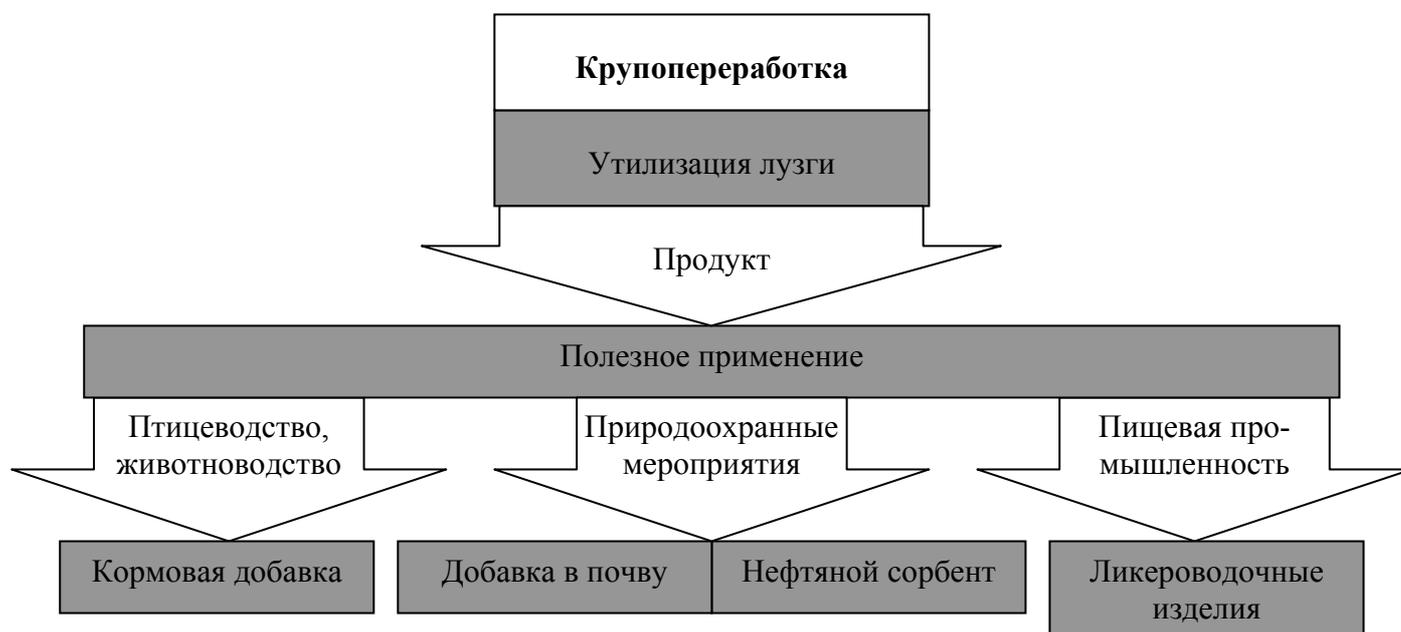


Рисунок 1 - Комплексная утилизация отходов крупопереработки

Результаты исследования химического состава лузги различных культур показали, что основным ее компонентом является клетчатка. Химический состав рисовой, гречишной, просяной лузги представлен в таблице 2. Максимальное количество клетчатки и минимальное количество зольности наблюдается у лузги гречихи. Минимальное значение клетчатки и максимальное зольности отмечается у рисовой лузги.

Таблица 2 - Химический состав лузги различных культур

Вид лузги	Состав сухого вещества, %					
	Общая влага	Сырой жир	Сырая зола	Сырая клетчатка	Сырой протеин	Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ)
рисовая	10,42	1,00	16,92	39,92	2,81	28,93
гречишная	8,31	1,05	2,02	49,77	3,21	35,64
просьяная	7,8	0,58	6,5	44,7	5,65	34,77

Именно наличие большого количества клетчатки характеризует низкую переваримость данного сырья. Решить эту проблему можно применив воздействие при котором сложная углеводная часть лузги превращается в более доступную для организма животного форму.

По результатам исследований (Глуховская М.Ю., 2000, Холодилина Т.Н., 2006) наиболее эффективным является применение экструзионной технологии, которая за короткое время позволяет провести несколько стадий обработки сырья (тепловая обработка, стерилизация, измельчение, смешивание, обезвоживание, стабилизация). Под действием высоких температур и давления в сырье происходят различные физико-химические преобразования.

Для повышения эффективности использования отходов проводили экструзию лузги с отходами и побочными продуктами различных производств. Готовили смеси с разнопроцентным содержанием гречишной лузги с пшеничными отрубями, просьяной и рисовой в сочетании с побочными продуктами крупопереработки (зерноотходы, мучка). Смеси обрабатывали в течение 20-30 сек при температуре 120<sup>0</sup>С и давлении 10 МПа. Результаты изменения химического состава представлены в таблице 3.

Таблица 3- Химический состав смеси до и после экструдирования

Экструдат	Состав сухого вещества, %				
	Общая влага	Сырой жир	Сырая зола	Сырая клетчатка	Сырой протеин
Химический состав смеси гречишной лузги и отрубей					
Исходная не экструдированная смесь	13,0	2,68	5,66	18,15	17,36
Лузга—20% Отруби—80%	13,33	1,99	4,33	12,4	17,03
Лузга—30% Отруби—70%	13,20	1,54	3,98	16,45	16,05
Лузга—40% Отруби—60%	15,06	1,08	3,75	18,15	15,43
Химический состав смеси с рисовой лузгой					
Исходная не экструдированная смесь	12,00	10,21	10,07	12,60	9,98

Лузга—5% Мучка — 75% Зерноотходы— 20%	12,10	9,42	8,84	8,35	9,41
Лузга—15% Мучка—75% Зерноотходы—10%	12,00	8,60	9,55	10,29	9,20
Лузга—25% Мучка—75%	12,00	7,80	10,55	12,30	9,00
Химический состав смеси с просяной лузгой					
Исходная не экструдированная смесь	8,6	6,5	6,8	18,25	10,9
Лузга 20% Мучка—35% Зерноотходы—45%	7,8	4,2	5,4	13,61	10,2
Лузга 30% Мучка—30% Зерноотходы—40%	8,1	3,8	5,9	14,12	9,3

По данным таблицы видно, что при экструзионной обработке происходит незначительная денатурация белков (в смеси с гречишной лузгой на 2 %, с рисовой на 6 %, с просяной на 7 %), за счет быстроты операции, в то же время, в сырье снижается содержание труднопереваримой клетчатки (до 32, 34, 26 % соответственно).

В результате изучения компонентного состава и физико - химических свойств побочных продуктов и отходов установлено, что не подработанные побочные продукты обладают неблагоприятными физико-механическими свойствами. Например, мучка обладает плохой сыпучестью, лузга имеет низкую объемную массу, а в зерновых отходах содержится минеральная примесь в количестве, превышающем требования соответствующего ГОСТа. Для улучшения физико-механических свойств сырья целесообразно путем просеивания извлекать из него дополнительно минеральную примесь в просеивающих машинах, а лузгу предварительно измельчать для увеличения объемной массы.

Экономическая эффективность достигается за счет уменьшения экологического ущерба от запыления рассыпной кормосмесью окружающей среды, экономии фуражного зерна вследствие замены 50 % его на экструдированную кормосмесь из отходов, увеличения привесов живой массы животных при кормлении их кормосмесью с экструдатом (по сравнению с кормлением зерном на 4 % и рассыпной кормосмесью на 16 %).

Разработанные режимы производства экструдированных кормосмесей могут быть рекомендованы для крупоперерабатывающих заводов. Разработанная технология получения кормосмеси обеспечивает более эффективную утилизацию отходов и побочных продуктов и практически исключает распространение сырья, в виде пыли на прилегающие территории.

*Литература:*

1. **Глуховская М.Ю.** *Повышение ресурсосбережения и экологичности побочных продуктов и отходов просопереработки путем экструдирования / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Оренбург, 200. – 137с.*

2. **Холодилина Т.Н.** *Эффективность применения различных технологий подготовки лужги гречихи к использованию в рационах животных и птиц // Автореф. дисс. соиск. учен. степ. кандид. сельскохоз. наук. - Оренбург, 2006.- 24 с.*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Коротков М.В., Чекмарева О.В., Филиппов А.А.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Работа ДВС неизбежно сопровождается выбросами отработавших газов (ОГ), в которых обнаружено около 1200 компонентов, а из них подробно изучено около 200 соединений [1, 2]. Все эти компоненты могут по-разному влиять на здоровье людей, так как имеют различную токсичность и относятся к разным классам опасности, кроме того, количество и доля (процентное содержание) этих компонентов в ОГ различных автомобилей также различны. Поэтому, используя только количественные характеристики выбросов ОГ невозможно однозначно судить о том, содержание какой примеси является наиболее опасным в ОГ? Какой из тестируемых автомобилей является экологически более опасным либо более «чистым»? Каким образом оценить экологическую эффективность применения различных видов топлива, а также различных конструктивных решений? По какому математическому закону происходит изменение экологической опасности ОГ автомобиля в процессе его эксплуатации? И т.д. Поэтому и возникает необходимость в интегральной оценке вредных веществ в ОГ.

Для интегральной (комплексной) оценки токсикологической опасности каждого, отдельно взятого токсичного вещества в ОГ автомобиля мы предлагаем использовать так называемую категорию опасности вещества – *КОВ*, которая рассчитывается по формуле 1:

$$KOA = \sum_1^n KOB_i = \sum_1^m \left( \frac{M_i}{ПДК_i} \right) \quad (1)$$

где: *КОВ<sub>i</sub>* – категория опасности *i*-того вещества, м<sup>3</sup>/с;

*ПДК<sub>i</sub>* – максимально-разовая предельно-допустимая концентрация вещества, характеризующая его токсичность, г/м<sup>3</sup>;

*M<sub>i</sub>* – количество выбросов *i*-того вещества, г/с;

Категория опасности отработавших газов автомобиля (*КOA*) является суммой категорий опасности различных токсичных веществ, входящих в состав ОГ. *КOA* – выступает интегральной характеристикой экологической опасности отработавших газов автомобиля как источника выбросов многих загрязняющих веществ в воздушную среду [3].

*Достоинства настоящего подхода.* Настоящий подход позволяет:

- учитывать не только количество выбросов различных компонентов ОГ, но и их токсичность (предельно-допустимую концентрацию) и, тем самым ус-

танавливать чёткую взаимосвязь между техническими характеристиками работы ДВС с экологическими характеристиками (существующими санитарными нормами). Другими словами категория опасности вещества (автомобиля) является не технической, а технико-экологической характеристикой работы ДВС, либо автомобиля в целом;

- сравнивать и ранжировать опасность различных токсичных компонентов в ОГ;

- суммировать категории опасности различных токсичных веществ, так как они имеют единый физический смысл и единую размерность [ $\text{м}^3/\text{с}$ ]. Благодаря этому можно знать общую опасность всех вредных компонентов, выбрасываемых источником с учётом их количества и токсичности;

- объективно сравнивать и однозначно оценивать экологическую опасность ОГ различных автомобилей (использующих ДВС), не зависимо от их типа, назначения, грузоподъёмности, вида используемого топлива, а также прочих конструктивных и индивидуальных особенностей;

- объективно сравнивать и однозначно оценивать экологическую эффективность применения различных видов моторного топлива;

- позволяет сравнивать экологическую опасность передвижного источника (автомобиля) с экологической опасностью стационарного источника (промышленного предприятия). Благодаря этому стало возможным оценивать вклад и автотранспорта и предприятий в загрязнение атмосферного воздуха города, а в последствии, через экологическую ёмкость воздушной среды урбанизированной территории, устанавливать экологические ограничения.

Используя интегральный метод оценки ОГ автомобилей не возможно ответить на вопрос: на сколько опасны тот и другой автомобили? Поэтому есть необходимость в относительном показателе опасности отработавших газов автомобиля.

*Критерий экологической опасности отработавших газов автомобиля  $K_a$ .* Такой относительный показатель – критерий экологической опасности отработавших газов  $K_a$ , нами был получен ранее при рассмотрении процесса функционирования автомобиля в качестве технической системы «Автомобиль – воздушная среда» [3].  $K_a$  даёт точное представление о том, как совокупная экологическая опасность всех вредных компонентов ОГ какого-либо автомобиля соотносится с опасностью отработавших газов автомобиля-эталона, отвечающего нормативным требованиям. Рассчитывается по формуле:

$$K_a = \frac{КОА_j}{КОА_{\text{эталон}}} \quad (2)$$

где:  $КОА_{\text{эталон}}$  – категория опасности автомобиля-эталона;

$КОА_j$  – категория опасности тестируемого автомобиля находящегося в эксплуатации.

Из уравнения 2 вытекает, что если выполняется условие  $K_a \leq 1$ , то автомобиль соответствует эталону, то его эксплуатация безопасна, а если же  $K_a > 1$ , то техническое состояние такого автомобиля с позиции экологической безопасности следует считать неудовлетворительным.

*Что такое автомобиль-эталон?* В качестве автомобиля-эталона мы использовали некий автомобиль, оснащённый двигателем внутреннего сгорания и сертифицированный по Европейским нормам токсичности ЕВРО-4 ( $K_{\text{эталон}} = K_{\text{ЕВРО}}$ ). Автомобиль, удовлетворяющий требованиям ЕВРО-4, выбран в качестве эталона, потому что:

1) процесс функционирования любого автомобиля, оснащённого двигателем внутреннего сгорания, можно рассматривать как систему «автомобиль – воздушная среда», которая рассеивает вредные примеси. А выбранный нами эталонный автомобиль, также оснащён ДВС и является – источником вредных выбросов в атмосферу. Это даёт право сравнивать этот автомобиль с любым другим автомобилем того же класса при фиксированных условиях – то есть при фиксированном состоянии системы «автомобиль – воздушная среда». В качестве фиксированных условий мы предлагаем использовать ездовой цикл, так как он учитывает различные режимы работы двигателя и проводится в стандартизованных условиях;

2) такой автомобиль на сегодня является наиболее экологически «чистым», среди автомобилей, оснащённых ДВС и получившим широкое распространение. То есть уровень экологической опасности ОГ такого автомобиля является технически максимально достижимым при условии рентабельного серийного производства;

3) система Правил Европейской Экономической Комиссии учитывает разделение автомобилей по назначению, грузоподъёмности, литражу и типу используемого топлива. Это означает, что к любому автомобилю, находящемуся в эксплуатации, есть возможность подобрать эталон того же класса.

В качестве эталонного норматива используется уровень экологической опасности ОГ автомобиля, удовлетворяющего четвёртой поправке к Правилам ЕС 2005 ЕЭК ООН (ЕВРО-4), у которого уровень экологической опасности ОГ меньше, либо равен единице ( $K_a \leq 1$ ). Этот норматив вступил в силу с 2005 года для всех автомобилей, выпускаемых в Европе. ВАЖНО отметить, что эталоном являются не автомобили, отвечающие требованиям ЕВРО-4, а автомобили, отвечающие *самым жёстким действующим нормам по токсичности*. Просто сегодня в Европе это ЕВРО-4. Другими словами, если завтра вступят в силу нормы ЕВРО-5, то эталоном будут автомобили, отвечающие ЕВРО-5. При этом значение  $K_a$  не изменится, так как значение  $K_a = 1$ , является относительным показателем. Если  $K_a > 1$  это «плохо», а если же  $K_a \leq 1$  то, это «хорошо».

Кроме этого,  $K_a$  показывает, как уровень экологической опасности ОГ любого автомобиля соотносится с другими нормами (ЕВРО-2, ЕВРО-3 и т.д.).

В качестве автомобиля – эталона выбирается автомобиль *соответствующего класса*, удовлетворяющий ЕВРО-4. То есть, например, если мы берём автомобиль класса I (малолитражный легковой автомобиль), то мы его должны

сравнивать с автомобилем – эталоном класса I. А автомобиль класса III (лёгкий грузовик) с автомобилем – эталоном класса III и т.д. Критерий экологической опасности показывает как автомобиль, любой автомобиль, находящийся в эксплуатации соотноситься со СВОИМ(!) эталоном. Например  $K_{a1} = 2$  это означает, что автомобиль в 2 раза «хуже» или «грязнее» СВОЕГО эталона. Мы берём автомобиль другого класса и сравниваем его уже со СВОИМ эталоном. Здесь, например  $K_{a2} = 3$ . Это означает, что он в три раза «грязнее» СВОЕГО эталона. Поскольку  $K_a$  является безразмерной величиной, то можно сравнить между собой оба рассматриваемых автомобиля. Первый в два раза «грязнее» своего эталона, а второй в три раза «грязнее» своего эталона. Следовательно, с позиции экологической безопасности, второй автомобиль менее технически совершенен, чем первый.

Здесь необходимо отметить, что эталонный автомобиль был выбран на основе Европейских правил, так как отраслевые стандарты в России унифицированы с ними. Однако, данный подход может быть применим и к другим системам стандартов: к американским или японским.

Автомобиль может выбрасывать в среду примеси веществ – загрязнителей воздушной среды не только за счет сжигания топлива двигателем внутреннего сгорания, но и в результате взаимодействия автомобиля с поверхностью автодороги.

Автомобиль может выбрасывать в среду примеси веществ – загрязнителей воздушной среды не только за счет сжигания топлива двигателем внутреннего сгорания, но и в результате взаимодействия автомобиля с поверхностью автодороги. Поэтому система «автомобиль – дорога» будет определять качество атмосферы на улицах промышленного города. Основными элементами этой системы выступают:

- автотранспорт, выбрасывающий в атмосферу  $n$ -ое количество примесей (газов, тяжелых металлов и т.д.), является источником примесей;
- автомобильная дорога – источник пыли;
- атмосфера улицы, в которой наблюдается распределение примеси, выступает средой. Под средой подразумевается объем воздуха, который определяется характеристиками автодороги (длиной и шириной полотна дороги) и высотой застройки;
- метеоусловия, задающие механизм распределения примеси в атмосферном воздухе улицы.

Для ранжирования территорий, подвергающейся антропогенной нагрузке необходимо рассчитывать два показателя: КОУ (категорию опасности улицы, магистрали) и  $Z$  (пропускную способность дороги).

В качестве комплексного показателя, характеризующего качество атмосферы на улице любого назначения, нами предлагается категория опасности улицы (КОУ), которую следует определять через опасность (выбросы) автомобиля и качественные характеристики автомобильной дороги, то есть:

$$\text{КОУ} = \text{КОА} + \text{КОД}, \quad (3)$$

где КОД – категория опасности дороги, м<sup>3</sup>/с;

КОА – категория опасности автомобильного транспорта, м<sup>3</sup>/с.

Взаимодействие автомобиля и дороги сопровождается выбросами пыли, а пылеобразование на дорогах можно количественно описать через категорию опасности дороги (КОД), которая будет связана с количеством выбросов уравнением

$$\text{КОД} = \frac{M_{\text{п}}}{\text{ПДК}_{\text{п}}} = \frac{CV^y}{\text{ПДК}_{\text{п}}}, \quad (4)$$

где  $C$  – концентрация пыли в воздухе улицы или участка проектируемой дороги;

$V^y$  – объем воздуха, в котором рассеяна пыль.

Количество пыли ( $M_{\text{п}}$ ), выбрасываемое  $N$ -ым количеством автомобилей  $i$ -го класса, проходящих над поверхностью  $S_A$  рассчитывается по формуле

$$M_{\text{а}}^y = \psi_i S_{A_i} N_i, \quad (5)$$

где  $S_A$  – площадь проекции автомобиля на поверхность дороги, м<sup>2</sup>;

$\psi_i$  – сдуваемость пыли, мг/(см<sup>2</sup>·с);

$N_i$  – интенсивность движения автомобилей  $i$ -го класса (авт/с).

Пылеобразование будет зависеть от сдуваемости пылевидного материала, которая является функцией его влажности и дисперсности (рисунок 1).

$$Ma^y = \psi_i \cdot N_i, \quad (6)$$

$$\psi = \psi_i \cdot S_{\text{ам}}, \quad (7)$$

где  $\psi$  – удельная сдуваемость, мг/с.

На кривых зависимости сдуваемости пыли от скорости воздушного потока можно выделить две области: область, в которой преобладают силы аутогезии в пылевидном материале, и область, в которой наблюдается инерционный срыв частиц с поверхности.

Сдуваемая пыль формирует запыленную атмосферу. При увеличении влажности пылевидного материала до 8...10 % запыленность воздуха на улице снижается в 30...50 раз. Максимальная запыленность атмосферы улицы наблюдается при влажности пылевидного материала 0...2 %.

Объем воздуха, в котором распределяется пыль, рассчитывается через постоянный объем атмосферы ( $V^y_0$ ), определяемый площадью улицы ( $S$ ) и высотой приземного слоя ( $h$ ), и его прирост ( $\Delta V$ ), создаваемый диффузионными процессами и определяется по формуле:

$$V^y = V^y_0 + \Delta V = S h + \Delta V. \quad (8)$$

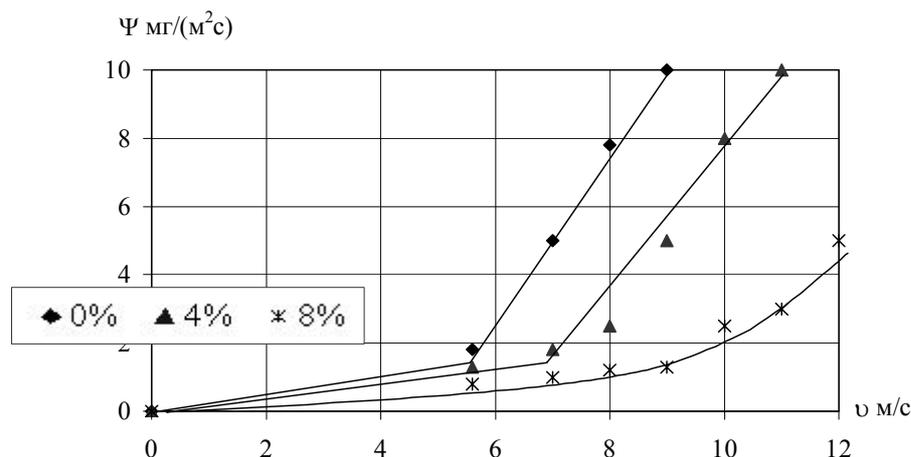


Рисунок 1 – Зависимость сдуваемости пылевидного материала от влажности

Интенсивность образования и распространения пыли зависит от качества дорожного полотна, от состояния почвенного покрова придорожной зоны и метеоусловий (скорости воздушных потоков и влажности пылевидного материала), а определяющими факторами пылевзметывания выступают влажность пылевидного материала на дороге и средняя скорость движения транспортных средств.

#### Список литературы

1. **Некрасов В.Г.** Городской автомобиль и экология // *Автомобильная промышленность*. - 1999.- №3.- С.10-12.
2. **Комаров В.Г., Шугуров С.Ю.** Экология и автомобиль // *Экология и промышленность России*.-1997.- №7.- С.36-40.
3. **Коротков М.В., Байтелова А.И., Чекмарева О.В.** Оценка экологической опасности выбросов вредных веществ от автомобильного транспорта (на примере г.Оренбурга) // *Экологические системы и приборы* №2 ,2008 г, с. 26-30
4. **Коротков М.В., Байтелова А.И., Чекмарева О.В.** Оценка экологической опасности пылевых потоков, формирующихся при движении автомобилей по улицам города (на примере г.Оренбурга) // *Экологические системы и приборы* №3 , 2008 г, с. 25-28
5. **Бондаренко Е.В., Чекмарева О.В.** Определение категории опасности дорог Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах. Сборник докладов шестой международной конференции. – Санкт-Петербург: СПб, 2004 г, с. 99-101

## **К ПРОБЛЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ МЕДНОКОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОРЕН- БУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Петрищев В.П.<sup>1</sup>, Чибилев А.А.<sup>2</sup>, Артамонова С.В.<sup>1</sup>  
Оренбургский государственный университет (<sup>1</sup>),  
Институт степи УрО РАН (<sup>2</sup>), г. Оренбург**

Территория Оренбургской области содержит практически все виды полезных ископаемых, является частью горнорудного Урала и нефтегазоносного Предуралья. На протяжении многих десятилетий осуществляется интенсивное освоение оренбургских недр. Поэтому проблема оптимизации недропользования и предотвращения технической деградации и загрязнения ландшафтов Оренбургской области приобрела особую актуальность.

Среди отрицательных последствий горнотехнического производства можно выделить следующие: изменение облика земной поверхности и уничтожение пригодных для сельскохозяйственного производства земель; деградация и уничтожение мест обитания дикой флоры и фауны, вместе с этим обеднение биоразнообразия; изменение гидрологических и гидрогеологических условий местности; утрата эстетической ценности ландшафта; потеря исторической ценности объектов, стирание (памяти) событий прошлого; изменение химического состава природной среды и среды обитания людей [1].

Самая большая геохимическая и экологическая опасность исходит от разрабатываемых в области колчеданных месторождений, рудные тела которых полностью состоят из легкорастворимых сульфидов различных металлов. Сульфиды выводятся из естественного законсервированного состояния. На глубине они залегают в восстановительной среде, где растворимость их низкая. Но извлеченные на поверхность, попав в окислительные условия, они становятся легкорастворимыми и агрессивными [2].

Самым крупным среди медноколчеданных месторождений в Оренбургской области является Гайское, вокруг которого сформировался одноименный промышленный узел. Экологическое состояние Гайского промузла определяется в первую очередь наличием крупного горнообогатительного комбината (ГОКа), формирующего техногенную аномалию. Вместе с тем Гайское медноколчеданное месторождение само по себе также представляет естественную аномалию тяжелых металлов, концентрирующихся как в корах выветривания, так и в рудном теле. Преобладающие коры выветривания по диабазам, диабазовым и плагиоклазовым порфиритам и их туфам, обладают повышенной концентрацией цинка и кобальта. Коры выветривания альбитофировых туфов, частью превращенных во вторичные кварциты, обладают повышенным содержанием молибдена. Среднее содержание тяжелых металлов в почвообразующих породах Гайского месторождения превышает общепринятый кларк по цинку в 1,6 раза, по свинцу в 4,6 раза, по меди в 2,5 раза, по никелю в 2 раза, по кобальту в 2,5 раза.

Распределение тяжелых металлов в пределах Гайской аномалии тяжелых металлов соответствует закономерностям формирования парадинамических ландшафтно-геохимических систем [3, 4], привязанных к элювиально-аккумулятивным уровням. На основе методов кластеризации, основанных на объективной группировке цифровых показателей концентрации тяжелых металлов в отдельные кластеры, получены ландшафтно-геохимические уровни, характеризующиеся общими особенностями концентрации тяжелым металлов.

Элювиальная фация элементарного геохимического ландшафта формируется в пределах Гайской геохимической аномалии на уровне 372-385 м и включает водораздельные пространства. Геохимический класс данного уровня – цинково-свинцовый (Zn 4,4 мг/кг, Pb 1,8 мг/кг). При этом на цинк приходится 50% от общего содержания семи анализированных элементов, а на свинец 20%.

Трансэлювиальная фация охватывает приводораздельные склоны и представлена гипсометрически выдержанным на высоте 357-362 м уровнем. Геохимический класс здесь сложнее – цинково-свинцово-хромовый (Zn 1,2 мг/кг, Pb 1,1 мг/кг, Cr 0,8 мг/кг). При этом на цинк приходится 28% общей валовой концентрации, на свинец 26%, на хром – 19%.

Трансэлювиально-аккумулятивная фация включает преимущественно склоновые отложения, расположенные на гипсометрическом уровне 346-352 м. геохимический класс данного элементарного ландшафта изменяется на цинково-свинцово-никелевый (Zn 0,9 мг/кг, Pb 0,8 мг/кг, Ni 0,7 мг/кг). Распределение тяжелых металлов следующее – цинк – 27%, свинец -24%, никель – 21%.

Трансаккумулятивная фация охватывает нижние части склонов, сложенные педиментами и расположена на уровне 332-337 м. Геохимический класс свинцово-хромовый (Pb 1,0 мг/кг; Cr 0,7 мг/кг). При этом доленое участие типоморфных элементов следующее – свинец – 32%, хром – 22%.

Супераквальная фация включает днища балок и оврагов с абсолютными отметками 330-328 м. Геохимический класс цинково-медно-никелевый (Zn 0,1 мг/кг; Cu 0,05 мг/кг; Ni 0,05 мг/кг). Соотношение преобладающих элементов следующее – цинк – 31%, медь и никель по 21%.

Анализ химического состава сточных и природных вод, прилегающих к Гайскому ГОКу, показал, что концентрации определяемых ингредиентов ниже предельно-допустимых величин для вод используемых для хозяйственных целей и орошения. Содержание элементов в открытых водоисточниках, расположенных ниже источника загрязнения значительно выше, чем в пунктах, находящихся сверху по течению реки. Особо следует отметить увеличение концентрации меди, цинка, железа, кальция, магния, сульфатов. В конечном счёте минерализация в реках Ялангас и Сухая Губерля поднялась почти в 2 раза. Как показали результаты изучения режима на территории предприятий ГОКа и прилегающих землях в глинах и суглинистых отложениях сформировался единый техногенно-природный горизонт грунтовых вод, которые постепенно приблизились к дневной поверхности и залегают на глубинах 0,5-8м. В районе отвалов также образовался техногенный горизонт с участием грунтовых вод, дренируемый карьерами в полосе шириной до 1 км. Режим уровня подчинён климатическим факторам. Колебания уровня грунтовых вод составляют от 0,3-0,6 до 1,5-

2 м/год, а в ряде случаев до 3,5 м/год. Наблюдательная сеть, в основном, решает внутривидовые задачи, скважин и постов наблюдения за поверхностными водами, исключая промплощадку, достаточно для ведения ведомственного мониторинга за водной средой. Вместе с тем сеть распределена неравномерно, т. к. скважины разбуривались для составления карты гидроизогипс и других целей (Камейкинский участок) и не могут решать задачи режима.

Анализ концентрации тяжелых металлов в ландшафте Гайского медноколчеданного месторождения показывает наличие крупных геохимических градиентов между вершинами отвалов, околоотвальными участками и прилегающими к отвалам территориями. Анализ почвенных образцов на южном отвале Гайского ГОКа, примыкающему к карьере №2, показал, что разница в концентрации цинка между вершиной отвала и откоотвальной территорией составляет 20-40 раз! Изменчивость концентрации меди несколько иная. Ее содержание в почвах и грунтах изменяется от 66-128 мг/кг на околоотвальных участках до 29-84 мг/кг на вершине отвала, но в целом совпадает с поведением цинка. Небольшие относительно других тяжелых металлов концентрации свинца в ландшафте Гайского месторождения определяют отличия в его динамике его концентрации в почвах. На вершине отвала его содержание составляет 3-7 мг/кг, на околоотвальной территории достигает 7-22 мг/кг, т.е при повышении содержания резкого скачка не отмечается.

Причиной столь существенных различий между вершинами отвалов и околоотвальными участками является вымывание тяжелых металлов вследствие фильтрации атмосферных вод через толщу отвальных вод и аккумуляцию цинка, меди и отчасти свинца в пределах околоотвальных участков. Характерно, что влияние отвалов на прилегающую территорию резко снижается на расстоянии 150-500 м. В частности зафиксировано снижение содержания цинка в почвенных образцах со 156 мг/кг на околоотвальном участке с полынно-бурьянистой растительностью до 26 мг/кг на пашне, отстоящей от отвала на 400 м.

Сравнивая соотношение содержания двух типоморфных для горно-технических ландшафтов медноколчеданных месторождений химических элементов в почвах и поверхностных водах – меди и цинка, следует отметить, что на вершине отвала Гайского месторождения их соотношение составляет 1:2 - 1:7 с преобладанием меди, в карьере №2 также преобладает медь в соотношении 1:4, на околоотвальных участках отмечается их соотношение 1:2 – 1:8 в пользу цинка. На территории, прилегающей к горно-техническому ландшафту их соотношение примерно равно.

Таким образом, одной из черт горно-технического ландшафта Гайского месторождения являются существенные различия между элювиальными и аккумулятивными уровнями, а также резкая выраженность границ ландшафтов, сформировавшихся вследствие горных разработок.

Для горно-технического ландшафта Блявинского месторождения характерна более простая схема градиентного распределения концентрации тяжелых металлов. С одной стороны границы техногенного ландшафта отчетливо прослеживаются по резкому снижению содержания тяжелых металлов от 209-415

мг/кг меди в карьере и . 269-1394 мг/кг в отвалах до 183-325 мг/кг на околоотвальных территориях и 60-80 мг/кг на участках, прилегающих к Блявинскому горно-техническому ландшафту.

Особенностью горно-технических ландшафтов Гайского и Блявинского медно-колчеданных месторождений является формирование техногенных родников, формирующихся в результате дренирования отвальных пород, На Блявинском месторождении техногенные родники, выходящие около западного отвала, не являются частью гидродинамического комплекса горно-технического ландшафта, а относятся к эрозионной сети ландшафта, прилегающего к месторождению. Это обусловлено особенностями геоморфологического размещения техногенной геосистемы, периферийные элементы которой расположены на изрезанных эрозионными формами склонах высоко приподнятого плато. Техногенные родники ландшафта Гайского месторождения, выходящие у подножия южного отвала карьера № 2, и поскольку месторождение расположено целиком на обширном плато, дают начало отвальным ручьям, расположенным по периферии техногенного ландшафта, и таким образом, являются часть гидродинамической системы горно-технического геокомплекса.

На горно-техническом ландшафте Яман-Касинского месторождения прослеживается иная тенденция – повышение концентрации тяжелых металлов с севера на юг в соответствии с общим снижением высоты поверхности и направлением естественных путей миграции химических элементов. В частотности, на околоотвальном пространстве к северу от месторождения концентрация цинка колеблется в пределах 28-68 мг/кг, а к юго-востоку она составляет 98-644 мг/кг. Распределение содержания меди в почвах на Яман-Касинском месторождении в целом коррелирует с содержанием цинка и составляет в северном секторе околоотвального участка 37-124 мг/кг, а в южном секторе – 60-293 мг/кг.

В данном случае техногенный ландшафт вписан в систему сложившихся взаимодействий природной геосистемы и в результате чего его геополя деформированы в направлении общего для ландшафтного района перемещения химических веществ.

Наряду со сложившимися горно-техническими ландшафтами Блявинского, Гайского, Яман-Касинского медноколчеданных месторождений в результате освоения в последнее десятилетия новых месторождений на востоке Оренбургской области формируются техногенные ландшафты Летнего и Осеннего месторождений. Их главное отличие от выше охарактеризованных техногенных ландшафтов состоит в значительно более низких концентрациях тяжелых металлов и как следствие слабом проявлении геохимических полей и градиентов концентрации. В ландшафте Летнего месторождения содержание цинка в почве в целом мало отличается от фонового и составляет 6-8 мг/кг, повышаясь до 26 мг/кг на водоразделе. В содержании меди при фоновых концентрациях 5-23 мг/кг на околоотвальном участке к юго-западу от карьера зафиксирована геохимическая аномалия – 326 мг/кг. В целом, разработка рудного сырья еще не успела оказать существенного воздействия на прилегающую территорию и поверхностные воды - концентрация тяжелых металлов в ручье Чиликта и в р.Камсак близки к фоновым. Распределение геохимических полей тяжелых ме-

таллов на Осеннем месторождении с точностью повторяет их структуру на Летнем. Содержание цинка низкое – 4-15 мг/кг и не обнаруживает каких-либо скачков. Поразительно, что как и на Летнем месторождении на фоне невысоких концентраций меди (3-6 мг/кг) ярко выражена аномальное содержание этого элемента к юго-востоку от одного из отвалов. Однако, в целом, недавняя разработка месторождения еще не привела к коренному преобразованию природно-антропогенного ландшафта.

В качестве примера горно-технического ландшафта, который сложился в условиях ярко выраженных геохимических градиентов, но при относительно небольшой амплитуде техногенного рельефа был взят Айдербакский никелевый карьер. В карьере, несмотря на достаточно пестрое чередование флористических сообществ, почв и грунтов, отмечается относительно выдержанное содержание цинка на уровне 26-58 мг/кг, резко увеличивающееся в небольших отвалах на окраине карьера до 225 мг/кг. В отличие от цинка содержание меди варьирует от крайне низких (3 мг/кг) до средних (72 мг/кг) значений, но достигает максимума вновь в отвалах по периферии карьера (267 мг/кг).

Подытоживая выше сказанное, следует отметить, что в восточной части Оренбургской области сформировалась группа горно-технических ландшафтов, происхождение которых связано с разрабатывавшимися или разрабатывающимися рудными и неметаллическими месторождениями. Характерными чертами таких ландшафтов является:

1) наличие нескольких геоморфологических уровней, которые оборудовались вследствие разработки глубоких и сверхглубоких карьеров, и образования крупных отвалов вскрышных пород и некондиционных руд. Развитие аномальных амплитуд рельефа (на Гайском месторождении более 400 м; на Блявинском – около 300 м; на Летнем – около 200 м) ведет к активизации экзогенных процессов, резко повышает динамичность геосистемы и приведет ее в состояние устойчивого дисбаланса.

Контрастность рельефа горно-технических ландшафтов коррелирует с размерами месторождения и особенностями рудного тела. Характерной особенностью всех горно-технических ландшафтов, связанных с карьерными разработками, является близкое взаиморасположение аномальных по высоте и глубине точек рельефа – карьеров и отвалов.

2) формирование сложной системы геохимических полей (аномалий). Геохимические поля представляют собой парадинамическую интерференцию (наложение) концентраций химических веществ в различных компонентах ландшафтов рудных месторождений. В частности, на горно-технических ландшафтах медноколчеданных месторождений сложность мозаики геохимических полей (в первую очередь, образуемых тяжелыми металлами) определяется временными рамками разработки месторождения, особенностями геологического и гидрогеологического строения месторождения, а также сложностью сформировавшегося техногенного рельефа. Особое значение в формировании геополей имеют выходы подотвальных родников, дренирующих толщу пород и суммирующих все основные химические элементы горно-технического ландшафта. Также существенную роль в образовании гидрогеохимических аномалий вы-

полняют рудничные озера (озера Блявинского, Гайского, Яман-Касинского, Айдырлинского и Айдербакского карьеров), которые фиксируют уровень местного базиса эрозии поверхностных и грунтовых вод и определяют мощность зоны субаэрации техногенного ландшафта. Размеры этой зоны имеют особое значение, поскольку определяют интенсивность протекающих на месторождении геодинамических процессов и тем самым влияют на сукцессионные процессы почв и растительности. В условиях многоуровневой стратификации техногенного рельефа в пределах горно-технических ландшафтов формируется несколько базисов эрозии в зависимости от глубины карьеров и размещения эрозионной сети.

3) формирование сложной системы урочищ, подурочищ и фаций. В зависимости от проявления геодинамических, геоморфологических и геохимических градиентов устанавливается система разнородных ландшафтных границ, определяющих сложность и разнообразие морфологической структуры горно-технического ландшафта. Особенности горно-технических ландшафтов медноколчеданных месторождений заключаются в единичном проявлении отдельных видов урочищ (например, техногенные родники), изоморфности (сложной контурности) и высокой динамичности (подвижности) по сравнению с природными геосистемами.

#### *Использованная литература*

1. **Гаев, А.Я.** Главные направления в охране окружающей среды на Урале. / А.Я.Гаев - Свердловск -Оренбург, 1991. - 70 с.

2. **Чибилев, А.А.** Проблемы экологической гармонизации горнотехнических ландшафтов Оренбургской области. / А.А. Чибилев, Г.Д. Мусихин, В.П. Петрищев // Горный журнал. – 1999. - №5-6.

3. **Глазовская, М.А.** Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. / М.А. Глазовская – Смоленск: Ойкумена, 2002. – 288 с.

4. **Перельман, А.И.** Геохимия ландшафта. / А.И.Перельман, Н.С. Касимов - М., 1999. - 764 с.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ ЦЕХОВ №4 И №78 ОАО «КУЙБЫШЕВАЗОТ» г.ТОЛЬЯТТИ**

**Евстифеева Т.А., Кульпанова Н.Е.**

**Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Азотные удобрения производятся на 25 предприятиях России. ОАО "КуйбышевАзот" (Самарская область) входит в тройку крупнейших поставщиков минеральных удобрений на внутренний рынок.

Предприятие осуществляет свою деятельность по двум основным направлениям: производство аммиака и азотных удобрений а также производство капролактама и продуктов его переработки (полиамид-6, высокопрочные технические нити, кордная ткань, инженерные пластики).

Основными проблемами предприятий подотрасли являются:

- низкий технический уровень производства, высокая степень износа оборудования, устаревшие технологии (только 20% технологий подотрасли можно считать современными с точки зрения стандартов развитых стран) и, в связи с этим, прогрессирующее обострение экологических проблем
- высокая тепло- и энергоемкость производства (доля энергоносителей в себестоимости продукции составляет от 25 до 50%).

В условиях жесткой конкурентной борьбы (особенно связанной с выходом на мировой рынок), выигрывает предприятие, продукция которого производится на более высоком уровне, что в значительной мере, определяется уровнем административного управления предприятием, в том числе управления значимыми экологическими аспектами. Экологический аспект – элемент деятельности, продукции, или услуг организации, который может взаимодействовать с окружающей средой.

Для управления значимыми экологическими аспектами необходимо внедрять систему экологического менеджмента на предприятии. Целевой посылкой внедрения СЭМ в организациях является обеспечение минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду, рациональное использование природных ресурсов, повышение эффективности природоохранной деятельности предприятий и организаций, а также обеспечение экологической безопасности. Это позволяет устранить вероятность крупных платежей, связанных с экологическими рисками, снизить себестоимость продукции за счёт уменьшения платы за негативное воздействие на окружающую среду, сформировать благоприятный экологический имидж предприятия.

В область сертификации по международным стандартам серии ISO 14000 на предприятии ОАО "КуйбышевАзот" попадают, в числе прочих, цеха №4 и №78, функционирующие более 40 лет. В цехе №4 осуществляется производство гранулированного карбамида. Выработка карбамида составляет 301 тысячу тонн в год. Метод производства основан на прямом синтезе из аммиака и двуокиси углерода с полным жидкостным рециклом. Исходным сырьем является: аммиак жидкий технический, углекислый газ (после дозировки технологиче-

ского кислорода или воздуха), азот карбамидоформальдегидная смола. Готовым продуктом цеха является карбамид гранулированный.

В цехе №78 производится кордная нить. Метод производства вытянутой полиамидной нити основан на экструзии обработанного термостабилизатором гранулята полиамида-6 (ПА-6) с последующим формованием, вытягиванием и намоткой нити на машинах совмещенного формования, вытяжки и намотки с дальнейшим производством кордной ткани. Полиамидные нить технического назначения используется для изготовления сетей, резинотехнических изделий, конвейерных лент, тарных тканей, упаковочных материалов, канатов и других товаров народного потребления.

Степень износа основного технологического, пыле- и газоочистного оборудования в вышеуказанных цехах очень высокая, количество образующихся отходов во всех агрегатных состояниях, потери сырья и электроэнергии увеличиваются из года в год, в связи с чем вклад цехов №4 и №78 в создание неблагоприятной экологической ситуации значителен.

Целью работы являлось определение значимых экологических аспектов для цехов №4 и №78 ОАО «КуйбышевАзот».

Определение значимых экологических аспектов для предприятия или отдельных его подразделений предваряет идентификация всех экологических аспектов.

Идентификация - процесс опознания субъекта или объекта по присущему ему или присвоенному ему идентификационному признаку. Под идентификацией понимается также присвоение субъектам и объектам доступа идентификаторов и (или) сравнение предъявленного идентификатора с перечнем присвоенных идентификаторов. (ГОСТ Р 51241-98).

При идентификации на ОАО "КуйбышевАзот" рассматриваются следующие виды экологических аспектов:

а) потери (потребление) ресурсов:

- воды, пара, тепла, электроэнергии;
- природных ресурсов, сырья, промышленных продуктов;

б) сбросы в канализацию (ливневую, химгрязную, кислую, шламовую, хозфекальную);

в) выбросы в атмосферу;

г) отходы:

- основных и поддерживающих процессов;
- твердые бытовые;
- смет с территории.

Значимость каждого идентифицированного экологического аспекта, воздействующего на окружающую среду, организация определяет самостоятельно по своим собственным критериям и методам, поэтому методология, и интегральный показатель такой значимости могут быть различными для разных организаций.

В технической литературе, посвящённой данному вопросу, имеется ряд ссылок на используемые в практике различные модели идентификации экологических аспектов деятельности предприятий и выбора наиболее значимых из

них, которые в основном сводятся к методу балльных оценок по критерию класса опасности или массе выбросов, сбросов, отходов, а также известной в зарубежной практике экологического менеджмента так называемой цветовой матрице экологических рисков.

В используемой нами методике, предложенной В.Ф. Посвежинским, С.В. Юрецким и Т.А. Новосельцевым, рассматривается модель идентификации значимых экологических аспектов деятельности предприятия, не противоречащая вышеизложенным подходам, но построенная на известных методах математической статистики, в основном исключая эвристические подходы, заменяя их оценкой конкретных объективных свидетельств, полученных прямыми измерениями и расчётным путём на основе достоверных данных, с высокой точностью характеризующих экологические аспекты.

Сущность модели идентификации значимых экологических аспектов деятельности предприятия сводится в поэтапной реализации следующих процессов.

Первый этап – построение матрицы исходных данных.

Согласно положениям ГОСТ Р ИСО 14001-2007, идентификации подлежат все экологические аспекты, связанные с видами деятельности, технологическими и управленческими процессами, выпускаемой продукцией и оказываемыми услугами, которые можно контролировать и на которые можно гарантированно или предположительно влиять.

Формирование Реестра экологических аспектов деятельности предприятия в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 14001-2007 осуществляется по результатам анализа информации о функционировании основных производственных процессов предприятия в различных режимах (пуск, штатный режим работы, остановка, аварийная ситуация), сопровождающихся значимыми воздействиями на окружающую среду, которые можно измерить (идентифицировать) и на которые можно с достаточной вероятностью влиять.

На основе сформированного Реестра экологических аспектов деятельности предприятия для универсализации и удобства расчетов оценка коэффициентов приоритетности аспектов может осуществляться по основным группам и типам воздействия на окружающую среду. Таким образом, могут быть сформированы отдельные матрицы исходных данных, связанных: с выбросами в атмосферный воздух, со сбросами сточных вод, с образованием и временным размещением опасных отходов производства и потребления, с ресурсопотреблением и возможными аварийными ситуациями.

Из «Реестра экологических аспектов», составление которого стало итогом последнего аудита на предприятии, нами были выделены в отдельный список вещества в составе выбросов и сбросов, фактическая масса которых превышает допустимые лимиты (таблица 1, 2). В таблицах предложена форма интерпретации полученных нами в результате анализа разрешительной и регистрирующей документации предприятия данных в качестве Реестра значимых экологических аспектов деятельности предприятия, где М – массовая характеристика аспекта (количество выбросов, сбросов, отходов); S – сумма природоохранных платежей и штрафов, приведенная к данному экологическому аспекту за отчетный

период; С – величина социальной проблемности аспекта, определяемая количеством негативных упоминаний (пресса, телевидение, зарегистрированные претензии, жалобы, иски,

Таблица 1 - Реестр значимых экологических аспектов (выбросы)

Экологический аспект	M, т\год	S, тыс\руб	C, ед\год	Z	W	P <sub>i</sub>
Аммиак	2.73	399	0	4	2	2
Диоксид азота	0.01	37	4	4	4	1
Оксид азота	0.002	5	6	4	3	1
Оксид углерода	0.01	0.42	6	4	2	1
Динил	0.00006	1	7	4	3	1
Метан	0.0003	1.05	4	4	2	3
Пыль полиамида	0.00023	0.57	4	4	1	4
Оксид углерода	0.0001	0.004	5	4	2	1
Всего	2.75269	444.044	36	32	19	14

Таблица 2 – Реестр значимых экологических аспектов (сбросы)

Экологический аспект	M, т\год	S, тыс\руб	C, ед\год	Z	W	P <sub>i</sub>
Нефтепродукты	0.28	77634	1	4	2	1
Аммоний ион	7.03	194916	2	4	3	3
Нитрат ион	2.12	736	3	4	3	3
Нитрит ион	0.22	38126	4	4	4	3
Аммоний анион	28.7	795745	0	4	3	3
Капролактамы	0,017	2357	3	4	3	3
Капролактамы	0.0023	3188	5	4	2	2
Всего	38.3693	1.112702	18	28	20	18

предписания надзорных органов, количество документов внутреннего происхождения, посвященных проблемности конкретного аспекта и т.п.); Z – приписанное значение статуса законодательных требований к конкретному экологическому аспекту (интерпретированное значение нормирования законодательных и нормативных требований к конкретному экологическому аспекту, таблица 3); W – индекс опасности в баллах, принимаемый как обратная величина характеристики опасности (таблица 4); P<sub>i</sub> – любой другой показатель, характеризующий конкретный экологический аспект, который, по мнению высшего руководства или уполномоченных им лиц, является на данный момент важным для оценки его приоритетности.

В качестве любого показателя P<sub>i</sub> могут быть приняты:

- частота воздействия аспекта на окружающую среду;
- масштаб воздействия аспекта на окружающую среду;
- степень воздействия аспекта на окружающую среду;

- характер воздействия;
- продолжительность воздействия;
- вероятность воздействия;

Таблица 3 Приписанное значение совокупного статуса законодательных требований к экологическому аспекту.

Уровень формирования	Приписанное значение, Z
Международный	5
Федеральный	4
Республиканский	3
Муниципальный	2
Корпоративный	1

Таблица 4 - Интерпретированные характеристики важности экологических аспектов через показатель опасности

Нормативно установленная степень опасности экологического аспекта	Приписанное значение коэффициента важности экологического аспекта, W
Для 1-го класса опасности	5
Для 2-го класса опасности	4
Для 3-го класса опасности	3
Для 4-го класса опасности	2
Для 5-го класса опасности	1

- сложность изменения воздействия во времени и в пространстве;
- возможность нормативно-правового регулирования;
- влияние воздействия на другие виды деятельности и процессы;
- степень возможности аналитического и нормативного контроля аспекта в окружающей среде;
- трудности измерения характеристик воздействия;
- затраты на измерения уровня воздействия;
- опасность и вредность воздействия (способность создать угрозу здоровью, собственности или окружающей среде при использовании, хранении и транспортировке едких веществ, ЛВЖ и ЯТЖ);
- влияние изменения характера деятельности или процесса на уровень воздействия;
- требования заинтересованных сторон к аспекту (вышестоящие предприятия, партнеры, поставщики, потребители, общественность);
- влияние экологических аспектов на имидж предприятия в глазах общественности;
- соотношение полученного природоохранного эффекта и затрат на его достижение при внедрении мероприятий по улучшению экологического аспекта;

- экономическая или техническая возможность улучшить значение экологического аспекта;
- стоимостные характеристики последствий воздействия аспекта;
- соображения конфиденциальности, корпоративной политики и т.д.

Второй этап – определение сравнительной приоритетности экологических аспектов и их интерпретации.

Для расчета приоритетности экологических аспектов на основе данных Реестра экологических аспектов деятельности предприятия для каждой группы воздействий, например для выбросов предприятия, формируется таблица исходных данных, элементами которой являются конкретные абсолютные значения показателей экологического аспекта (таблица 5).

Таблица 5 - Матрица относительных значений показателей для оценки приоритетности значимых экологических аспектов.

Номер аспекта в Реестре	Краткое обозначение экологического аспекта (пример)	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_k$	$K_{прА}$
1	Выбросы $NO_x$	$M_1/\sum M$	$S_1/\sum S$	$C_1/\sum C$	$Z_1/4$	$W_1/5$	$P_{1k}/\sum P$	$K_{прА_1}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...
$I = n$	...	$M_n/\sum M$	$S_n/\sum S$	$C_n/\sum C$	$Z_n/4$	$W_n/5$	$P_{1k}/\sum P$	$K_{прА_n}$
Суммарно по предприятию		$\sum M$	$\sum S$	$\sum C$			$\sum P$	

Для расчета интегрального значения коэффициента приоритетности экологического аспекта необходимо перейти от абсолютных значений единичных показателей экологических аспектов, имеющих разные единицы измерения (так как нельзя суммировать тонны с рублями), к относительным безразмерным коэффициентам.

Для этого, как показано в таблице 5, представим элементы исходных данных как отношение значения единичного показателя к суммарному значению за отчетный период (за год) например, как отношение массы выброса азотистых соединений  $M_{NO_x}$  к общей массе выбросов предприятия  $\sum M$  с получением относительного коэффициента, характеризующего долю выброса  $NO_x$  в общих выбросах предприятия за год.

Таким образом, элементами таблицы исходных данных станут безразмерные величины и матрица примет вид, удобный для получения значения коэффициента приоритетности экологического аспекта  $K_{прА}$  для принятия последующего решения о статусе его значимости.

Третий этап – определение значимости экологических аспектов по диаграмме Парето.

Полученные данные позволили рассчитать величину параметров, влияющих на уровень значимости экологического аспекта с использованием кумуля-

тивной диаграммы Парето. Для построения диаграммы Парето рассчитали следующие параметры, выраженные относительными безразмерными коэффициентами.

Интегральный коэффициент приоритетности (значимости) экологического аспекта, рассчитывается по формуле (1):

$$KnpA_i = \sum_{j=1}^n (P_{ij}) \times (Z_i + W_i) \quad (1)$$

Используя кумулятивную диаграмму Парето, в которой данные графически интерпретированы в виде гистограммы, определяем наиболее значимые экологические аспекты деятельности предприятия.

Данный анализ иллюстрируется представленными на рисунках 1,2, диаграммами, где по оси абсцисс приводятся экологические аспекты, выстроенные в порядке убывания значений коэффициента приоритетности, а по оси ординат – расчетные значения их коэффициентов приоритетности, причем как в фактическом (слева), так и в накопленном (кумулятивном) процентном выражении (справа).

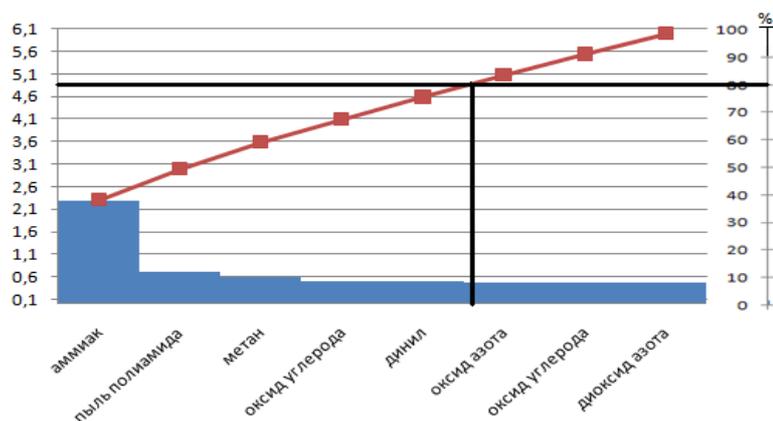


Рисунок 2 Кумулятивная диаграмма Парето по выбросам в атмосферу.

Пересечение построенной линии кумулятивной диаграммы, физическим смыслом которой является совокупный вклад всех экологических аспектов предприятия в загрязнение окружающей среды, и линии 80%-ного уровня этого вклада очерчивает область принятия первоочередных мер – 20%-ную группу тех наиболее значимых экологических аспектов, которые имеют наибольший вклад в эти процессы.

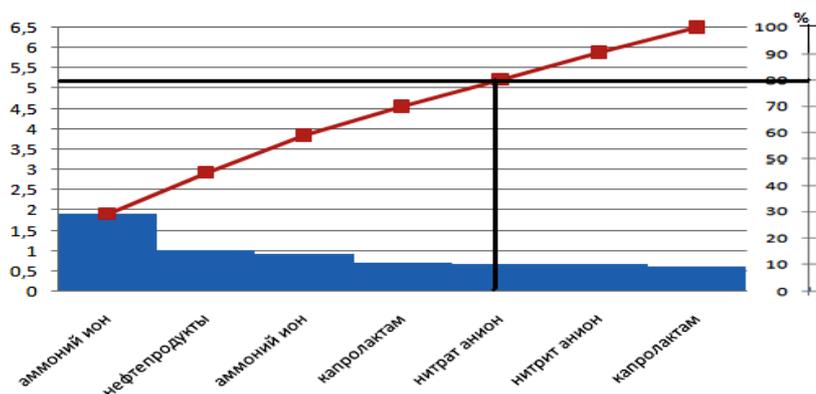


Рисунок 2 Кумулятивная диаграмма Парето по сбросам в водный бассейн

На диаграмме отчетливо видна область принятия решений, включающая те экологические аспекты (в данном случае для выбросов с 1-го по 5-й, и для сбросов с 1-го по 5-й), которые вызывают наибольшее количество проблем в природоохранной сфере деятельности предприятия, к ним относятся (рис. 1): аммиак, пыль полиамида, метан, оксид углерода, динил; (рис.2): аммоний-ион (цех №4, цех №78), нефтепродукты, капролактам, нитрат-анион.

В рамках исследований нами была разработана система управления значимыми экологическими аспектами, включающая определение целевых и плановых экологических показателей, достижение которых позволит минимизировать отрицательное воздействие, структуры системы управления и распределения ответственности, методологию управления операциями и документацией, уровней осведомленности и компетентности, периодичности проведения проверок и разработки корректирующих действий, а также анализа со стороны руководства.

Создание систем экологического менеджмента призвано не только поставить охрану окружающей среды в фокус внимания организаций, но и сделать данную деятельность экономически выгодной.

#### Список литературы

1. **Волковинский В.В.** *Нормативная база сертификации по экологическим аспектам [Текст]/ В.В. Волковинский// Стандарты и качество. № 7 – 8, 2002 – 344 с.*
2. **ГОСТ Р ИСО 14001-2005.** *Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению [Текст]. - М.: Издательство стандартов, 2005. - 33с.*
3. **Посвежинский В.Ф.** *Выявление значимых экологических аспектов по критерию их приоритетности [Текст]/ В.Ф. Посвежинский, С.В. Юрецкий, Т.А. Новосельцев // Экология производства – 2008. - №5, с. 26-48.*
4. **Сидельникова А.В.** *Независимый экологический аудит в современных*

- условия [Текст] /А.В. Сидельникова // Экология производства – 2008г. - №6, с. 34-36.
5. **Федоров А.П.** Отрасли химической промышленности [Текст]/ А.П. Федоров // Экология производства – 2008.- №1, с. 10-35.
6. **Яндыганов Я.Я.** Экологические риски, управление ими: Учеб. пособие [Текст] / Я.Я Яндыганов.- Екатеринбург: Изд-во Урал, 2003. – 528 с.

## ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТ ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК (НА ПРИМЕРЕ Г. ОРЕНБУРГА)

Степанова И.А., Степанов А.С.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Агропромышленный комплекс (АПК) - один из важнейших в экономике страны. На его долю приходится более 30% работников отраслей материального производства. Здесь сосредоточено более четверти всех производственных фондов и создается почти 15% ВВП. Около 30% отраслей народнохозяйственного комплекса включено в производственные связи с аграрным сектором.

Ведущими федеральными округами по образованию органических отходов АПК являются:

1. Приволжский Федеральный округ – 29,5% от суммарного потенциала;
2. Южный Федеральный округ – 29%;
3. Центральный Федеральный округ – 18%;
4. Сибирский Федеральный округ – 14%.

Исследования, проводимые многими научно-исследовательскими и академическими институтами показали, что в настоящее время ежегодный объем производимых органических отходов АПК по всем регионам России в сумме составляет почти 700 млн. тонн [1].

Департаменты АПК при администрациях многих регионов России призывают:

- обобщить положительный опыт утилизации и переработки отходов АПК в России и за рубежом;
- разрабатывать низкочатратные, энерго- и ресурсо- сберегающие, экологически безопасные технологии продуцирования, хранения и применения отходов агропромышленного комплекса.

**Значительная часть экономического потенциала Оренбургской области базируется на агропромышленном секторе. Агропромышленный комплекс вносит существенный вклад в загрязнение окружающей среды Оренбургской области наряду с предприятиями топливно-энергетического, металлургического, химического, машиностроительного и строительного комплексов. АПК области представлен сельским хозяйством и отраслями, перерабатывающими сельскохозяйственную продукцию. В одном только Оренбурге расположены три комбината хлебопродуктов, хлебоприемный пункт, четыре хлебозавода, маслоэкстракционный завод, пивоваренный завод, молокозавод и комбикормовый завод.**

В Оренбургском государственном университете при изучении дисциплин «Утилизация отходов агропромышленного комплекса» и «Нормирование и регулирование вредных веществ, загрязняющих атмосферу и водные объекты» ведется комплексная исследовательская работа по изучению работы предприятий АПК региона и по отслеживанию образуемых на них отходов, выбросов и сбросов. В данной работе большое внимание уделяется отходоёмкости данных предприятий.

Выявлено, что основными предприятиями зерноперерабатывающей промышленности г. Оренбурга являются:

- комбинаты хлебопродуктов (КХП) (3 шт.), производящие муку из пшеницы и ржи, а также крупу из пшеницы и ячменя;

- и хлебоприемный пункт (ХПП), производящий муку (толокно) и крупу из овса, крупу (пшено) из проса и крупу (ядрицу и продел) из гречихи. Сырьем для предприятий являются зерно и крупы (у ХПП около 90 тыс. тонн в год, у КХП № 1 около 35 тыс. тонн в год, у КХП № 3 около 30 тыс. тонн в год, КХП № 2 около 25 тыс. тонн в год). Общее количество сырья, используемого зерноперерабатывающей промышленностью г. Оренбурга – около 180 тыс. тонн в год. Готовой продукции (муки и крупы) в городе образуется около 120 тыс. тонн. Лидером по объёму производства среди зерноперерабатывающих предприятий города является ОАО «Оренбургское ХПП, следующими по объёму производства являются ЗАО «Хлебопродукт» (КХП) № 1, ЗАО «Хлебопродукт» (КХП) № 3, ЗАО «Хлебопродукт» (КХП) № 2.

Определено, что в Оренбурге выработку хлебобулочных изделий осуществляют 4 хлебозавода, ЗАО «Хлебопродукт 2» и несколько мелких частных пекарен. Лидером по объёму производства является ОАО «Оренбургский хлебокомбинат», на котором ежедневно выпекается около 30 тонн хлебобулочных изделий. Далее следуют ЗАО «Хлебопродукт 2» (24 тонны в сутки) ОАО «Оренбургский хлеб» (13 тонн в сутки), ГУП Оренбургский хлебозавод № 2 (10 тонн в сутки), хлебозавод № 3 (2,5 тонны в сутки). Потенциальная ёмкость Оренбургского рынка хлебобулочных изделий составляет 140 тонн в сутки (оценка производилась на основе данных об общей численности населения города Оренбурга и суточной потребности человека в хлебе, составляющей 280 гр.), а хлебозаводы реализуют 79,5 тонн хлеба в день, то доля рынка в размере 60,5 тонн формируется продукцией малых пекарен. Сырьем для предприятий являются мука, соль, сахар, жир и дрожжи. Общее количество сырья, используемого хлебопекарной промышленностью г. Оренбурга – около 20 тыс. тонн в год.

Изучено, что основным предприятием пивоваренной промышленности г. Оренбурга является закрытое акционерное общество «Оренбургская пивоваренная компания». Предприятие - ЗАО «ОРПИК» расположено в центральной части города (г. Оренбург ул. Ленинская 17), граничит селитебной зоной представленной многоэтажными и одноэтажными домами по ул. Ленинской. Расстояние от жилой застройки составляет примерно 50 метров. Основная продукция выпускаемая ЗАО «ОРПИК» - пиво и солодовый напиток. Сырьем для предприятия являются солод, хмель и ячмень – около 2 тыс. тонн в год (солода около 1750 тонн в год, ячменя около 180 тонн в год, хмеля и другого сырья около 70 тонн в год. Готовой продукции (пива) в городе образуется около 10,2 тыс. тонн.

Государственные доклады о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области за 2001-2008 года приводят данные о стойкой тенденции развития перерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса региона в последние годы. В 2001 году показатель уровня образования отходов

составил 8868,5 тыс.тонн, в 2002 году - 26,12млн.тонн, в 2003 году - 25,73 млн.тонн, в 2004 году - 22,496 млн. тонн, в 2005 году - 50,413 млн.тонн, в 2006 году - 61,139 млн. тонн, в 2007 году - 273,39 млн. тонн. Основную долю образующихся отходов (80 – 90 %) составляют отходы IV – V классов опасности. Именно такие отходы накапливаются агропромышленным сектором и перерабатывающими предприятиями АПК. В связи с этим возникает необходимость учета отходов региона и регулирования их использования и утилизации [2].

Нами отслеживаются воздействия предприятий АПК на окружающую среду. Данная работа ведется с использованием специализированных программных комплексов (ПК) фирм «Логус» и «Интеграл». Предприятий АПК воздействуют на окружающую среду комплексно – на почву, водоемы и на атмосферу. Причем наибольшее воздействие оказывается на почву и на водоемы отходами. Поэтому целесообразным представляется отслеживание образуемых отходов, в том числе с помощью новых технологий.

Оценка образования отходов с использованием программных продуктов (ПП) позволяет:

- автоматически определять перечень возможных отходов и рассчитывать нормативное количество образования отходов (инвентаризацию отходов) на основании данных инвентаризации ресурсов предприятия;
- вести базы данных инвентаризации собственных объектов захоронения (хранения) и временного хранения (накопления) отходов производства и потребления;
- рассчитывать предельное количество временного хранения (накопления) отходов и периодичность их вывоза с учетом инвентаризации емкостей в местах хранения отходов;
- планировать размещение и использование отходов на предприятии;
- определять класс опасности отходов в соответствии с современными методиками;
- пользоваться справочниками по обращению с отходами, соответствующими действующему законодательству;
- разрабатывать оптимальные способы размещения и использования отходов на предприятиях АПК;
- моделировать воздействие предприятий на окружающую среду.

В ПК реализованы типовые процессы образования отходов, которые представлены в виде модулей. С помощью них считаются нормативные массы образования отходов на предприятиях. Модуль «Технологические процессы и виды производств в промышленности» (ТПиВПП) предназначен для расчета отходов лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной, легкой и пищевой промышленности и сельского хозяйства на основании удельных показателей образования отходов.

Для всех отходов расчет нормативной массы образования производится по стандартной формуле:

$$M = Q \cdot K \cdot N \cdot K_n \cdot K_r$$

где Q - масса потребляемого сырья;

K - коэффициент;

N - норматив для 1-ой расчетной единицы;

K<sub>n</sub> - коэффициент перевода (литр в кг) для учета плотности отходов;

K<sub>r</sub> - коэффициент перевода из БД ресурсов [3].

С помощью типового модуля ТПиВПИ рассчитано количество образующих технологических отходов зерноперерабатывающей, хлебобулочной и пивоваренной отраслей г. Оренбурга с учетом производительности их основных предприятий [4, 5].

В целом технологический процесс предприятий зерноперерабатывающей промышленности и хлебобулочного производства г. Оренбурга по виду основной деятельности согласно справочнику ПК «Промышленность. Технологические процессы и виды производств» охарактеризовывается как переработка зерновых культур. С помощью ПК нами рассчитано общее количество основных органических отходов предприятий зерноперерабатывающей отрасли. Это лузга в количестве 23400 тонн в год. Также нами рассчитано общее количество основных органических отходов хлебобулочных предприятий. Это серая мучная пыль, хлеб, испачканный в мазуте и корки горелого хлеба и некондиционный хлеб в количестве 1350 т в год.

Технологический процесс предприятий пивоваренной промышленности г. Оренбурга по виду основной деятельности согласно справочнику ПК «Промышленность. Технологические процессы и виды производств» охарактеризовывается как производство пива и безалкогольных напитков. С помощью ПК нами рассчитано общее количество основных органических отходов. Это солодовые ростки в количестве 83,12 тонн в год, хмелевая дробина - 42 тонн в год, солодовая дробина - 25,5 тонн в год, зерновые отходы - 3,42 тонн в год, сплав ячменя - 1,8 тонн в год, белковый отстой прессованный - 0,36 тонн в год, дрожжи пивные жидкие - 0,1 тонн в год.

В справочниках ПК предлагаются различные типовые операции по размещению и обращению с отходами. Среди существующих 16 видов (Кодов) операций по размещению отходов согласно справочнику ПК, агропромышленные отходы в связи с присутствием в их составе большого количества органических компонентов нами рекомендуется:

- временное накопление отходов в ожидании других операций;
- временное накопление на территории до передачи другим предприятиям;
- переработка отходов на собственном предприятии;
- временное накопление на территории в ожидании операции по использованию;
- использование на собственном предприятии без стадии хранения;
- реализация отходов с низким классом опасности;
- сжигание отходов на территории предприятия (разрешенное).

Среди существующих 9 видов операции по обращению с отходами согласно справочнику ПК, агропромышленные отходы нами рекомендуется:

- использование на предприятии;
- передача для переработки;
- размещение до решения вопроса [4, 5].

Анализ информации о сырьевой ценности отходов агропромышленного комплекса позволил нам спрогнозировать возможные варианты их использования в агропромышленном секторе и в сельском хозяйстве в качестве компонента ряда вторичных эко- и биосистем. Возможно их использование:

- в качестве пищевого компонента – энтеросорбента или питательной добавки;
- в качестве добавки к кормам животных;
- в качестве компонента субстрата для выращивания гриба вешенка обыкновенная;
- в качестве компонента почв.

Если по какой-либо причине использование технологичных отходов не осуществлено, а также имеется необходимость утилизации второстепенных и вспомогательных отходов (твердых бытовых отходов, пыли органоминеральной и т. п.) ПК предлагает возможность использования и обезвреживания отходов. В программе предусмотрена база данных (БД) "Установки использования или обезвреживания отходов" содержит сведения, необходимая для формирования таблицы отчета "Сведения об установках переработки отходов". Сведения об установках по переработке, обезвреживанию отходов, имеющихся на предприятии, в том числе арендуемых, а также о применяемых технологиях с перечнем перерабатываемых или обезвреживаемых отходов и вторично образующихся отходов вводятся вручную [4, 5]. Нами предлагается предприятиям АПК использовать установку для экологически чистого уничтожения промышленных и бытовых отходов, различные модификации которой предлагает Российская промышленность.

Возможности, представляемые современными программными комплексами облегчают формирование отчетной и нормативной документации для предприятий, а также решают научные задачи, связанные с поиском новых эффективных путей использования и утилизации отходов производства. Опыт внедрения в учебный процесс программных продуктов на кафедре экологии и природопользования Оренбургского государственного университета показал возможность выработки навыков, необходимых для современных специалистов и исследователей, позволяющих решать проблемы агропромышленного комплекса России.

#### *Список литературы*

1. *Панцхава, Е. С. Состояние АПК России, возможности для биоэнергетики [Электронный ресурс] / Панцхава Е. С., Пожарнов В. А., Шипилов М. М. – Санкт - Петербург: Международный экологический форум. Выставка*

*«Управление отходам: технологии и оборудование», 2008. – Режим доступа: <http://ecology.lenexpo.ru/archive/wastexpo/archive/2007/theses/thes3.html>*

2. *Государственные доклады о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области за 2001-2008 года [Электронный ресурс] / Комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов Оренбургской области – Оренбург: Правительство Оренбургской области, 2002 – 2009 г.г. – Режим доступа: <http://www.admoos.orb.ru/zakon.htm>*

3. *Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления. – М.: НИЦПУРО при Минэкономике и Минприроде России, 1999. – 40 с.*

4. *Краткое руководство пользователя программного комплекса «Stalker», (версия 4.08) [Электронный ресурс] / ПК «Сталкер» – М.: НПО «Логус», 2008. – Режим доступа: <http://www.logus.ru>*

5. *Пошаговая инструкция по работе с программным комплексом “Stalker” [Электронный ресурс] / ПК «Сталкер» – М.: НПО «Логус», 2008. – Режим доступа: <http://www.logus.ru>*

## **ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ АККУМУЛЯЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВАХ НА ТЕРРИТОРИИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К ДКС-2 И УКПГ-2 ОНГКМ.**

**Гамм Т.А., Мосалова Е.И., Халикова А.В.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург,  
ООО «Газпром добыча Оренбург» Газопромысловое управление)**

Среди существующих компонентов окружающей природной среды почва является наиболее важным и уникальным образованием. Почва - продукт биосферы и одновременно условие существования и нормального функционирования любой наземной экосистемы [1].

Одними из основных источников поступления тяжелых металлов и нефтепродуктов в почву являются промышленные предприятия. Действие загрязняющих веществ распространяется на десятки километров от источника поступления элементов в атмосферу. Так, металлы в количестве от 10 до 30 % от общего выброса в атмосферу распространяются на расстояние 10 км и более от промышленного предприятия. Обогащение биосферы токсикантами способствует возникновению геохимических аномалий, увеличивает количество загрязненных земель, что вызывает необходимость в проведении регулярного агрохимического обследования почв и растений [2].

Целью наших исследований являлось изучение аккумуляции тяжелых металлов и нефтепродуктов в почве в результате осаждения их из атмосферного воздуха в зоне воздействия ДКС-2 и УКПГ-2 газопромыслового управления, ведущего эксплуатацию Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения.

Объекты ГПУ в основном расположены на черноземных почвах. Поэтому оценка их состояния, предупреждение загрязнений почвенного покрова и своевременное восстановление нарушенных земель являются первостепенными задачами. В качестве территории, непосредственно прилегающей к газопромысловым подразделениям, рассмотрен район п. Дедуровка Оренбургского района.

Анализ инвентаризации источников выбросов ГПУ свидетельствует, что одним из источников воздействия на окружающую среду являются промплощадки на УКПГ-2 и ДКС-2.

Размер санитарно-защитной зоны ДКС-2 и УКПГ-2 составляет 3000 м.

Схема отбора проб почвы, который был произведен в 2008/2009г.г., предусматривала отбор по восьми румбам частей света на расстояниях по каждому направлению 100, 500, 3000 и 4000 м. В почве определяли содержание нефтепродуктов и тяжелых металлов: цинка, свинца, меди, никеля, хрома, кобальта, кадмия, марганца. Фоновый участок расположен на расстоянии 5500 м на северо-запад от источника воздействия [3].

Анализ результатов исследований позволил установить следующие закономерности. Наблюдается общая тенденция: загрязнения почв тяжелыми металлами в северо-западном и юго-западном направлении от ДКС-2 и УКПГ-2.

По содержанию марганца в почве установлено превышение концентраций в 3 раза относительно фоновых на расстоянии 4000 м по всем направлениям. В весенний период установлено превышение фоновых концентраций только в северо-западном, западном, юго-западном направлениях на расстояниях от 500 до 3000 м.

Отмечаются незначительные превышения фоновых значений концентрации цинка в почве на всей исследуемой территории, за исключением северо-западного направления на расстоянии 3000 м (в 3 раза). Поля рассеивания цинка за осенний период представлены на рисунке 1.

Отмечается достижение фоновых значений показателей концентрации меди и кадмия в северо-западном направлении на расстоянии 3000 м, тогда как для кобальта - превышение фоновых концентраций (в 3 раза). Причем концентрации для весенних и осенних измерений приблизительно одинаковы.

Концентрации никеля в почве весной значительно ниже фоновых показателей, а осенью превышают фоновые в северо-западном направлении на расстоянии 500 м-3 км.

Отмечается рост концентраций хрома в почве до фоновых значений в северо-западном, западном, юго-западном, южном направлениях на расстоянии 500-3000 м. Фоновые показатели концентраций металлов в почве для осени, как правило, значительно выше, чем для весны.

Влияние нефтепродуктов на почвы напрямую связано с их концентрацией. С увеличением содержания нефтепродуктов в почве сказывается их влияние на физико-химические свойства почв и опосредованно на растения.

Анализ результатов исследований, показал, что в почвах обследуемой территории не наблюдается превышения содержания нефтепродуктов выше допустимого значения (1 г/кг) и в основном содержание нефтепродуктов составляет 10,75-400,0 мг/кг.

Значение концентрации нефтепродуктов в почве фонового участка составляет 8,4 мг/кг почвы в осенний период и 15,1 мг/кг почвы в весенний период. Поля рассеивания нефтепродуктов за осенний период представлены на рисунке 2.

Наибольшая аккумуляция нефтепродуктов в почве наблюдается в северо-западном, западном, юго-западном направлении, что связано с господствующими направлениями ветра на исследуемой территории и размещением дополнительных источников загрязнения: п. Дедуровка, автодорога «Оренбург - Илек», база газопромыслового управления.

В результате исследований было выявлено две зоны аккумуляции нефтепродуктов в почве: первая в радиусе 100 м от источника загрязнения связанная с выбросами от дымовой трубы котельных и котлов подогрева, дыхательных клапанов емкостей метанола, неорганизованных выбросов и вторая на расстоянии 4000 м, которую мы связываем с факелами высокого и низкого давления.

В осенний период времени в радиусе 100 м от ДКС-2 и УКПГ-2 концентрации нефтепродуктов в почве составляют 40 мг/кг почвы по всем направлениям с

выделенными максимумами концентраций в восточном, северном, юго-

западном,

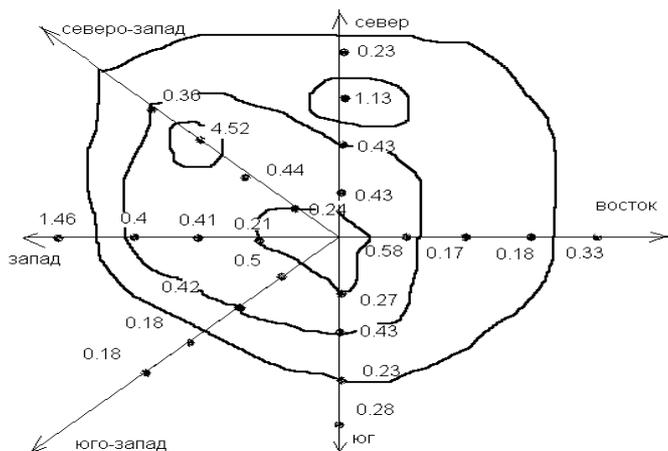


Рисунок 1 Поля рассеивания цинка за осенний период

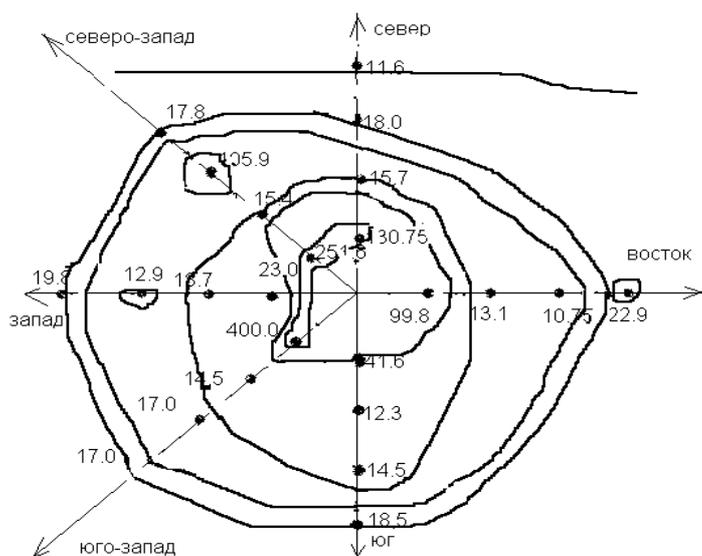


Рисунок 2 Поля рассеивания нефтепродуктов за осенний период

северо-западном, направлениях, где их значения достигают 130,8-400 мг/кг почвы

Далее по всем направлениям следует снижение концентрации нефтепродуктов в почве в зависимости от расстояния до 15 мг/кг почвы по всем направления. В радиусе 4000 м концентрации нефтепродуктов в почве составляют 20 мг/кг почвы по всем направлениям, а за пределами 4000 м наблюдается сниже-

ние концентраций до 11,6 мг/кг почвы.

В весенний период времени в радиусе 100 м от ДКС-2 и УКПГ-2 концентрации нефтепродуктов в почве повысились и составили 70 мг/кг почвы по всем направлениям с выделенными максимумами концентраций в северном, северо-западном, юго-западном направлениях, где их значения составляют 95 и 167,6 мг/кг почвы. А в радиусе 4000 м концентрации нефтепродуктов в почве уменьшаются до 20 мг/кг почвы по всем направлениям.

Кроме того, на границе ССЗ в северо-западном направлении наблюдается зона повышенной концентрации нефтепродуктов в почве (178,5 мг/кг почвы), а также на расстоянии 4000 м в восточном направлении (173,6 мг/кг почвы).

Таким образом, на всей исследуемой территории в зоне воздействия ДКС-2 и УКПГ-2 концентрации тяжелых металлов в почве не превышают ПДК, но наблюдается общая тенденция: аккумуляции в почве марганца, цинка, кобальта преимущественно в северо-западном и юго-западном направлении от ДКС-2 и УКПГ-2. Содержание нефтепродуктов в почве с максимумами в северо-западном, западном, юго-западном направлении не превышает установленный допустимый уровень, но были выявлены две зоны аккумуляции нефтепродуктов в почве в радиусе 100 и 4000 м от источника загрязнения.

#### *Список литературы:*

- 1. Добровольский Г.В. Почва. Город. Экология. - Москва, 1997. – 500с.*
- 2. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области.- Новосибирск, 2001.- 229с.*

## ОСОБЕННОСТИ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИРОДО-ОХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Евстифеева Т.А., Куксанова Е.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Экологическое и природноресурсное право является самой объемной, сложной и противоречивой отраслью российского законодательства.

В соответствии с Конституцией Российской Федерации (ст. 72), вопросы владения, пользования и распоряжения землей, недрами, водными и другими природными ресурсами; природопользование; охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности; особо охраняемые природные территории находятся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации.

Федеральные органы исполнительной власти и органы исполнительной власти субъектов могут заключать между собой соглашения о передаче друг другу осуществления части своих полномочий (ст. 78 Конституции РФ), договоры о разграничении полномочий. Порядок заключения и вступления в силу данных соглашений установлен ФЗ «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» от 06.10.1999 г.

Оценка оптимальности правового регулирования на уровне субъектов исходит из того, что органы власти должны располагать объемом полномочий, который необходим и достаточен для представления и защиты региональных и местных интересов. Законом «Об охране окружающей среды» 2002 г. предусмотрено расширение региональной компетенции, но не за счёт изъятия федеральной, а путём её деления (например, в части государственного контроля) или дополнения (право органов власти субъектов РФ на иск о возмещении вреда, на привлечение к административной ответственности). Целый ряд полномочий (как например, экономическая оценка воздействия на окружающую среду хозяйственной и иной деятельности, ведение учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду) принадлежит одновременно и той и другой стороне.

Повышение уровня компетенции органов власти субъектов РФ при условии грамотного регионального законодательства, позволяет довольно эффективно осуществлять экологическое управление на местах.

Статья 71 Конституции РФ закрепляет перечни вопросов, относящихся к ведению исключительно Российской Федерации. Вне пределов указанных полномочий субъекты РФ обладают всей полнотой государственной власти и осуществляют собственное правовое регулирование, включая принятие законов и иных нормативных правовых актов.

Таким образом, как и другие субъекты РФ, Оренбургская область наделена полномочиями самостоятельного регулирования в указанном правовом пространстве, обеспечивающем конституционное право жителей области на благоприятную окружающую среду.

Неблагополучная экологическая ситуация на территории значительной части Российской Федерации диктует необходимость повышать нормотворческую активность в регионах. Достаточное осознание такой необходимости демонстрирует целый ряд субъектов Российской Федерации, что позволяет, в рамках данной статьи, проводить аналогии и фиксировать достоинства и недостатки региональной законодательной базы в заявленной сфере.

На первый взгляд, количество нормативно-правовых актов различного уровня, принятых в последние годы органами законодательной и исполнительной власти области, свидетельствует о достаточном уровне законотворческой активности. К основным документам природоохранного и природоресурсного законодательства Оренбургской области можно отнести следующие:

1. Закон Оренбургской области «Об особо охраняемых природных территориях Оренбургской области» от 07.12.1999 г. № 394/82-ОЗ;

2. Закон Оренбургской области «О радиационной безопасности населения Оренбургской области» от 10.09.2001 г. № 314/316-II-ОЗ;

3. Закон Оренбургской области «Об охране окружающей среды» от 29.08.2005 г. № 2531/452-III-ОЗ;

4. Закон Оренбургской области «Об областной программе «Оздоровление экологической обстановки Оренбургской области в 2005-2010 годах» от 01.09.2005 г. № 2526/466 –III–ОЗ;

5. Постановление Правительства Оренбургской области «Об утверждении положения о порядке проведения государственной экологической экспертизы в Оренбургской области» от 27.06.2007 г. № 222-п;

6. Указ Губернатора Оренбургской области «Об осуществлении нормирования в области охраны атмосферного воздуха» от 25.12.2006 г. № 206-ук.

7. Закон Оренбургской области «Об областной целевой программе «Сохранение и регулирование численности объектов животного мира на 2008-2012 годы» от 12.09.2007 г. № 1481/317-IV-ОЗ;

8. Закон Оренбургской области «О правилах использования лесов для ведения охотничьего хозяйства» от 10.10.2007 г. № 1619/342-IV-ОЗ.

9. Закон Оренбургской области «О содержании и воспроизводстве лесов на территории Оренбургской области на 2008—2010 годы» от 07.09.2007 г. № 1496/300-IV-ОЗ;

10. Закон Оренбургской области «Об установлении порядка использования гражданами лесов для собственных нужд на территории Оренбургской области» от 10.09.2007 г. № 1505/313-IV-ОЗ;

11. Постановление Правительства Оренбургской области «Об охране лесов от пожаров на территории области» от 16.04.2007 г. № 139-п;

12. Постановление Правительства Оренбургской области «О перечне должностных лиц, осуществляющих государственный лесной контроль и надзор на территории Оренбургской области» от 05.12.2007 г. № 419-п;

13. Указ Губернатора Оренбургской области «О передаче функций и полномочий учредителя областного государственного учреждения «Оренбургское управление сельскими лесами» департаменту по управлению лесами Оренбургской области» от 14.06.2007 г. № 77-ук.

14. Указ Губернатора Оренбургской области «Об осуществлении нормирования в области обращения с отходами» от 02.04.2007 г. № 37-ук.

15. Закон Оренбургской области «О программе «Обеспечение населения Оренбургской области питьевой водой на 2003-2010 годы»» от 23.10.2002 г. № 314;

16. Постановление Правительства Оренбургской области «Об утверждении правил расчета и взимания платы за пользование поверхностными водными объектами, находящимися в собственности Оренбургской области» от 13.06.2007 г. № 203-п;

17. Постановление Правительства Оренбургской области «Об утверждении ставок платы за пользование поверхностными водными объектами, находящимися в собственности Оренбургской области» от 13.06.2007 г. № 204-п.

18. Закон Оренбургской области «О программе «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов Оренбургской области на 2006-2010 годы»» от 07.12.2005 г. № 2867;

19. Закон Оренбургской области «Об областной целевой программе воспроизводства минерально-сырьевой базы Оренбургской области в 2007-2009 годах» от 16.03.2007 г. № 1036/232-IV-ОЗ и др.

Основным нормативно-правовым актом, призванным регулировать общественные отношения по охране, оздоровлению и улучшению состояния окружающей среды, является «Закон Оренбургской области об охране окружающей среды».

В ходе анализа содержания вышеуказанного специального закона необходимо отметить, что данный нормативно-правовой региональный акт, назначение которого – конкретизировать положения рамочного федерального закона, четче разграничивать полномочия и определять ответственность с учетом региональной структуры власти и эколого-географических особенностей территории, этих функций в полной мере не выполняет. Текст закона областного – сокращенная копия закона федерального, за исключением нескольких положений, касающихся декларативных принципов экологической безопасности и превентивных мер её обеспечения.

В частности, согласно ст.14 ФЗ «Об охране окружающей среды», к методам экономического регулирования в области охраны окружающей среды относятся (в числе прочих): предоставление налоговых и иных льгот при внедрении наилучших существующих технологий, нетрадиционных видов энергии, использовании вторичных ресурсов и переработке отходов, а также при осуществлении иных эффективных мер по охране окружающей среды в соответствии с законодательством Российской Федерации и поддержка предпринимательской, инновационной и иной деятельности (в том числе экологического страхования), направленной на охрану окружающей среды.

Именно в региональном законе можно было бы компенсировать отсутствие в законе федеральном конкретики по вопросу стимулов в развитии экологически ориентированного предпринимательства, внедрения новых технологий и т.д., обозначить источники финансирования. Например, в законе «Об охране

окружающей среды в Московской области» (ст. 5 ) сказано, что финансирование природоохранных мероприятий может производиться за счет средств федерального бюджета, бюджета Московской области, бюджетов муниципальных образований и внебюджетных источников, в законе Оренбургской области - «Экономическое регулирование в области охраны окружающей среды в Оренбургской области осуществляется путем: (в том числе и), разработки и выполнения природоохранных мероприятий *за счет различных источников финансирования* (курсив авт.).

Законодательные органы субъектов РФ вправе снижать для отдельных категорий налогоплательщиков налоговую ставку в части сумм налога, зачисляемых в бюджеты субъектов РФ. Кроме того, налоговое законодательство позволяет регионам устанавливать льготы по налогу на имущество. Налоговые льготы для тех субъектов хозяйственной деятельности, которые успешно решают вопросы охраны окружающей среды на своём предприятии или вносят вклад в решение региональных проблем, были бы неплохим стимулом.

Ряд субъектов Российской Федерации уже приняли решение о создании целевых экологических фондов, в связи с тем, что в федеральном законе отсутствует принцип целевого использования платежей за негативное воздействие на окружающую среду и бюджетное законодательство не препятствует созданию в регионах таких фондов, которые выполняли бы задачу аккумуляции и расходования собираемых платежей на природоохранные мероприятия и поддержку природоохранной деятельности.

В целях повышения эффективности природоохранной деятельности природопользователей на местах и получения экологической оценки хозяйственной и иной деятельности необходимо шире внедрять в практику процедуру экологического аудита. Активное использование этого инструмента на территории Московской области доказало оправданность наличия отдельной статьи об экологическом аудите в основном экологическом НПА Московской области.

Заслуживает внимания возможность наделения органов государственной власти субъектов РФ дополнительными полномочиями в области нормирования. Статья 6 ФЗ «Об охране окружающей среды» («Полномочия органов государственной власти субъектов Российской Федерации в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды») позволяет субъектам осуществлять: «установление нормативов качества окружающей среды, содержащих соответствующие требования и нормы не ниже требований и норм, установленных на федеральном уровне». В рамках анализируемого областного законодательного акта такая возможность не использована.

В «Закон Оренбургской области об охране окружающей среды» перенесён полный текст статей федерального закона, касающихся вопросов всеобщности и комплексности экологического образования, преподавания основ экологических знаний в образовательных учреждениях.

Налицо случай невозможности исполнения большинства положений данных статей закона на федеральном уровне по причине отсутствия источников финансирования и материальной базы. Остаётся под сомнением целесообразность перенесения вышеуказанных статей в региональный закон без описания

механизмов их реализации. Подобного рода декларирование приводит к восприятию положений экологических нормативных актов как необязательных.

Закон Оренбургской области «Об охране окружающей среды» в статье 15 предусматривает, что областной экологический мониторинг осуществляется для оценки и прогнозирования влияния хозяйственной деятельности на объекты окружающей среды в целях своевременного принятия мер по предотвращению и (или) уменьшению неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды на территории Оренбургской области в рамках региональной системы экологического мониторинга.

Для того чтобы эта статья из декларативной превратилась в действующую, необходимо создать региональную систему экологического мониторинга на территории Оренбургской области. Для этого следует в первую очередь разработать нормативную базу его существования.

Основой такой базы должен стать закон "Об экологическом мониторинге», в котором необходимо четко сформулировать цели и определить практическую направленность данных экологического мониторинга. Кроме того, следует четко структурировать перечень объектов экологического мониторинга, разграничить сферы государственного экологического мониторинга, локального экологического мониторинга и добровольного экологического мониторинга – в зависимости от субъекта, осуществляющего экологический мониторинг, и оснований его осуществления. Отдельная статья закона должна быть посвящена нормам о финансировании экологического мониторинга.

Результатом дальнейшего анализа НПА области в сфере охраны окружающей среды могут стать некоторые рекомендации, которые, на наш взгляд, позволят повысить эффективность их исполнения, а также определить перспективы дальнейшего развития регионального законодательства.

Например, законом Оренбургской области от 07.12.2005 г. № 2867 утверждена программа «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов Оренбургской области на 2006-2010 годы». Основная цель программы - сохранение и повышение природно-ресурсного потенциала сельского хозяйства области для восстановления и увеличения объемов производства сельскохозяйственной продукции, а к задачам отнесены: увеличение площади насаждений, включая закладку, залужение малопродуктивной пашни, комплексное агрохимическое обследование почв, комплексное агрохимическое окультуривание полей. Необходимость наличия подобной программы не подлежит сомнению. В программе четко прописаны источники финансирования, объем выделяемых средств, общие площади, на которых будет проводиться тот или иной вид работ. По мнению авторов, т. к. любой программный документ – это своего рода алгоритм действий, направленных на достижение определённого результата, из текста программы можно было бы исключить констатацию фактов, касающихся количественных показателей деградации сельхозугодий, снижения эффективности сельскохозяйственного производства (например, орошаемого земледелия) и мероприятий по восстановлению свойств почвы, проведённых в предыдущие годы. В то же время, в целях усиления контроля за выполнением каж-

дого из пунктов программы и расходованием средств, целесообразно было бы в тексте документа определение территорий с указанием названий районов и площадей конкретных хозяйств, которые планируется задействовать в решении поставленных программой задач.

Значительная часть населения области проживает на территориях городов. Городские почвы существенно отличаются по свойствам от почв природных и сельскохозяйственных территорий. Учитывая, что темпы процессов деградации городских земель не уступают и даже опережают скорость процессов, захватывающих почвы сельхозугодий, есть повод задуматься о наличии документа, который призван установить правовые основы организации охраны и использования почв на территории городов области. Необходимость разработки указанного законопроекта обусловлена недостаточным регулированием отношений по охране городских почв на федеральном уровне.

Такой законопроект должен обеспечивать правовой механизм защиты прав собственников городских земельных участков с одновременным повышением их ответственности за нарушение требований по охране почв. Учитывая неурегулированность вопросов соблюдения экологических интересов, в случае, например, застройки земельных участков, которая приводит к так называемому "запечатыванию" городских почв, документом должно быть предусмотрено введение компенсационного оздоровления почв застройщиками в случае такого "запечатывания".

Административное законодательство находится в совместном ведении РФ и субъектов РФ, что позволяет использовать в качестве механизма, способствующего повышению эффективности природоохранной деятельности и усилению контроля в этой области, введение в региональное законодательство новых составов административных правонарушений, не предусмотренных в главе 8 Административного кодекса. Исходя из этого, работа по усилению мер ответственности может пойти и по направлению внесения соответствующих изменений в главу V Закона Оренбургской области от 1 октября 2003 г. № 489/55-ТП-ОЗ «Об административных правонарушениях в Оренбургской области» (принят Законодательным Собранием Оренбургской области 17 сентября 2003 г.).

Таким образом, первый этап работы по анализу региональной нормативно-правовой базы в области охраны окружающей среды показал возможности дальнейшего совершенствования законодательства и необходимость более полного использования законотворческого опыта в данной сфере других регионов.

#### *Список литературы*

- 1. Васильева М.И. Новое в Федеральном законе «Об охране окружающей среды». Комментарий [Текст] / М.И. Васильева.- М.: Издательство РЭФИА. 2002.- 88 с.*
- 2. «Доклад о состоянии законодательства в Оренбургской области» [Текст] / Оренбург: ООО «Печатный дом «Димур»», 2008.-159 с.*
- 3. Конституция Российской Федерации. Комментарий [Текст] / под общ. ред. Б.Н. Топорнина, Ю.М. Батурина, Р.Г. Орехова. -М.: [б.и.], 1994. - 93 с.*

4. «Об осуществлении государственного контроля в области охраны окружающей среды в Оренбургской области»: Указ губернатора Оренбургской области от 19 декабря 2006 г. N 204-ук: [Электронный ресурс]/ Законодательное собрание Оренбургской области.- Оренбург, 2006. –WWW.URL: <http://www.parlament.orb.ru>.

5.«О программе «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов Оренбургской области на 2006-2010 годы»: Закон Оренбургской области от 02.05.2006 N 115/11-IV-ОЗ: [Электронный ресурс]/ Законодательное собрание Оренбургской области.- Оренбург, 2005. –WWW.URL: <http://www.parlament.orb.ru>.

6.«Об охране окружающей среды»: Закон Оренбургской области от 17 августа 2005 г. N 2531: [Электронный ресурс] / Законодательное собрание Оренбургской области.- Оренбург, 2005. –WWW.URL: <http://www.parlament.orb.ru>.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

**Грошев И.В., Степанов А.С.**

**Оренбургский государственный университет, г.Оренбург**

Изучение современного экологического состояния и использования почвенно-земельных ресурсов имеет важное значение для решения проблем рационального использования природно-ресурсного потенциала степных ландшафтов. Особенно это актуально для Оренбургской области, представляющей собой обширный по площади и уникальный по биоразнообразию степной регион России. Основная часть территории области (88,6%) занята землями сельскохозяйственного назначения.

Большое разнообразие геоморфологического и геологического строения, условий климатообразующих и биологических факторов, предопределило сложность и комплексность почвенного покрова области. Основу, которого составляют почвы черноземного типа. Длительное использование почвозатратных технологий предопределило развитие негативных процессов, в частности водной и ветровой эрозии.

В настоящее время аналитические данные, полученные в ходе крупномасштабных почвенных обследований устарели. Переход на новые формы хозяйствования на земле требует наличие полной и достоверной информации о качественно-количественных характеристиках почв. Поэтому возникла необходимость внедрения в практику исследований почв геоинформационных технологий. Активное внедрение ГИС в почвоведении начинается с конца 80-х годов. Постепенно ГИС становятся важным и эффективным средством почвенных исследований (2) и получают широкое распространение в регионах Российской Федерации (3, 4, 5). Однако до настоящего времени не решены концептуальные и методические проблемы создания информационно-аналитических систем, что серьезно тормозит развитие этого направления.

Геоинформационные системы (ГИС) относятся к числу наиболее перспективных инструментов сбора, обобщения и интерпретации информации (1). Анализ качественно-количественных характеристик почвенного покрова требует обработки большого количества аналитической и картографической информации. Использование ГИС технологий позволяет не только хранить и визуализировать большие объемы информации, но и использовать принципы многовариантности обработки (допускающая разностороннюю оценку проявления свойств степных почв), многосредности (сочетание картографических, текстовых, графических слоев), создания изображений новых видов и типов (электронные карты, 3-х мерные модели и др.). Наиболее перспективным путем дальнейшего развития ГИС является прогнозирование и экспериментальное моделирование процессов и явлений происходящих в почвах.

Разрабатываемая в настоящее время в области информационно-аналитическая система экологического состояния почвенного покрова Оренбургской области создается на базе MapInfo. Интерфейс этой программы реали-

зован в простой и удобной форме, который позволяет создавать электронные базы данных, проводить статистические расчеты, визуализировать данные в виде карт и диаграмм.

Обработка данных организована по разделам. В свою очередь данные в разделах сгруппированы по административным районам или ландшафтным структурам области. В перспективе планируется провести такую работу по речным бассейнам. Это обусловлено тем, что в границах речного водосборного бассейна наиболее удобно исследовать антропогенную трансформацию экосистем, в общем, и почвенного покрова в частности (5).

Вся информация подразделяется в форме тематических слоев: почвы, гумус, рН, содержание подвижных форм фосфора и калия, содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов и т.д. по исследуемой территории, по необходимости выполняется редактирование, комбинирование и различный анализ слоев информации (рисунок 1).

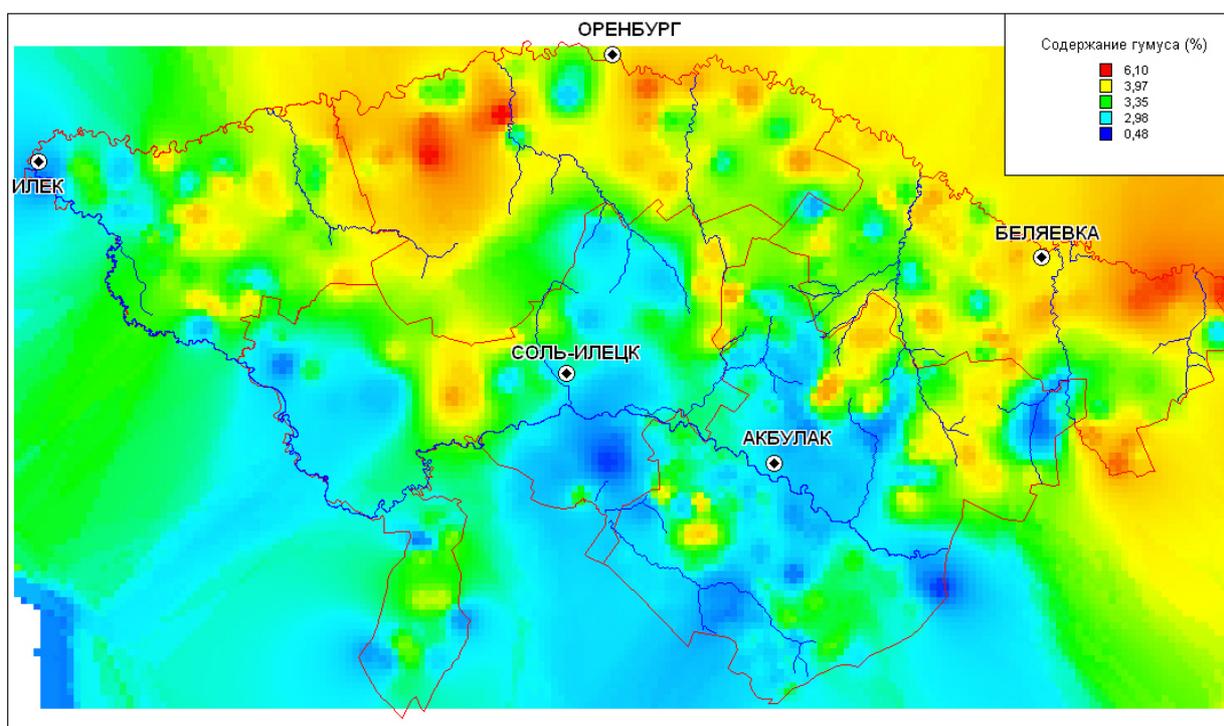


Рисунок 1. Содержание гумуса (%) в почвах Подуралья (в пределах Оренбургской области)

Для оценки нагрузки на ландшафты была составлена электронная карта по ключевым участкам включающая, которая включает структуру землепользования т.е. расположение сельскохозяйственных угодий (пашни, сенокосов, пастбищ), почвенную карту М 1:25 000. В качестве основы использован лист топокарты М 1:100 000. В результате были созданы электронные слои, содержащие площадные характеристики угодий в границах ключевых участков, которые являются базовыми для дальнейших расчетов экологической нагрузки, а также отслеживания пространственно-временных изменений наблюдаемых параметров.

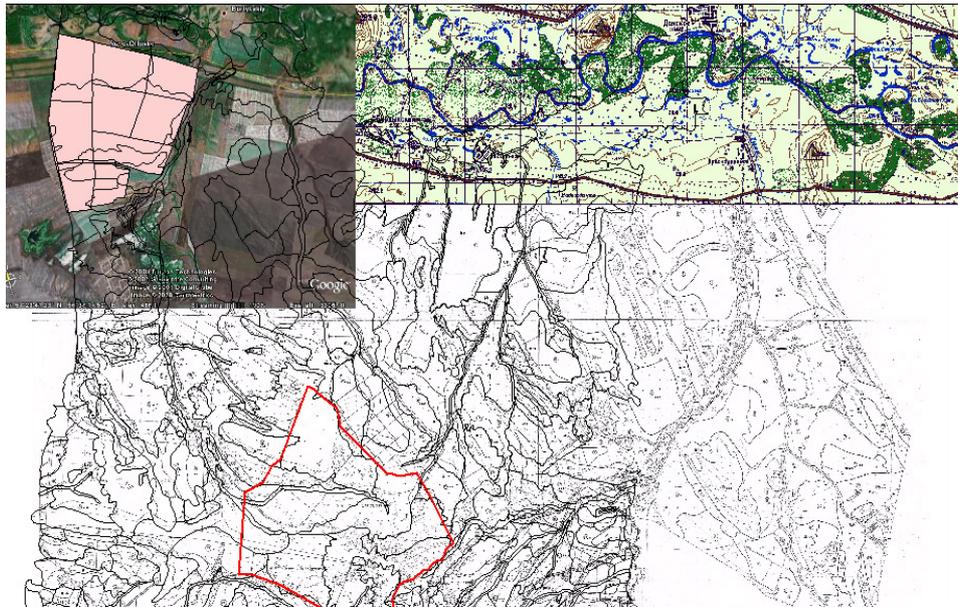


Рисунок 2. Пример создания тематических слоев для формирования электронных карт

Наиболее затруднительным представляется охарактеризовать продукционный потенциал почв, что является одним из основных показателей плодородия и устойчивости почв к антропогенным нагрузкам. Блок данных по плодородию почв включает статистические данные по урожайности зерновых культур, выращенных на богарных землях по крупным с.-х. производителям. Эта работа будет продолжена в направлении формирования естественного биоресурсного потенциала создаваемого степными почвами.

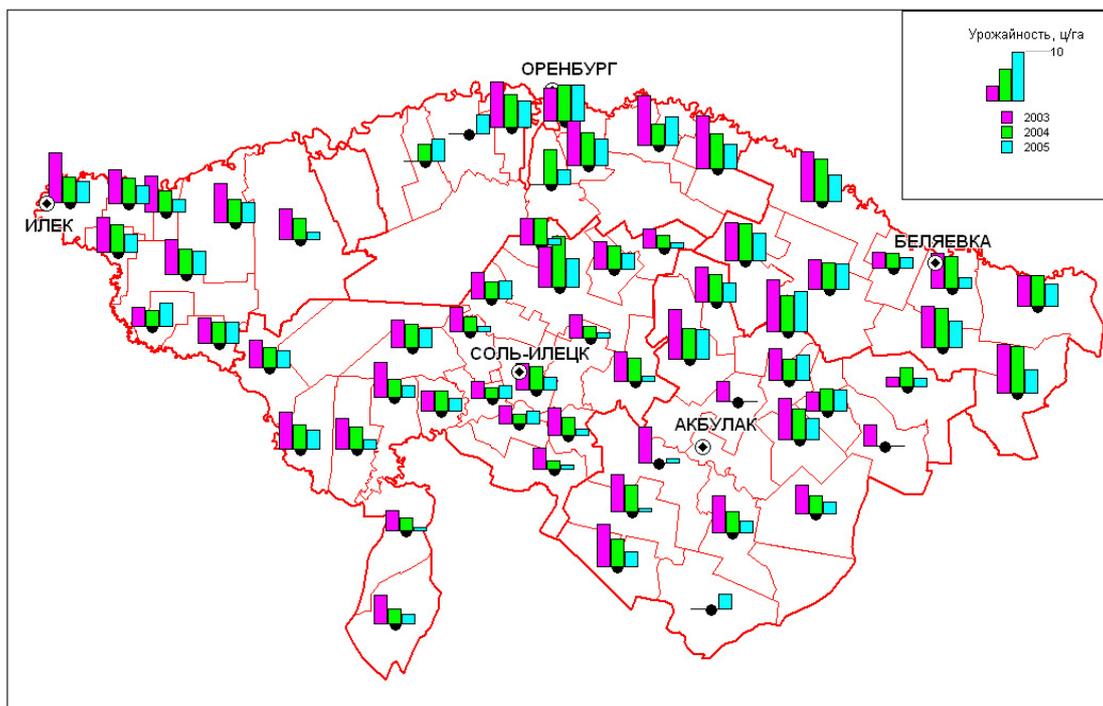


Рисунок 3. Урожайность зерновых культур на территории Подуральского плато (в пределах Оренбургской области)

Необходимо отметить, что продукционный потенциал определяется влиянием многих факторов: содержанием органического вещества, структурой

землепользования, агрохимическими характеристиками почв, но основополагающим фактором формирования урожайности в степном регионе является климат (осадки, температура воздуха и др.). В будущем планируется создать карту влияния различных факторов на формирование урожайности, особенно лимитирующих.

Таким образом, информационно-аналитическая система, разработанная на базе ГИС-технологий, обеспечит хранение и обработку большого объема информации об экологическом состоянии почвенного покрова, позволит объединять разрозненную информацию и выполнить комплексный анализ, анализировать ряд абсолютных и относительных показателей (в т.ч. интегральных), выявлять закономерности развития деградационных процессов, и будет использовано при проведении работ по экологическому мониторингу и организации системы рационального природопользования на территории Оренбургской области.

#### *Список литературы*

- 1. Жуков В.Т., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Компьютерное геоэкологическое картографирование. – М.: Научный мир, 1999. – 128 с.*
- 2. Рожков В.А. Становление почвенной информатики // Почвоведение. – 2002. – №7. – С.858-866.*
- 3. Савин И.Ю. Инвентаризация почв с использованием ГИС-технологий // Почвоведение. – 2003. – №10. – С.1189-1196.*
- 4. Тазыбаев М.Г., Рюмкин А.И., Рудченко В.В. Опыт использования геоинформационных систем в почвоведении // Почвоведение. – 1996. – №12. – С.1530-1534.*
- 5. Трифонова Т.А., Мищенко Н.В. Сравнительный анализ структуры землепользования различных природно-территориальных комплексов // Почвоведение. – 2002. – №12. – С.1479-1487.*

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ГЛОБАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

**Куксанов В.Ф., Грошев И.В., Петрищев В.П.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

Основной особенностью Оренбургской области является своеобразное географическое расположение. Находясь в центре материка на стыке Европы и Азии, область примыкает к южным отрогам Урала, граничит с Западной Сибирью и Поволжьем. Это обширная маловодная территория лесостепи и степи с резко континентальным климатом. Область, ставшая с недавнего времени приграничным субъектом Российской Федерации и заслужившая в современной геополитике наименование «русского коридора», является ярким примером маргинального региона, испытывающего влияние зачастую противоречащих друг другу природных и антропогенных процессов.

К основным тенденциям формирования регионального экологического пространства следует отнести:

- углубление техногенного преобразования природной среды при сокращении пространственных масштабов антропогенного воздействия;
- дифференциация сельскохозяйственного производства как наиболее крупного по пространственному охвату вида антропогенного воздействия на природную среду;
- поляризация зон антропогенной трансформации природной среды и зон квазинатурального состояния ландшафтов;
- формирование трансрегиональной и трансграничной системы сукцессионно восстанавливающихся степных ландшафтов вдоль российско-казахстанской границы.

Исторически сложившаяся система хозяйствования в области предопределила интенсивное воздействие на природные экосистемы предприятий сельскохозяйственного производства и промышленности. На долю сельскохозяйственных угодий приходится 89% от общей площади области, из них на долю пашни приходится 49%. Интенсивное использование почвенно-земельных ресурсов привело к резкому сокращению естественных степных экосистем. В настоящее время сохраняется высокая степень уничтожения ценозов вследствие степных пожаров. Сохранение почвенного разнообразия степной зоны России и сопредельных государств – одна из приоритетных задач современного природопользования. Степи первый и на сегодняшний день единственный биом Земли утративший свою целостность и оказавшийся на грани полного исчезновения. Отсутствие законодательной базы делает степи самыми «бесправными» из экосистем, особенно по сравнению, например, с лесным биоомом. С учетом свойств и значения почвы как одного из главных компонентов биосферы возникает острая необходимость разработки научно – правовой основы сохранения почвенного разнообразия. Для решения этой задачи в Оренбургской области создана и опубликована региональная Красная книга почв (2001 г.).

Другим важным аспектом формирования экологического пространства Оренбургской области является ярко выраженная в настоящее время дифференциация агроландшафтов региона в зависимости от экономической рентабельности, что определяет неравномерное распределение экологических нагрузок в сфере сельскохозяйственного землепользования. Складывающаяся кластерная структура сельскохозяйственного производства обусловлена не зависящим от природно-ресурсного потенциала делением на высокорентабельные сельхозпредприятия, объединенные крупными агрофирмами, и убыточные и разорившиеся хозяйства.

Остро в Оренбуржье стоят вопросы, связанные с сохранением биоразнообразия. Начавшийся в начале 90-ых гг. процесс сокращения используемых сельскохозяйственных угодий сопровождался восстановлением природных геосистем, в т.ч. за счет формирования системы охраняемых природных территорий. Сеть особо охраняемых природных территорий области представлена государственным степным заповедником «Оренбургский», национальным парком «Бузулукский бор», биологическим заказником областного значения «Светлинский» и 511 памятниками природы, и отличается высокой фрагментарностью. Вместе с тем индекс заповедности составляет 0,63%, при утвержденном в Российской Федерации нормативе 3%.

Вместе с тем назревшая проблема особой охраны и восстановления почвенного разнообразия в регионе может быть успешно решена только при реальном выполнении следующих трех задач:

- сохранение естественных эталонных участков зональных степных почв (черноземов и каштановых почв) путем расширения степного заповедника «Оренбургский», создание почвенных заказников и почвенных памятников природы, консервация участков степи на землях военных ведомств (военных полигонов);

- восстановление и реабилитация деградированных и поврежденных степных экосистем с экологической реставрацией почвенного и растительного покровов путем изъятия из землепользования эталонных участков и территорий, экстремальных в эрозионном отношении (сильно эродированные и дефлированные почвы-очаги);

- развитие сети эталонных участков, занятых сельскохозяйственными угодьями, в том числе пашней, с организацией особых щадящих режимов землепользования, сохраняющих в значительной мере природный потенциал элитных разновидностей зональных почв.

В основном крупные и компактные массивы квазинатуральных геосистем сконцентрированы в периферийной части, вследствие чего сформировалась поляризованная структура распределения геосистем. Глубоко трансформированные геосистемы располагаются во внутренней части региона, а квазинатуральные у её окраин.

Приграничное положение Оренбургской области привело к формированию своеобразного пространства, в пределах которого постепенно исчезают населенные пункты, снижается интенсивность использования угодий, и одновременно, формируются крупные фрагменты степной растительности. К зоне рос-

сийско-казахстанского приграничья тяготеет большинство мест наиболее частого появления редких животных и птиц. Таким образом, приграничье оказывает положительное влияние на сохранение биологического и ландшафтного разнообразия в области. С другой стороны усилилось воздействие неконтролируемых трансграничных миграций загрязняющих веществ по речным долинам, пересекающих государственную границу России и Казахстана. Особую опасность для Оренбургской области представляют добыча природного газа и конденсата на Карачаганском месторождении и промышленный узел по обогащению и переработке хромитовых руд и получению ферросплавов в г.Актюбинск. Если с Западно-Казахстанской областью налажены связи по обмену экологической информацией и согласованию управленческих решений, то с Актюбинской она ещё предстоит. Предстоит также урегулирование экономических и экологических ущербов наносимых природным средам в результате трансграничных загрязнений.

Приуроченность промышленных предприятий к месторождениям, жилой и транспортной инфраструктуре, а также стабилизация и последующий подъем экономики России привел к формированию техногенных ядер, характеризующиеся глубокими нарушениями экологического состояния природной среды около крупных горнодобывающих центров и промышленных городов. Деятельность предприятий топливно-энергетического комплекса, добычи и переработки минерального сырья, черной и цветной металлургии нефтепереработки приводит к интенсивному загрязнению вредными веществами окружающей природной среды. По выбросам загрязняющих веществ в атмосферу Оренбургская область находится в ряду регионов России с наибольшими (более 500 тыс. тонн) массами выбросов и занимает четвертое место после Свердловской, Челябинской областей, Республики Башкортостан в Уральском экономическом регионе. Качество поверхностных вод трансграничных рек Урала, Самары и большинство их притоков соответствует 3А и 3Б классу качества и характеризуется как «загрязненная», что оказывает неблагоприятное воздействие на водные экосистемы, в т.ч. на воспроизводство осетровых. В целом поверхностные воды на территории области характеризуются: благоприятным (44%), неблагоприятным (48,4%), и весьма неблагоприятным (7,6%) состоянием. Оценка степени загрязненности территории Оренбургской области вредными компонентами проведена по результатам региональной гидролитохимической съемки. Геохимическая фотография полученная по материалам съемки земной поверхности, позволяет использовать ее для решения широкого круга вопросов санитарной и медицинской служб, промышленного и бытового строительства, сертификации водных объектов, проведения мероприятий, направленных на сокращение различных видов промышленного производства в аномальных районах с целью снятия техногенной нагрузки на природную среду, при составлении кадастра земель и т.п. Она позволяет регулировать трансграничные отношения между соседними административными регионами в рамках бассейновых соглашений.

Область вносит определенный вклад в мировые экологические проблемы, связанные с глобальным изменением климата. Выбросы основного парникового газа – диоксида углерода – в среднем составляют 353 тыс. т. С выбросами

предприятий в атмосферу поступает значительные количества оксидов серы и азота. При взаимодействии с атмосферной влагой образуются сильные кислоты – азотная и серная, которые потом выпадают виде «кислотных дождей». Выбросы диоксида серы и оксидов азота составляют соответственно 248 и 32 тыс. т. Как утверждают эксперты Россия единственная среди сопредельных государств страна, где эмиссия газов компенсируется поглощением лесными экосистемами. Лесистость области невелика и составляет 4,6%. За последние 2-3 года наметилась тенденция увеличения площади лесного фонда, в т.ч. за счет федерального бюджета, в рамках реализации Киотского протокола.

В заключении необходимо отметить, что основными тенденциями в формировании экологической обстановки региона, в современных экономических условиях экологической глобализации, является стирание как природных рубежей и государственных границ, так и обострение региональных и государственных экологических проблем за счет воздействия внешних факторов, роль которых ранее была малозначительна и не изучена. Принимаемые меры по восстановлению и сохранению природного наследия позволяют отнести Оренбургскую область к территориям России с напряженной экологической обстановкой.

# **ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

**Шабанова С.В., Гривко Е.В.**

**Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

**На современном этапе развития уровень загрязнения атмосферы, водоемов и недр в ряде районов существенно превышает санитарные нормы. Это связано, в основном, с присутствием на их территории промышленных источников загрязнения.**

Наряду с крупными промышленными источниками отрицательное воздействие на природную среду оказывают и пищевые производства, в частности зерноперерабатывающие предприятия [1, 2].

Кроме пыли в атмосферу от зерноперерабатывающих предприятий поступают вредные газы – оксид углерода, диоксид серы, диоксид углерода и др., выделяющиеся в помещениях зерносушилок[3].

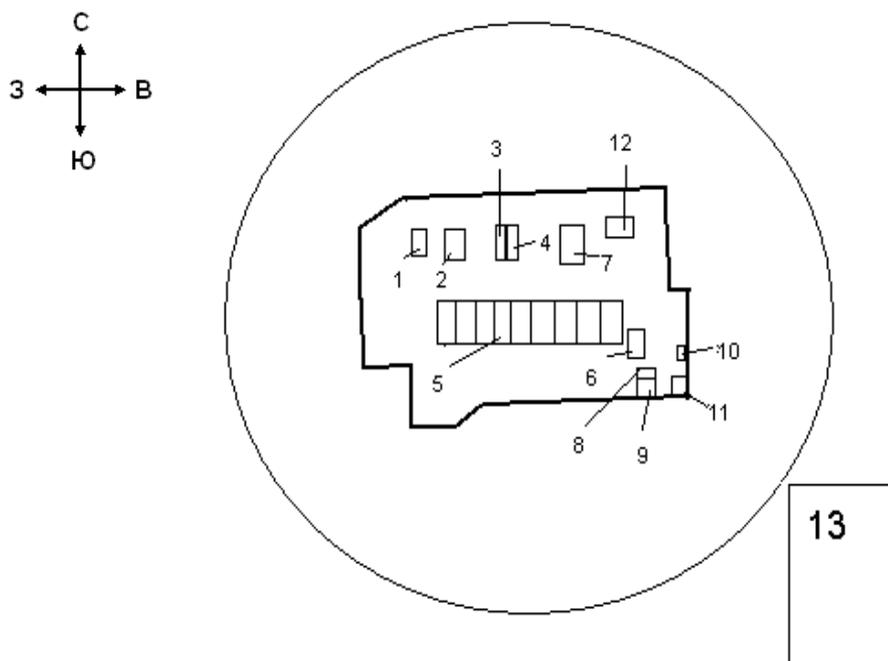
Одним из представителей отрасли зернопереработки Оренбургской области является ОАО «Колос», расположенное в Бузулукском районе. Предметом деятельности предприятия является: приемка, сушка, очистка, подработка, хранение зерна, выработка и реализация: комбикормов, муки, крупы, подсолнечного масла. Исходное сырье: пшеница, ячмень, рожь, пшено, гречиха, подсолнечник.

Нормативная санитарно–защитная зона для ОАО «Колос», согласно Сан-ПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 раздел 4.1.8, составляет 300 метров.

На территории предприятия имеются следующие здания и сооружения (рисунок 1): элеватор, мельцех, крупоцех, комбикормовый завод, маслоцех и другие подразделения.

Для очистки пылегазовых выбросов на предприятии используются: циклон 4БЦШ- 450, рукавные фильтры Г4–1 БФМ-45, рукавный фильтр Г4 БФМ-90 с эффективностью очистки 80-84,6 %. Кроме того, здесь имеются аспирационные сети: аспирация башмаков нории, аспирация конвейеров, аспирация магнитных колонок, а также аспирации других установок [4].

Количество загрязняющих веществ в выбросах источника представлено 13 наименованиями (таблица 1).



1- мельцех; 2 – крупоцех; 3 – комбикормовый завод; 4 – маслоцех; 5 – элеватор; 6 – гараж; 7 – механический цех.

Рисунок 1– Карта – схема расположения ОАО «Колос»

Таблица 1 – Перечень загрязняющих веществ в выбросах ОАО «Колос»

Наименование вещества	ПДК <sub>сс</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
NO <sub>2</sub>	0,04	2
NO	0,06	3
Сажа	0,05	3
SO <sub>2</sub>	0,05	3
СО	3	4
Бензин нефтяной	1,5	4
Пыль зерновая	0,15	3
Пыль мучная	0,15	3
Железа оксид	0,4	3
Бензапирен	0,00001	1
Керосин	1,2	4
Пыль комбикормовая	0,01	3
Пыль абразивная	0,04	4

Для оценки влияния ОАО «Колос» на качество атмосферы использовались следующие параметры:

- масса выбросов ( $M_i$ ). Данные об этой величине по каждому загрязняющему веществу представлены в проекте ПДВ загрязняющих веществ для предприятия ОАО «Колос» [4].

- комплексный показатель КОП (категория опасности предприятия).

КОП используется для характеристики изменений качества атмосферы через выбросы, осуществляемые стационарными источниками, с учетом их токсичности. Показатель оценивает объем воздуха, необходимый для разбавления массы выбросов ( $M_i$ )  $i$ -го вещества над территорией предприятия до уровня ПДК $_i$ . КОП определяется через массовые характеристики выбросов в атмосферу:

$$КОП = \sum_{i=1}^m КОВ_i = \sum_{i=1}^m (M_i / ПДК_i)^{\alpha_i} \quad (1)$$

где  $m$  - количество загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием;

КОВ $_i$  - категория опасности  $i$ -го вещества, м<sup>3</sup>/с;

$M_i$  - масса выбросов  $i$ -ой примеси в атмосферу, г/с;

ПДК $_i$  - среднесуточные ПДК  $i$ -го вещества в атмосфере населенного пункта, мг/м<sup>3</sup>;

$\alpha_i$  - безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности вещества с вредностью диоксида серы [5].

С целью выявления приоритетных загрязняющих веществ в выбросах ОАО «Колос» было проведено их ранжирование по массе выбросов и категории опасности веществ. Результаты ранжирования приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты ранжирования загрязняющих веществ по массе выбросов и категории опасности веществ

Показатель	Характеристика выбросов в атмосферу			
	Масса выбросов		Значения КОВ	
	т/год	%	м <sup>3</sup> /с	%
Суммарный по предприятию	4,9	100	3108,8	100
NO <sub>2</sub>	0,5	9,1	2171,7	69,9
NO	0,08	1,5	39,9	1,3
SO <sub>2</sub>	0,06	1,1	36,9	1,2
CO	1,08	21,2	8,8	0,3
Сажа	0,01	0,1	7,4	0,1
Бензин нефтяной	0,03	0,9	0,8	0,03
Пыль зерновая	1,05	20,6	221,6	7,1
Пыль мучная	2,1	43,8	472,8	15,1
Железа оксид	0,005	0,1	0,5	0,02
Бензапирен	0,000000085	0,0000017	0,108	0,002
Керосин	0,01	0,3	0,6	0,02
Пыль комбикормовая	0,05	0,8	146,09	4,7
Пыль абразивная	0,001	0,05	1,6	0,04

По массе выбросов приоритетными примесями являются пыль мучная (43,8 %), CO (21,2 %), пыль зерновая (20,6 %) и NO<sub>2</sub> (9,1 %). По категории

опасности вещества приоритетными примесями являются  $\text{NO}_2$  (69,9 %), пыль мучная (15,1 %), пыль зерновая (7,1 %) и пыль комбикормовая (4,7 %).

$\text{NO}_2$  и  $\text{CO}$  – выбросы от источников, напрямую не связанных с технологическим процессом производства. Пыли органического происхождения (пыль мучная, зерновая и комбикормовая) поступают в атмосферу от мельцеха, элеватора, крупощеха, комбикормового завода и маслоцеха.

По значению категории опасности ОАО «Колос» относится к 4 категории и характеризуется как малоопасное.

Таким образом, на атмосферу прилегающих к предприятию территорий влияют, в основном, выбросы  $\text{NO}_2$  (69,9 % от значения КОП) и пыли органического происхождения - пыль мучная, зерновая и комбикормовая (26,9 % от значения КОП). Поэтому далее был проанализирован технологический процесс предприятия ОАО «Колос» на предмет образования и выделения этих примесей в атмосферу.

Технологический процесс производства муки на предприятии включает в себя два основных отделения: зерноочистительное и размольное. В настоящее время ОАО «Колос» производит муку только высшего сорта.

Для производства крупы на предприятии применяются гречиха и просо. Согласно технологической схеме производства крупы на ОАО «Колос» процесс разделяют на две основные стадии: очистка и сортирование зерна на фракции; выработка крупы.

Первой стадией технологического процесса является очистка и сортировка зерна на фракции. Процесс очистки зерна гречихи и проса осуществляется по одинаковому технологическому процессу с использованием одного и того же оборудования, но с перестановкой сменных решетных рамок в сепараторе и отсеиве. С элеватора зерно поступает в производство. Отходы, полученные при очистке зерна, по самотечным трубам направляются в мешки или другую тару. Дальнейшие процессы переработки очищенного зерна гречихи и проса в крупу имеют различия [6, 7].

Схема технологического процесса ОАО «Колос» рассчитана также на производство рассыпных комбикормов. Исходным сырьем для производства комбикорма является: рожь, просо, ячмень, пшеница, жмых, отруби, соль, мел.

Схема технологического процесса производства подсолнечного масла на ОАО «Колос» направлена на производство подсолнечного масла прессовым методом.

Анализ технологического процесса ОАО «Колос» на предмет образования и выделения приоритетных загрязняющих веществ ( $\text{NO}_2$ , пыль органическая) в атмосферу позволил выявить приоритетные структурные подразделения, являющиеся источником поступления этих примесей в воздушную среду. Для этого были определены значения категорий опасности структурных подразделений предприятия и произведено их ранжирование. Результаты ранжирования представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты ранжирования структурных подразделений по массе выбросов и значениям категорий опасности

Структурное подразделение	Загрязняющие вещества	Характеристика выбросов в атмосферу				Ранг подразделения по значениям категории опасности
		Масса выбросов		Значения категории опасности		
		т/год	%	м <sup>3</sup> /с	%	
Мельцех	Пыль мучная	2,1	100	472,8	100	2
Крупецех	Пыль зерновая	0,02	100	6,4	100	8
Элеватор	Пыль зерновая	0,8	100	198,1	100	4
Комбикормовый завод	Пыль комбикормовая	0,05	55,6	146,09	92,9	5
	Пыль зерновая	0,04	44,3	11,04	7,03	
	Всего по подразделению	0,09	100	157,13	100	
Маслоцех	Пыль зерновая	0,03	100	5,6	100	9
Котельная	Азота диоксид	0,2	25	1325,1	95,8	1
	Всего по подразделению	0,8	100	1381,7	100	
Пожарное депо	Азота диоксид	0,02	28,6	30,5	88,3	6
	Всего по подразделению	0,07	100	34,5	100	
Контора	Азота диоксид	0,02	28,6	30,5	88,3	6
	Всего по подразделению	0,07	100	34,5	100	
Лаборатория с визировочной площадкой	Азота диоксид	0,02	28,6	30,5	88,3	6
	Всего по подразделению	0,07	100	34,5	100	
Столовая	Азота диоксид	0,02	40	30,5	90,1	7
	Всего по подразделению	0,05	100	33,8	100	
Гараж	Азота диоксид	0,08	13,2	209,1	89,6	3
	Всего по подразделению	0,6	100	233,4	100	

По массе выбросов NO<sub>2</sub> приоритетными источниками являются котельная (0,2 т/год от выбросов подразделения) и гараж (0,08 т/год от выбросов подразделения), а специфического загрязняющего вещества (пыли органической) – мельцех (2,1 т/год от выбросов подразделения), элеватор (0,8 т/год от выбросов подразделения) и комбикормовый завод (0,09 т/год от выбросов подразделения).

По категории опасности вещества приоритетными источниками выбросов  $\text{NO}_2$  являются котельная ( $1325,1 \text{ м}^3/\text{с}$  от значения категории опасности подразделения) и гараж ( $209,1 \text{ м}^3/\text{с}$  от значения категории опасности подразделения), а органической пыли – мельцех ( $472,8 \text{ м}^3/\text{с}$  от значения категории опасности подразделения), элеватор ( $198,1 \text{ м}^3/\text{с}$  от значения категории опасности подразделения) и комбикормовый завод ( $157,13 \text{ м}^3/\text{с}$  от значения категории подразделения). Наибольшую категорию опасности имеют: котельная ( $1381,7 \text{ м}^3/\text{с}$ ), мельцех ( $472,8 \text{ м}^3/\text{с}$ ), гараж ( $233,4 \text{ м}^3/\text{с}$ ), элеватор ( $198,1 \text{ м}^3/\text{с}$ ) и комбикормовый завод ( $157,13 \text{ м}^3/\text{с}$ ).

Значение категории опасности котельной и гаража обусловлено тем, что в их выбросах содержится  $\text{NO}_2$ , являющийся продуктом сжигания топлива. В котельной ОАО «Колос» установлено два котла, которые отапливаются природным газом. Это обуславливает выброс в атмосферу большого количества  $\text{NO}_2$ . В гараже ОАО «Колос» находится автотранспорт, при работе которого сжигается топливо и в воздух с отработанными газами также поступает  $\text{NO}_2$ . Таким образом,  $\text{NO}_2$  поступает в атмосферу от источников, которые напрямую не связаны с технологическим процессом производства, от вспомогательных подразделений. Поступление органической пыли (специфического загрязняющего вещества) в атмосферу от мельцека, крупцека, элеватора, маслоцека и комбикормового завода непосредственно связано с осуществлением основного технологического процесса на производстве.

Поэтому далее в работе было исследовано только технологическое оборудование мельцека на предмет образования и выделения именно органической пыли в атмосферу.

На предприятии для осуществления технологического процесса используется технологическое оборудование, являющееся источником выделения (образования) вредных веществ, расположенное в производственных помещениях, не оборудованных системами общеобменной вентиляции. Поступление вредных веществ в атмосферу из этих помещений происходит через дверные и оконные проемы, форточки, фрамуги и т. п.

В мельцехе для производства муки используется следующее технологическое оборудование: пневмосепараторы, зерноочистительная комбинированная машина, триер-куколеотборник, обочные машины, винтовые транспортеры, отлежные закрома, магнитные аппараты, вальцовые станки, рассевы, центробежные разгрузители, ситовечная машина, бункера.

В мельцехе приоритетным источником поступления в атмосферу органической пыли, а именно мучной являются вальцовые станки (пыль мучная –  $2,1 \text{ т/год}$ ). На вальцовых станках осуществляется помол зерна, а продукт измельчения (мука) поступает в атмосферу, образуя пыль мучную.

Таким образом, приоритетным источником выделения органической пыли, а именно всей мучной пыли на ОАО «Колос» являются вальцовые станки, расположенные в помещении мельцека.

Для уменьшения выброса приоритетных загрязняющих веществ ( $\text{NO}_2$ , органическая пыль), поступающих в атмосферу в ходе технологического процесса ОАО «Колос» были разработаны природоохранные мероприятия.

Так как очистка дымовых газов котельной на ОАО «Колос» в настоящее время не производится, то важным является увеличение высоты источника выбросов, при котором используется эффект рассеивания примесей высотными потоками воздуха. С увеличением высоты трубы увеличивается радиус рассеивания дымовых газов, снижая концентрацию вредных веществ, приходящихся на 1 м<sup>3</sup> воздуха на уровне дыхания человека (около 1,5 м от поверхности земли) [8].

Очистка запыленного воздуха отсасываемого от машин и механизмов аспирационными установками на рассматриваемом предприятии осуществляется по двухступенчатой схеме: I ступень – циклон 4 БЦШ-450, II ступень – рукавный фильтр Г4 БФМ-90. Однако при существующем положении степень очистки отходящих газов от специфического загрязняющего вещества – пыли органической не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям. Поэтому предлагается изменить вторую ступень очистки, т. е. заменить применяемый фильтр Г4 БФМ-90 (эффективность очистки 80 %) на более эффективный фильтр РЦИ 40,8- 48 (эффективность очистки 99,93 %) [9]. Отличительная особенность – расположение в камере очищенного газа узла импульсной продувки рукавов с ресивером, электромагнитными клапанами, соплами и вертикальными трубами Вентури [10].

Применение фильтра РЦИ 40,8-48 в качестве второй ступени очистки позволит снизить содержание органической пыли в выбросах ОАО «Колос» на 3,3 т/год (на 99 %). Очевидна и экономическая выгода предложенного решения – уловленная на этой ступени пыли почти вся является белой или серой и потому может использоваться для производства комбикормов. Кроме того, после очистки воздух может быть использован для рециркуляции, что также экономически целесообразно.

#### Список литературы

- 1 **Бирагова, Н.Ф.** Очистка сточных вод спиртовых заводов /Н.Ф. Бирагова//*Экология и промышленность России.*- 2002.-№ 6.- с. 54-56.
- 2 **Кожарова, Л.С.** Курсовое и дипломное проектирование по комбикормовому производству: учеб. пособие / Л.С. Кожарова, Б.В. Касьянов.- М.: Агропромиздат, 1986. – 239с.
- 3 **Штокман, Е.А.** Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности: учеб. пособие/Е.А. Штокман, В.А. Шилов. - М.: Издательство АСВ, 2001. – 688с.
- 4 *Проект нормативов предельно-допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (ПДВ) для предприятия ОАО «Колос», 2005.*
- 5 **Е.А. Старокожева, Л.Б. Борисова и др.** Практикум к специальному курсу «Промышленная экология»: Методические указания/под редакцией проф. А.А.Цыцурь. – Оренбург: МПК ОГУ, 2002. – 47с.
- 6 *Паспорт технологического оборудования. Мельницы агрегатные вальцовые (РІ-БМВ ПС, РІ – БМВ – 0І ПС).*

- 7 Паспорт технологического оборудования крупноцеха (А1-АКЗ 0,5.2.2/ИАКБ.101531.501.2.2.).
- 8 **Рихтер, Л.А.** Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов тепловых электростанций. – М., 1981.
- 9 **Штокман, Е.А.** Очистка воздуха от пыли на предприятиях пищевой промышленности: учеб. пособие/Е.А. Штокман. – М.: Агропромиздат, 1989.-312с.
- 10 Каталог. Газоочистное оборудование. Методическое пособие, Санкт-Петербург, 2001-430с.