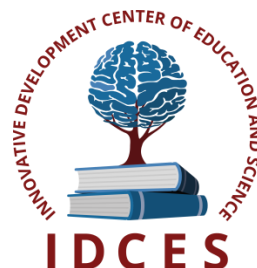


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Актуальные вопросы и перспективы развития
математических и естественных наук**

Выпуск III

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 мая 2016г.)**

**г. Омск
2016 г.**

Актуальные вопросы и перспективы развития математических и естественных наук /
Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3.
г.Омск, 2016г.. 74 с.

Редакционная коллегия:

кандидат биологических наук Благодатнова Анастасия Геннадьевна (г.Новосибирск), кандидат биологических наук Войтка Дмитрий Владимирович (аг.Прилуки), кандидат физико-математических наук, доцент Казьмин Игорь Александрович (г.Ростов-на-Дону), кандидат физико-математических наук, доцент Кайракбаев Аят Крымович (г.Актобе), доктор физико-математических наук, профессор Каленский Александр Васильевич (г.Кемерово), кандидат биологических наук, доцент Корж Александр Павлович (г.Запорожье), доктор биологических наук, профессор Ларионов Максим Викторович (г.Балашов), доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН Лебедев Владимир Ильич (г.Кызыл), доктор биологических наук, профессор Лесовская Марина Игоревна (г.Красноярск), кандидат физико-математических наук, доцент Ловягин Юрий Никитич (г.Санкт-Петербург), кандидат физико-математических наук, член-корреспондент АИАН Лукин Александр Николаевич (г.Туапсе), кандидат биологических наук Малыгина Наталья Владимировна (г.Екатеринбург), кандидат физико-математических наук Матвеева Юлия Васильевна (г.Саратов), кандидат биологических наук, доцент Мошкина Светлана Владимировна (г.Орел), доктор химических наук, профессор Назарбекова Сауле Полатовна (г.Шымкент), доктор биологических наук, профессор Нурбаев Серик Долдашевич (г.Алматы), доктор биологических наук, профессор Околелова Анна Ароновна (г.Волгоград), кандидат физико-математических наук, доцент Седова Наталия Викторовна (г.Тамбов), кандидат биологических наук, профессор РАН Соловьева Анна Геннадьевна (г.Нижний Новгород), кандидат химических наук Туманов Владимир Евгеньевич (г.Черноголовка), кандидат физико-математических наук, доцент Чочиев Тимофей Захарович (г.Владикавказ), кандидат химических наук, профессор Шпейзер Григорий Моисеевич (г.Иркутск)

В сборнике научных трудов по итогам **III Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы и перспективы развития математических и естественных наук»**, г.Омск представлены научные статьи, тезисы, сообщения аспирантов, соискателей ученых степеней, научных сотрудников, докторантов, преподавателей ВУЗов, студентов, практикующих специалистов в области естественных и математических наук Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

Оглавление

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.00.00).....	9
МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)	9
СЕКЦИЯ №1.	
ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)	9
СЕКЦИЯ №2.	
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ОПТИМАЛЬНОЕ	
УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.02)	9
СЕКЦИЯ №3.	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.03).....	9
СЕКЦИЯ №4.	
ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.04)	9
СЕКЦИЯ №5.	
ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.05)	9
СЕКЦИЯ №6.	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06).....	9
СЕКЦИЯ №7.	
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)	9
ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЗАДАЧ, ПОРОЖДЕННЫХ	
ОПЕРАТОРОМ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ СО СМЕШАННЫМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ	
Кадченко С.И., Силина А.В.	9
СЕКЦИЯ №8.	
ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.09)	13
МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.00)	13
СЕКЦИЯ №9.	
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.01)	13
СЕКЦИЯ №10.	
МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.04)	13
НЕКОТОРЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ГЕОМЕХАНИКЕ ТЕОРИИ КОНСОЛИДАЦИИ ГРУНТОВ	
Алтынбеков Ш.А.	13
СЕКЦИЯ №11.	
МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.05)	26
СЕКЦИЯ №12.	
ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.06)	26
СЕКЦИЯ №13.	
БИОМЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.08).....	26
АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.00)	26
СЕКЦИЯ №14.	
АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01)	26

СЕКЦИЯ №15.	
АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.02)	27
СЕКЦИЯ №16.	
ФИЗИКА СОЛНЦА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.03)	27
СЕКЦИЯ №17.	
ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.04).....	27
ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.00).....	27
СЕКЦИЯ №18.	
ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.01)	27
СЕКЦИЯ №19.	
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.02).....	27
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДВУХ СИЛЬНО НЕОДНОРОДНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДИСПЕРСНЫХ	
ЧАСТИЦ, ПОМЕЩЕННЫХ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ	
Уварова Л.А., Кривенко И.В., Иванников А.Ф.	27
СЕКЦИЯ №20.	
РАДИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.03).....	32
СЕКЦИЯ №21.	
ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.04).....	32
СЕКЦИЯ №22.	
ОПТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.05).....	33
СЕКЦИЯ №23.	
АКУСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.06)	33
СЕКЦИЯ №24.	
ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.07)	33
СЕКЦИЯ №25.	
ФИЗИКА ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.08)	33
СЕКЦИЯ №26.	
ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.09).....	33
СЕКЦИЯ №27.	
ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.10)	33
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВЫХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ	
ПЛЕНОК КАДМИЙ-РУТУТЬ-ТЕЛЛУР ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ МЫШЬЯКА	
Ляпунов Д.В.	33
СЕКЦИЯ №28.	
ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11)	35
СЕКЦИЯ №29.	
ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13).....	35
СЕКЦИЯ №30.	
ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.14)	36
СЕКЦИЯ №31.	
ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР, АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.15)	36
СЕКЦИЯ №32.	
ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.16)	36

СЕКЦИЯ №33. ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.17)	36
СЕКЦИЯ №34. КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.18).....	36
СЕКЦИЯ №35. ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.20)	36
СЕКЦИЯ №36. ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.21)	36
СЕКЦИЯ №37. ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.23)	36
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.00)	36
СЕКЦИЯ №38. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.01)	36
СЕКЦИЯ №39. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.02)	37
АНИОННО-КАТИОННЫЙ СОСТАВ ПОЧВЕННОГО КОМПОНЕНТА ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ ОЗЕРА МАЛЫЕ КИРПИЧНИКИ Каблова К.В., Цыганова О.Г., Падалец А.М.	37
СЕКЦИЯ №40. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.03).....	39
СЕКЦИЯ №41. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.04)	39
СЕКЦИЯ №42. ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05)	39
СЕКЦИЯ №43. ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06)	39
СЕКЦИЯ №44. ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.08).....	39
СЕКЦИЯ №45. ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.09)	39
СЕКЦИЯ №46. БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.10).....	39
СЕКЦИЯ №47. КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.11)	40
АДСОРБЦИЯ КАТИОНОВ МАРГАНЦА КОМБИНИРОВАННЫМИ ПРИРОДНЫМИ ФИЛЬТРУЮЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ ДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ Калюкова Е.Н., Нефедьева Т.А.	40
СЕКЦИЯ №48. БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.12)	45
СЕКЦИЯ №49. НЕФТЕХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.13)	45

СЕКЦИЯ №50.	
РАДИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.14).....	45
ДОЛГОЖИВУЩИЕ РАДИОНУКЛИДЫ Sr^{90} И Cs^{137} В ПОЧВАХ ОЗЕР ШАБЛИШ И МАЛЫЕ КИРПИЧИКИ	
Левина С.Г., Каблова К.В., Цыганова О.Г., Падалец А.М.	45
СЕКЦИЯ №51.	
КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.15).....	47
СЕКЦИЯ №52.	
МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.16)	47
СЕКЦИЯ №53.	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.17)	47
СЕКЦИЯ №54.	
ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.21)	47
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.00.00).....	48
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00)	48
СЕКЦИЯ №55.	
РАДИОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.01)	48
СЕКЦИЯ №56.	
БИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.02)	48
СЕКЦИЯ №57.	
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.03).....	48
СЕКЦИЯ №58.	
БИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.04).....	48
СЕКЦИЯ №59.	
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)	48
СЕКЦИЯ №60.	
БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06)...	48
СЕКЦИЯ №61.	
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07).....	48
СЕКЦИЯ №62.	
БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08).....	48
СЕКЦИЯ №63.	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09).....	48
ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.00)	49
СЕКЦИЯ №64.	
БОТАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.01)	49
ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЕЛЕЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ И СИБИРСКОЙ ПО ОСНОВНОМУ ДИАГНОСТИЧЕСКОМУ ПРИЗНАКУ	
Попов П.П.	49
СЕКЦИЯ №65.	
ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02)	53
СЕКЦИЯ №66.	
МИКРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.03)	53

СЕКЦИЯ №67.	
ЗООЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.04).....	53
СЕКЦИЯ №68.	
ЭНТОМОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.05).....	53
СЕКЦИЯ №69.	
ИХТИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.06)	53
СЕКЦИЯ №70.	
ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.07)	53
СЕКЦИЯ №71.	
ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.08)	54
ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ УНИВЕРСИТЕТА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ В ГОРОДЕ НИЖНИЙ ТАГИЛ Кукушкина Н.Г.	54
СЕКЦИЯ №72.	
БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09).....	56
СЕКЦИЯ №73.	
ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)	56
СЕКЦИЯ №74.	
ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11).....	56
СЕКЦИЯ №75.	
МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)	56
СЕКЦИЯ №76.	
ПОЧВОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.13)	56
СЕКЦИЯ №77.	
БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14).....	56
ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00).....	56
СЕКЦИЯ №78.	
ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)	56
ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДКОРМКИ ХОНДРИЛ ХОРС НА МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ВОЛОСЯНОГО ПОКРОВА СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ Алексеева Л.В., Лукьянов А.А., Зеленов Д.В.	56
СЕКЦИЯ №79.	
АНТРОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.02).....	58
СЕКЦИЯ №80.	
ИММУНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.03)	58
СЕКЦИЯ №81.	
КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.04)	59
СЕКЦИЯ №82.	
БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.05)	59
СЕКЦИЯ №83.	
НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06).....	59

ГЕОГРАФИЯ.....	59
СЕКЦИЯ №84.	
ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.23).....	59
СЕКЦИЯ №85.	
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.24)	59
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В ПРИВОЛЖСКОМ ФО Преображенский Ю.В., Уставщикова С.В.	59
ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ	
Федотов Ю.Д., Кирюшин А.В., Логинова Н.Н.	61
СЕКЦИЯ №86.	
ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25)	63
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	64
СЕКЦИЯ №87.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	64
КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕКСТА ПО ТВОРЧЕСКИМ КАТЕГОРИЯМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЧАСТОТНО- МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И АЛГОРИТМОВ РЕГРЕССИОННЫХ ДЕРЕВЬЕВ	
Осочкин А.А., Фомин В.В.	64
ГЕОЛОГИЯ	66
СЕКЦИЯ №88.	
РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	66
СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА ДЕРЕВНИ ДАЙМИЩЕ (ГАТЧИНСКИЙ РАЙОН ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ) (2015)	
Романова А.А., Виноград Н.А., Архангельский В.Ю.	66
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ И ГРУНТОВЫХ ВОД ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ОРЕДЕЖ	
Виноград Н.А., Романова А.А.	69
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД	72

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.00.00)

МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.00)

СЕКЦИЯ №1.

**ВЕЩЕСТВЕННЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.01)**

СЕКЦИЯ №2.

**ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И
ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.02)**

СЕКЦИЯ №3.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.03)

СЕКЦИЯ №4.

ГЕОМЕТРИЯ И ТОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.04)

СЕКЦИЯ №5.

**ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.05)**

СЕКЦИЯ №6.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА, АЛГЕБРА И ТЕОРИЯ ЧИСЕЛ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.06)**

СЕКЦИЯ №7.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.07)

**ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЗАДАЧ, ПОРОЖДЕННЫХ
ОПЕРАТОРОМ ШТУРМА-ЛИУВИЛЛЯ СО СМЕШАННЫМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ**

Кадченко С.И., Силина А.В.

ФГБОУ ВПО Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г.Магнитогорск

Работа посвящена построению алгоритма численного решения обратных спектральных задач, порожденных оператором Штурма-Лиувилля со смешанными граничными условиями. Многочисленные расчеты показали его высокую вычислительную эффективность.

1. Алгоритм решения

Рассмотрим задачу восстановления потенциала $p(x)$ для оператора Штурма-Лиувилля

$$-u'' + p(x)u = \lambda u, u \in L_2(a, b) \quad (1)$$

с граничными условиями

$$\begin{aligned}\alpha_1 u(a) + \beta_1 u'(a) &= 0, \\ \alpha_2 u(b) + \beta_2 u'(b) &= 0, \alpha_i, \beta_i \in R, i = 1, 2\end{aligned}\quad (2)$$

в случае, когда $p(x)$ является функцией умножения. В работе [1], [2] был разработан численный метод решения обратных спектральных задач, порожденных возмущенным самосопряженным оператором, используя который, разработаем алгоритм нахождения потенциала $p(x)$. Для этого найдем собственные значения и собственные функции вспомогательной спектральной задачи

$$\begin{aligned}-v'' &= \mu v, v \in L_2(a, b), \\ \alpha_1 v(a) + \beta_1 v'(a) &= 0, \alpha_2 v(b) + \beta_2 v'(b) = 0, \alpha_i, \beta_i \in R, i = 1, 2.\end{aligned}\quad (3)$$

Общее решение одномерного уравнения Лапласа (3) имеет вид

$$v = C_1 \cos(\sqrt{\mu}x) + C_2 \sin(\sqrt{\mu}x).$$

Используя граничные условия, получим

$$\begin{aligned}(\alpha_1 \sin(\sqrt{\mu}a) + \beta_1 \sqrt{\mu} \cos(\sqrt{\mu}a)) \cdot (\alpha_2 \cos(\sqrt{\mu}b) - \beta_2 \sqrt{\mu} \sin(\sqrt{\mu}b)) = \\ = (\alpha_2 \sin(\sqrt{\mu}b) + \beta_2 \sqrt{\mu} \cos(\sqrt{\mu}b)) \cdot (\alpha_1 \cos(\sqrt{\mu}a) - \beta_1 \sqrt{\mu} \sin(\sqrt{\mu}a)).\end{aligned}\quad (4)$$

Решения $\{\mu_k\}_{k=1}^{\infty}$ трансцендентного уравнения (4) являются собственными значениями спектральной задачи (3), а ее собственные функции имеют вид

$$\begin{aligned}v_k = C_k ((\alpha_1 \sin(\sqrt{\mu_k}a) + \beta_1 \sqrt{\mu_k} \cos(\sqrt{\mu_k}a)) \cos(\sqrt{\mu_k}x) + \\ + (\beta_1 \sqrt{\mu_k} \sin(\sqrt{\mu_k}a) - \alpha_1 \cos(\sqrt{\mu_k}a)) \sin(\sqrt{\mu_k}x)), k = \overline{1, \infty}.\end{aligned}$$

Коэффициенты C_k находятся из условия нормировки $\{v_k\}_{k=1}^{\infty}$. Занумеруем собственные значения

$\{\mu_k\}_{k=1}^{\infty}$ в порядке неубывания, учитывая кратность. Тогда, согласно [2] – [5], приближенные значения $\{\tilde{\lambda}_k\}_{k=1}^{K_0}$ собственных чисел спектральной задачи (1), (2) можно вычислить по формуле:

$$\tilde{\lambda}_k(n) = \mu_k + (Pv_k, v_k) - \sum_{j=1}^{K_0-1} (\tilde{\lambda}_j(n) - \tilde{\lambda}_j(n-1)), k = \overline{1, K_0}. \quad (5)$$

Здесь $\{\tilde{\lambda}_k(n)\}_{k=1}^{K_0}$ – n -ные приближения по Галеркину к соответствующим собственным значениям

$\{\lambda_k\}_{k=1}^{K_0}$ задачи (1), (2). Используя (5), составим интегральное уравнение Фредгольма первого рода

$$\int_a^b K(x, s) p(s) ds = f(x), x \in [c, d], \quad (6)$$

где $K(x_k, s) = v_k^2(s)$, $f(x_k) = \tilde{\lambda}_k - \mu_k$. Предположим, что ядро $K(x, s)$ интегрального уравнения (6) непрерывно и замкнуто в прямоугольнике $[a, b] \times [c, d]$, а функции $p(x) \in W_2^1[a, b]$ и $\tilde{f}(x) \in L_2[c, d]$. Допустим, что в узловых точках $x_k \in [c, d]$ вместо точных значений функции $f(x_k)$ известны ее приближенные значения $\tilde{f}(x_k) = \tilde{\lambda}_k - \mu_k + \sum_{j=1}^{K_0-1} (\tilde{\lambda}_j(n) - \tilde{\lambda}_j(n-1))$. Решение интегрального уравнения

Фредгольма является некорректно поставленной задачей. Ее приближенные решения могут быть найдены классическими методами, например, методом регуляризации Н.А. Тихонова.

2. Численный эксперимент

Численное решение интегрального уравнения Фредгольма первого рода (6) определяет приближенные значения $\tilde{p}(s_k)$ потенциала $p(s_k)$, $k = \overline{1, K_0}$, $a = s_1 < s_2 < \dots < s_K = b$. Число K_0 узловых точек дискретизации отрезка $[a, b]$ можно выбрать достаточно большим, чтобы получить хорошую точность при интерполяции функции $p(s)$. За концы отрезка $[c, d]$ возьмем значения $c = |\tilde{\lambda}_{l_1}|$ и $d = |\tilde{\lambda}_{l_2}|$, $l_1 < l_2$. Для

l_1 и l_2 должно выполняться равенство $l_2 - l_1 + 1 = K_0$. Для проверки разработанного алгоритма зададим потенциал $p(s)$ спектральной задачи (1), (2). Используя разработанный алгоритм, вычислим его значения $\tilde{p}(s_k)$ в узлах дискретизации s_k и сравним между собой значения $\tilde{p}(s_k)$ и $p(s_k)$.

В Табл.1 приведен пример численных расчетов значений $\tilde{p}(s_k)$ для некоторых узлов $k = \overline{1, K_0}$, $K_0 = 31$, при $p(s) = \sin s + s^2 + 3i$, $\beta_1 = \alpha_2 = 0$, $\alpha_1 = \beta_2 = 1$.

Таблица 1

k	s_k	$p(s_k)$	$\tilde{p}(s_k)$	ς_k
1	0	0,0000+3,0000i	-0,0664+2,9952i	0,0009
2	0,033	0,0344+3,0000i	-0,0665+2,9986i	0,0006
3	0,067	0,0711+3,0000i	-0,0054+2,9988i	0,0006
4	0,1	0,1098+3,0000i	0,0530+2,9992i	0,0006
5	0,133	0,1506+3,0000i	0,1134 + 2,9995i	0,0006
...	...	...	...	...
13	0,4	0,5494 + 3,0000i	0,6063 + 3,0006i	0,0004
14	0,433	0,6077 + 3,0000i	0,6687 + 3,0007i	0,0002
15	0,467	0,6677 + 3,0000i	0,7312 + 3,0006i	0,0001
16	0,5	0,7294 + 3,0000i	0,7937 + 3,0006i	0,0001
17	0,533	0,7929 + 3,0000i	0,8562 + 3,0006i	0,0002
...	...	...	...	...
27	0,867	1,5133 + 3,0000i	1,4745 + 2,9995i	0,0006
28	0,9	1,5933 + 3,0000i	1,5350 + 2,9992i	0,0006
29	0,933	1,6747 + 3,0000i	1,5934 + 2,9991i	0,0006
30	0,967	1,7574 + 3,0000i	1,6545 + 2,9987i	0,0006
31	1	1,8415 + 3,0000i	1,6544 + 3,0015i	0,0006

Величины $\varsigma_k = \left| \tilde{f}(x_k) - \int_a^b K(x_k, s) \tilde{p}(s) ds \right|$ определяют поточечную абсолютную погрешность полученного решения. Невязка приближенного решения равна $\left\| \tilde{f}(x) - \int_a^b K(x, s) \tilde{p}(s) ds \right\| = 0,0032$. Средняя

поточечная абсолютная погрешность $\zeta_{пред} = 0,00054$. Параметр регуляризации α в методе регуляризации Тихонова вычислялся с помощью принципа невязки. В этом случае $\alpha = 0,16 \cdot 10^{-14}$.

В Табл.2 приведен пример численных расчетов значений $\tilde{p}(s_k)$ для некоторых узлов $k = \overline{1, K_0}$, $K_0 = 31$, при $p(s) = \sin s + s^2 + 3i$, $\alpha_1 = \beta_2 = 0$, $\beta_1 = \alpha_2 = 1$.

Таблица 2

k	s_k	$p(s_k)$	$\tilde{p}(s_k)$	ζ_k
1	0	0,0000+3,0000i	-0,0664+3,0040i	0,0010
2	0,033	0,0344+3,0000i	-0,0683+3,0004i	0,0006
3	0,067	0,0711+3,0000i	-0,0071+3,0005i	0,0006
4	0,1	0,1098+3,0000i	0,0512+3,0004i	0,0006
5	0,133	0,1506+3,0000i	0,1116 + 3,0005i	0,0007
...	...	...	...	...
13	0,4	0,5494 + 3,0000i	0,6048 + 2,9994i	0,0004
14	0,433	0,6077 + 3,0000i	0,6672 + 2,9993i	0,0003
15	0,467	0,6677 + 3,0000i	0,7296 + 2,9993i	0,0001
16	0,5	0,7294 + 3,0000i	0,7922+ 2,9993i	0,0001
17	0,533	0,7929 + 3,0000i	0,8547+ 2,9993i	0,0003
...	...	...	...	...
27	0,867	1,5133 + 3,0000i	1,4727 + 3,0004i	0,0006
28	0,9	1,5933 + 3,0000i	1,5331 + 3,0003i	0,0006
29	0,933	1,6747 + 3,0000i	1,5915 + 3,0002i	0,0006
30	0,967	1,7574 + 3,0000i	1,6526 + 3,0003i	0,0006
31	1	1,8415 + 3,0000i	1,6508 + 2,9970i	0,0007

В этом случае невязка приближенного решения равна 0,0034, средняя поточечная абсолютная погрешность $\zeta_{пред} = 0,00058$, а параметр регуляризации $\alpha = 0,16 \cdot 10^{-14}$.

Многочисленные расчеты показывают, что, используя алгоритм восстановления значений потенциала $p(s)$ спектральной задачи (1), (2), разработанный в работе, можно находить приближенное значение $\tilde{p}(s)$ в узловых точках дискретизации с хорошей точностью в большом диапазоне изменения параметров спектральной

задачи (1), (2).

Список литературы

1. Кадченко, С.И. Численный метод решения обратных задач, порожденных возмущенными самосопряженными операторами / С. И. Кадченко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Математическое моделирование и программирование», 2013. – Т.6, No 4. – С. 15–25.
2. Кадченко, С. И. Численный метод решения обратных задач, порожденных возмущенными самосопряженными операторами, методом регуляризованных следов / С. И. Кадченко // Вестник СамГУ, Естественнонаучная серия, 2013. – No 6 (107). – С. 23–30.
3. Кадченко, С.И. Линейные уравнения для приближенного вычисления собственных чисел возмущенных самосопряженных операторов / СИ. Кадченко, И.И. Кинзина // Электромагнитные волны и электронные системы, 2005. – Т. 10, No 6. – С. 4–12.
4. Кадченко, С. И. Численный метод нахождения собственных значений дискретных полуограниченных снизу операторов / С. И. Кадченко, Л. С. Рязанова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Математическое моделирование и программирование», 2011. – No 17 (234), вып. 8. – С. 46–51.
5. Садовничий, В.А. Вычисление первых собственных чисел краевой задачи гидродинамической теории устойчивости течения между параллельными плоскостями при малых числах Рейнольдса / В.А. Садовничий, В.В. Дубровский, С.В. Кадченко, В.Ф. Кравченко // ДАН, 1997. – Т. 355, No 5. – С. 600–604.

СЕКЦИЯ №8.

ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.01.09)

МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.00)

СЕКЦИЯ №9.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.01)

СЕКЦИЯ №10.

МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.04)

НЕКОТОРЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ГЕОМЕХАНИКЕ ТЕОРИИ КОНСОЛИДАЦИИ ГРУНТОВ

Алтынбеков Ш.А.

Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, г.Шымкент, Казахстан

Аннотация: Разработаны механико-математические модели процессов осадки грунтовых оснований и оседания земной поверхности на территории нефтяных залежей. Обоснованы численно-аналитические методы решения соответствующих задач и проведены предварительные анализы численных расчетов. Показано, что осадание поверхности нефтяного пласта существенно зависит от параметров, характеризующих химический состав и физико-механические свойства породной среды, расположенной над нефтяным пластом. Так, например, если породная масса над нефтяным пластом является слабо глинистой (сыпучей, несвязной) средой, то осадок может быть чрезмерно большим и разрушительным.

Установлена зависимость, определяющая распределение уплотняющей нагрузки, т.е. веса породной массы, расположенного над нефтяным пластом. Было показано, что в момент откачки нефти не вся нагрузка передается нефтяному пласту; передается только ее часть, и она постепенно нарастает по времени до определенной части всей нагрузки. При этом распределение нагрузки неравномерно: чем больше расстояние от рассматриваемой точки до скважины, тем меньшее значение нагрузки принадлежит этой точке.

Сформулирована математическая постановка задачи о совместной работе нефтенепроницаемых слоев земной коры с нефтяным пластом. Обоснованы методы ее решения. Расчет совместной работы проведен по методу убывающей функции.

Предложена функция управления и решения задачи об управлении процессом осадки нефтеносного пласта и оседания земной поверхности. Приведены анализы численных расчетов.

Ключевые слова: механика деформируемого твердого тела, нефтяной пласт, пористость, поровая жидкость, давление в поровой жидкости, фильтрация, напряжение, деформация, осадок, оседание, прогноз, математика, управление.

SOME APPLICATIONS IN GEOMECHANICS CONSOLIDATION THEORY OF GROUND

Altynbekov Sh. A.

South Kazakhstan State Pedagogical Institute, Shymkent, Kazakhstan

Summary: mechanical-mathematical models of the process of sediment bases and ground subsidence of the earth's surface on the territory of oil fields are developed. Justified numerical-analytical method for the relevant tasks, and a preliminary analysis of numerical calculations. It is shown that the deposition surface of the oil reservoir essentially depends on the parameters characterizing the chemical composition and physical properties of the medium breed, located above the oil reservoir. For example, if the rock mass above the oil reservoir is a little mud (loose, disconnected) environment, the sediment can be excessively large and disruptive.

The dependence that determines the distribution of sealing load, the weight of the rock mass located above the oil reservoir is defined. It was shown that at the time of pumping oil is not the whole load is transferred to the oil reservoir; transmitted only part, and it gradually increases with time up to a certain part of the entire load. Thus uneven load distribution-the greater the distance from the well to the point under consideration, the smaller the load value belongs to this point.

A mathematical formulation of the problem on cooperative work of oil impermeable layers of the earth's crust to the oil reservoir. It is justified method of its solving. Calculation of cooperative work performed by the method of decreasing function.

Suggest a function and solving the problem of managing the process of sediment and an oil reservoir sedimentation ground surface. The analysis of numerical calculations is given.

Keywords: mechanics of deformable solids, oil deposits, porosity, fumes, vapor pressure of the liquid, filtering, voltage, deformation, sediment, subsidence, forecast, mathematics, management.

Часть I

Прогноз осадки нефтеносного пласта и оседаний земной поверхности при откачке нефти из залежей

Введение

Оседания земной поверхности в результате извлечения подземных вод исследовано в работах [1-5]. В отличие от этих работ в данной работе исследуется осадки нефтяного пласта и оседаний земной поверхности. Откачка нефти из залежей приводит к снижению избыточного давления в поровой жидкости в слое нефтяного пласта. Природный баланс давления в нижних и верхних слоях нарушается. Чем больше разница между ними и мощность нефтеносного пласта, тем больше оседание земной поверхности на территории нефтедобывающего комплекса [6,7]. Чтобы предотвратить этот негативный процесс необходимо:

- изучить закономерности длительных деформаций (осадок) нефтеносного пласта вокруг каждой скважины путем решения задачи консолидации земляных масс;
- решить задачу о совместной работе нефтенепроницаемого слоя земной коры с нефтеносным пластом и дать инженерную оценку характеру оседания земной поверхности на территории нефтедобывающего комплекса в целом;
- на основе полученных сведений решить специальные задачи для принятия экономически эффективных конструктивных решений (искусственно создать граничные условия, обеспечивающие снижение оседаний земной поверхности; предпринять закачку в отработанные нефтяные скважины воды, воздуха и т.д.) по предотвращению повреждений, разрушений и чрезмерных деформаций нефтяных сооружений и территории месторождений.

Рассмотрим последовательно эти вопросы.

1. Решение начально-краевой задачи консолидации земляных масс

Решение данной задачи согласно теории фильтрационной консолидации [8] и расчетной схемы (Рисунок 1а) может быть сведено к следующему виду:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = C_v(z) \left(K_z \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} + K_r \left(\frac{\partial^2 p}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial p}{\partial r} \right) \right) + \Phi(z, r, t), \quad (1)$$

$$p(z, r, \tau_1) = p_0(z, r), \quad (2)$$

$$p(z, r_0, t) = q_1, \quad p(z, R, t) = q_2, \quad (3)$$

$$\left. \frac{\partial p}{\partial z} \right|_{z=h} = 0, \quad \left. \frac{\partial p}{\partial z} \right|_{z=0} = 0, \quad (4)$$

где:

$$C_v(z) = \frac{1 + \varepsilon_{cp}}{\gamma \left(\frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2 e^{-\alpha_3 z})}{1 + 2\xi_0 e^{-\alpha_4 z}} + \varepsilon_{cp} \left(\frac{1}{K_a} + \frac{1}{K_c} \right) \right)}, \quad (5)$$

$$\Phi(z, r, t) = \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2 e^{-\alpha_3 z})}{(1 + 2\xi_0 e^{-\alpha_4 z}) \cdot \left(\frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2 e^{-\alpha_3 z})}{1 + 2\xi_0 e^{-\alpha_4 z}} + \varepsilon_{cp} \left(\frac{1}{K_a} + \frac{1}{K_c} \right) \right)} \cdot \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\theta^*}{3} + p^* \right).$$

Здесь ε_{cp} – средний коэффициент пористости; γ – удельный вес жидкости; a_0 – начальный коэффициент мгновенного уплотнения; ξ_0 – начальный коэффициент бокового давления; K_{ac} и K_c – модули объемной сжимаемости жидкости и минеральных частиц; θ^* и p^* – соответственно сумма нормальных напряжений и давления, соответствующие полной стабилизации; α_i ($i=1,2,3,4$) – параметры неоднородности; K_z, K_r – коэффициенты фильтрации; R – радиус продуктивности действующей скважины; r_0 – радиус скважины; h – мощность нефтеносного пласта.

Для $p_0(z, r)$ из расчетной схемы (Рисунок 1) и из (1)-(4) имеем:

$$K_z \frac{\partial^2 p_0}{\partial z^2} + K_r \left(\frac{\partial^2 p_0}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial p_0}{\partial r} \right) = 0, \quad (6)$$

$$p_0(z, r_0) = q_1, \quad p_0(z, R) = q_2 \quad (7)$$

$$\frac{\partial p_0}{\partial z} = 0 \quad \text{при} \quad z = 0, \quad (8)$$

$$p_0 = q(r, \tau_1) \quad \text{при} \quad z = h, \quad r_0 \leq r \leq R_0, \quad (9)$$

$$\frac{\partial p_0}{\partial z} = 0 \quad \text{при} \quad z = h, \quad R_0 < r \leq R. \quad (10)$$

Нагрузка $q(r, t)$ в (9) представлена из [7]:

$$q(r, t) = \frac{q_0}{R} (R - \beta_q r) (A_q - B_q e^{-\alpha_q t}), \quad (11)$$

$$0 < \beta_q \leq 1, \quad \beta_q r \leq R, \quad 0 < A_q \leq 1, \quad B_q \leq A_q, \quad \alpha_q > 0, \quad r_0 \leq r \leq R.$$

Следует отметить, что под нагрузкой здесь понимаем вес земляного массива, расположенного над нефтеносным пластом (Рисунок 1,б).

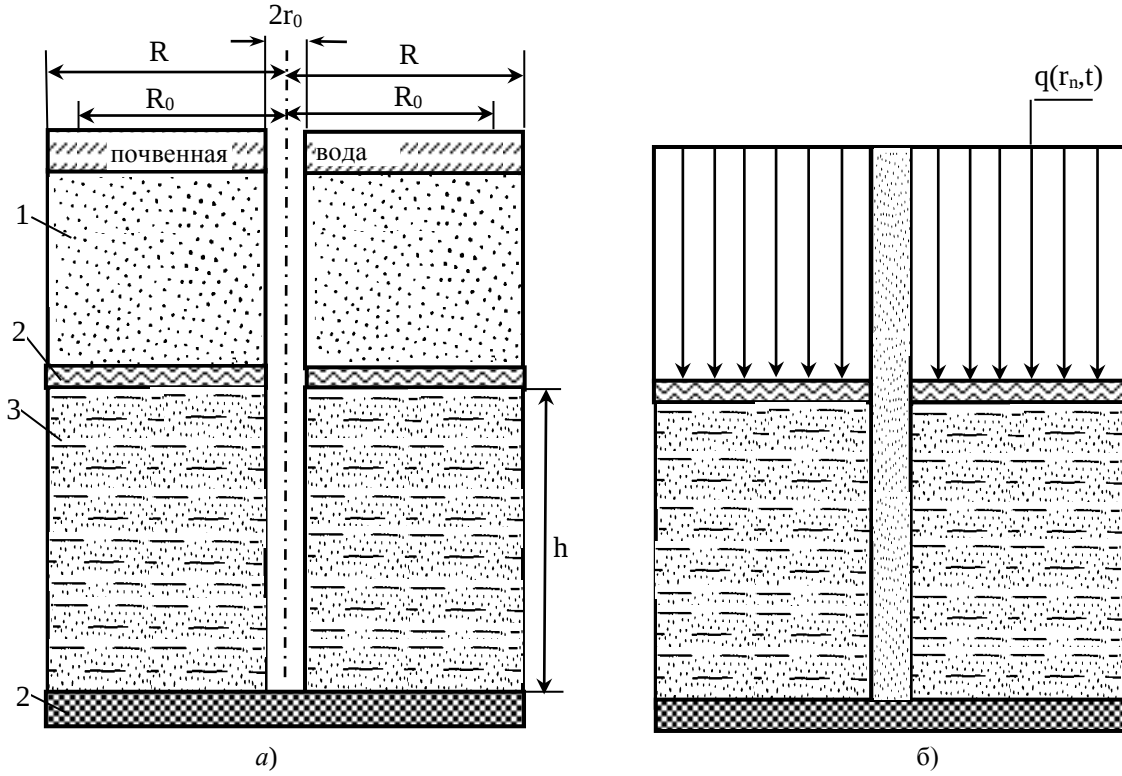


Рис.1. Расчетная схема к прогнозированию уплотнения нефтеносного пласта и оседания земной поверхности при откачке нефти из залежей: 1 – земляной массив, расположенный над нефтеносным пластом; 2 – нефтенепроницаемый слой; 3 – нефтеносный пласт;

Из (11) видно, что в момент откачки нефти лишь часть нагрузки передается нефтеносному пласту. Далее она постепенно нарастает до определенной части всей нагрузки q_0 . При этом распределение нагрузки неравномерно: чем больше расстояние от рассматриваемой точки до скважины, тем меньше значение нагрузки, приложенной к этой точке. Значения параметров A_q, B_q, β_q и α_q зависят от химического состава, физико - механических свойств, а также НДС верхнего слоя (расположенного над нефтеносным пластом) земляных сред. Так, например, для сыпучих несвязных (или глинисто текучих) сред значения A_q, B_q и α_q соответственно близки к единице ($A_q \approx 1$), к нулю ($\beta_q \approx 0$) и бесконечности $\alpha_q \approx \infty$.

Решения для (1)-(4) и (6)-(10) могут быть получены различными методами уравнений математической физики [9-11] и численного анализа [12-16]. Здесь из этих методов предпочтение дается методу преобразования граничных условий в нулевые, методу разложения по собственным функциям, методу Лагранжа, методу аппроксимации и методу введения новых переменных.

Используя выбранные методы, искомые решения можно получить в виде:

$$p(r, z, t) = \frac{r - R}{r_0 - R} q_1 + \frac{r - r_0}{R - r_0} q_2 + \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} T_{ij}(t) V_0 \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_r}} r \right) V_{vi} \left(\frac{2\lambda_{ij}}{\alpha_7 \sqrt{K_z}} e^{-\frac{\alpha_7}{2} z} \right), \quad (12)$$

$$T_{ij}(t) = \left(\int \Phi_{1ij}(t) e^{C_{v0} \lambda_{ij}^2 t} dt + D_{ij} \right) e^{-C_{v0} \lambda_{ij}^2 t},$$

$$p_0(r, z) = \frac{r - R}{r_0 - R} q_1 + \frac{r - r_0}{R - r_0} q_2 + \sum_{i=1}^{\infty} \left(C_{1i}(r) J_0 \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_r}} r \right) + C_{2i}(r) Y_0 \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_r}} r \right) \right) \cdot \text{ch} \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_z}} z \right). \quad (13)$$

Здесь: $C_{v0}, D_{ij}, D_{0i}, C_{1i}(r), C_{2i}(r)$ – известные коэффициенты и функции, определяемые из условий (2)-(9); $(V_v(z), V_0(r))$ – функция из комбинаций функции Бесселя первого и второго рода индекса v ; μ_i и λ_{ij} – положительные корни уравнения, составленного из комбинации этих функций, удовлетворяющих условиям (3), (4) и (7); $\Phi_{1ij}(t)$ – известные функции, определяемые в ходе решения задачи.

Для решения задачи (1)-(4) был применен метод аппроксимации [17], согласно которому функция $\xi(z)$ в (5), т.е. функция вида

$$\xi(z) = \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2 e^{-\alpha_3 z})}{1 + 2\xi_0 e^{-\alpha_4 z}}$$

приближенно заменена функцией $\tilde{\xi}(z)$:

$$\frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2 e^{-\alpha_3 z})}{1 + 2\xi_0 e^{-\alpha_4 z}} \approx \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2)}{1 + 2\xi_0} \exp \left(\left(\ln \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2 e^{-\alpha_3 h})(1 + 2\xi_0)}{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2)(1 + 2\xi_0 e^{-\alpha_4 h})} \right) \cdot \frac{z}{h} \right), \quad (14)$$

а затем функция вида

$$\varepsilon_{cp} \left(\frac{1}{K_a} + \frac{1}{K_c} \right) + \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2)}{1 + 2\xi_0} e^{\alpha_5 z}$$

приближенно заменена следующей функцией:

$$\varepsilon_{cp} \left(\frac{1}{K_a} + \frac{1}{K_c} \right) + \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2)}{1 + 2\xi_0} \cdot e^{\alpha_5 z} \approx \left(\varepsilon_{cp} \left(\frac{1}{K_a} + \frac{1}{K_c} \right) + \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2)}{1 + 2\xi_0} \right) \cdot e^{\alpha_7 z}. \quad (15)$$

Здесь:

$$\alpha_5 = \ln \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2 e^{-\alpha_3 h})(1 + 2\xi_0)}{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2)(1 + 2\xi_0 e^{-\alpha_4 h})} / h,$$

$$\alpha_7 = \ln \frac{\varepsilon_{cp} \left(\frac{1}{K_a} + \frac{1}{K_c} \right) + \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2)}{1 + 2\xi_0}}{\varepsilon_{cp} \left(\frac{1}{K_a} + \frac{1}{K_c} \right) + \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2)}{1 + 2\xi_0} e^{\alpha_5 h}} / h.$$

Нетрудно заметить, что при $z=0$ и $z=h$ аппроксимации видов (14) и (15) абсолютно точная и при $\alpha_3, \alpha_4 \rightarrow 0$ погрешность аппроксимации стремится к нулю. Следовательно, они для малых значений α_3 и α_4 вполне приемлемы в практических расчетах.

Далее, имея в виду аппроксимацию вида (15), последовательным введением новых переменных

$$y = -\frac{\alpha_z}{2h} z + \frac{1}{2} \ln \frac{4\lambda^2}{\alpha_7^2 K_z} \quad \text{и} \quad x = e^y$$

дифференциальное уравнение

$$K_z Z''(z) + (\lambda^2 e^{-\alpha_7 z} - \mu^2) Z(z) = 0$$

приведено к уравнению Бесселя [9-18], общее решение которого известно.

2. Определение осадок нефтеносного пласта

Осадки нефтеносного пласта, вызванная нагрузкой $q(t, r)$, согласно методу, предложенному в работе [19], и полученным решениям (12), (13) определена формулой

$$s(r, t) = \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2)}{(1 + \varepsilon_0)(1 + 2\xi_0)} \times$$

$$\times \int_0^h e^{\alpha_5 z} \left\{ \sum_{i=1}^{\infty} \left(C_{1i}(r) J_0 \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_r}} r \right) + C_{2i}(r) Y_0 \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_r}} r \right) \right) \cdot \operatorname{ch} \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_z}} z \right) - \right.$$

$$-\sum_{i=1}^{\infty}\sum_{j=1}^{\infty}T_{ij}(t)V_0\left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_r}}r\right)V_{v_i}\left(\frac{2\lambda_{ij}}{\alpha_7\sqrt{K_z}}e^{-\frac{\alpha_z}{2}z}\right)\Bigg\}dz. \quad (16)$$

Отсюда, при $t \rightarrow \infty$

$$s_{\infty}(r) = \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2)}{(1 + \varepsilon_0)(1 + 2\xi_0)} \times \\ \times \int_0^h e^{\alpha_5 z} \sum_{i=1}^{\infty} \left(C_{1i}(r) J_0\left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_r}}r\right) + C_{2i}(r) Y_0\left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_r}}r\right) \right) \cdot \operatorname{ch}\left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_z}}z\right) dz. \quad (17)$$

3. Расчет совместной работы нефтенепроницаемого слоя земной коры с нефтеносным пластом
В основу рассматриваемого расчета кладутся два уравнения[20]:

$$\frac{1}{2(1 - \mu_0^2)r_0} \frac{d^2}{dr^2} \left[EJ(r) \frac{d^2 y}{dr^2} \right] = q(r) - p(r); \quad (18)$$

$$s(r) = C \int_{r_0}^{R_0} p(\eta) e^{-m|r-\eta|} d\eta, \quad (19)$$

и применяется метод убывающей функции [19], где $s(r)$ в (19) определяется одной из формул (16), (17).

Рассматриваемая контактная задача сводится к определению закона распределения реактивного давления $p(r)$, удовлетворяющего двум основным условиям:

– прогибы полосы всюду по ее подошве должны совпадать с просадкой поверхности нефтеносного пласта под полосой (Рисунок 2), т.е.

$$y(r) = s(r); \quad (20)$$

– реактивные давления и внешняя нагрузка на полосу должны удовлетворять следующим условиям равновесия статики:

$$\sum Y = \int_{r_0}^{R_0} p(\eta) d\eta = Y_0; \quad (21)$$

$$\sum M = \int_{r_0}^{R_0} \eta p(\eta) d\eta = M_0, \quad (22)$$

где Y_0 и M_0 – сумма вертикальных сил и сумма моментов всех внешних нагрузок относительно начального сечения полосы.

Решение уравнения (18), подчиняющегося граничным условиям:

$$y(r_0) = y_0; \quad y'(r_0) = \theta_0; \quad [EJ(r)Y'']_{r=r_0} = -M_0; \quad [\bar{E}J(r)Y'']'_{r=r_0} = -Q_0,$$

представляет собой функцию

$$y(r) = y_0 + \theta_0 r - M_0 \int_{r_0}^r \int_{r_0}^r \frac{d\eta d\eta}{\bar{E}J(\eta)} - \theta_0 \int_{r_0}^r \int_{r_0}^r \frac{\eta d\eta d\eta}{\bar{E}J(\eta)} + \int_{r_0}^r \int_{r_0}^r \frac{d\eta d\eta}{\bar{E}J(\eta)} \cdot \int_{r_0}^r q(\eta) d\eta d\eta - \\ - \int_{r_0}^r \int_{r_0}^r \frac{d\eta d\eta}{\bar{E}J(\eta)} \cdot \int_{r_0}^r p(\eta) d\eta d\eta,$$

где $\bar{E} = \frac{E}{2R_0(1 - \mu_0^2)}$; y_0, θ_0, M_0 и Q_0 – начальные параметры, определяющие значения прогиба, угла

поворота, изгибающего момента и перерезывающих сил в начальном сечении полосы.


$$\int_{r_0}^r \int_{r_0}^r \frac{dr dr}{\bar{E} J(r)} \cdot \int_{r_0}^r \int_{r_0}^r p(\eta) d\eta d\eta + C \int_{r_0}^{R_0} p(r) e^{-m|r-\eta|} d\eta = \bar{y}_0(r) + \Phi(r), \quad (23)$$
$$\bar{y}_0(r) = y_0 + \theta_0 r - M_0 \int_{r_0}^r \int_{r_0}^r \frac{d\eta d\eta}{\bar{E}J(\eta)} - Q_0 \int_{r_0}^r \int_{r_0}^r \frac{\eta d\eta d\eta}{\bar{E}J(\eta)}; \quad \Phi(r) = \int_{r_0}^r \int_{r_0}^r \frac{dr dr}{\bar{E}J(r)} \cdot \int_{r_0}^r \int_{r_0}^r q(\eta) d\eta d\eta.$$
$$p(\eta) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k [\varphi(\eta)]^k, \quad (24)$$

Подставляя (24) в уравнение (23), получим:

где:

Из равенства (25) можно прийти к бесконечной системе алгебраических линейных уравнений, в которых неизвестными величинами являются искомые коэффициенты $a_1, a_2, \dots, a_n, \dots$ ряда (24):

Таким образом, для решения задачи и определения n неизвестных коэффициентов a_k , кроме двух уравнений равновесия (21) и (22, следует, придавая величине r ряд фиксированных значений $r_1, r_2, \dots, r_{n-2}$, составить $n - 2$ уравнения типа:

(26)

4. Предварительные расчеты и анализы

$$0; \quad Y''(2R_0)=Y'''(2R_0)=0; \quad \bar{y}_0(r)=y_0(r)\theta_0(r); \quad \Phi(r)=\int_{r_0}^r \int_{r_0}^r \frac{dr dr}{EJ} \cdot \int_{r_0}^r \int_{r_0}^r \frac{q_0 A_q}{R} \cdot (R-\beta_q \eta) d\eta d\eta.$$

– при больших значениях вязкости жидкости, коэффициента бокового давления и параметра неоднородности, процесс уплотнения нефтеносного пласта протекает медленнее, а при больших значениях коэффициента проницаемости – быстрее;

– при незначительном модуле мгновенной деформации вертикальное перемещение верхней поверхности уплотняемого массива не зависит от времени;

выполнением дополнительных мероприятий по предотвращению негативных последствий.



в зависимости от A_g, β_g : 1. $A_g = 0.227$; $\beta_g = 0.525$; 2. $A_g = 0.339$;

$$\beta_g = 0.307; 3. A_g = 0.417; \beta_g = 0.209;$$

решения задачи (1)-(4) при дополнительном условии: $p(z, r, T) = p_0(z, r)$, $\tau_1 \ll T < \infty$. Чем меньше будет

разница между $p_0(z, r)$ и $p_0(z, r)$, тем меньшую осадку и оседания земной поверхности можно прогнозировать.

Часть II

Методы решения задачи об управлении процессом осадки нефтяного пласта и оседания земной поверхности

Введение

В настоящее время имеется немало работ по математической теории оптимального управления [21-23]. Теория оптимизации для систем с распределенными параметрами, описываемыми уравнениями с частными производными стала разрабатываться уже после того, как были получены основные результаты в теории оптимизации для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Теория, изложенная в работах Л.С. Понтрягина, В.Г. Болтянского, Р.В. Гамкрелидзе, Е.Ф. Мищенко [21] и М.Р. Хестенса [22], посвящена изучению следующих вопросов:

- получить необходимые условия экстремума;
- изучить структуру и свойства уравнений, выражающих эти условия для случая, когда Λ , называемой «моделью» системы, представляет собой обыкновенный дифференциальный оператор.

В многочисленных приложениях из-за сложности управляемых систем приходится отказаться от только что указанной математической модели и рассматривать в качестве Λ оператор с частными производными [23]. Именно этот случай мы изучаем в настоящей работе.

1. Задачи об управлении процессом осадки нефтеносного пласта

Задачи об управлении процессом осадки нефтеносного пласта и оседания земной поверхности при откачке нефти тесно связаны с задачами об управлении давлением поровой жидкости.

Существуют многочисленные типы управления. В данной работе рассмотрим только два типа управления: управление на границе и управление внутри области. Последовательно рассмотрим эти типы управления.

1.1 Управление давлением на границе

Управление осуществляется так, чтобы давление $p(z, r, t)$ на границе Γ области Ω не понижалось с течением времени (например, подача жидкости через стенку). Функция $p(z, r, t)$ (давление) удовлетворяет внутри области $\Omega \times]0, T[$ уравнению уплотнения

$$\frac{\partial p}{\partial t} - C_v(z) \Delta p = f, \quad z, r \in \Omega, \quad t \in]0, T[, \quad (27)$$

или, в общем случае, уравнению

$$\frac{\partial p}{\partial t} + A p = f, \quad (28)$$

где

$$A \varphi = -(a_{ij}(z, t) \varphi_{1j}), \quad (29)$$

а функции $a_{ij}(z, r)$ удовлетворяют условиям:

$$\begin{aligned} a_{ij}(z, r) &\in L^\infty(\Omega), \quad a_{ij}(z, r) = a_{ji}(z, r) \quad \forall i, j; \\ a_{ij}(z, r) \xi_i \xi_j &\geq \alpha \xi_i \xi_i, \quad \alpha > 0, \quad \forall \xi_i \in R. \end{aligned} \quad (30)$$

Пусть, кроме того, при $q_1 = q_2$ задано начальное давление [11]

$$p(z, r, \tau_1) = p_0(z, r, \tau_1) = q_1 + \sum_{i=1}^{\infty} D_i(\tau_1) V_0 \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_r}} r \right) \cdot \operatorname{ch} \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_z}} z \right). \quad (31)$$

Наличие и тип управления сказываются на форме граничных условий. В подтверждение этому приводим результаты исследования автором данной работы [1, 24].

Деформация неоднородных грунтов, обусловленных их консолидацией, сильно зависит от типа краевых условий. Так, например, при граничных условиях, когда на границах массива земляной среды происходит свободный водообмен с окружающей средой, так как растекание напора в однородной среде двухстороннего характера и незначительно, чем в неоднородном (Рисунок 4), осадок неоднородных грунтовых оснований в начальные моменты времени больше, чем у однородного, а со временем он становится гораздо меньше (1, 1-5

раза), в зависимости от их физико-механических свойств (Рисунок 5).

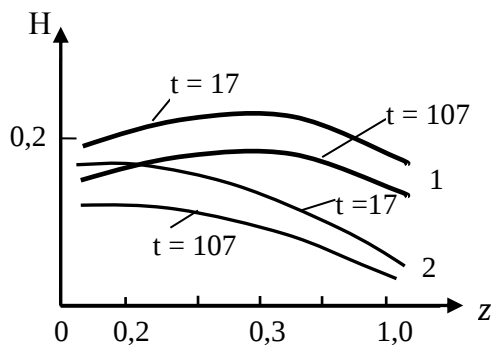


Рис.4. Кривые изменения напора H по x_3 :
1 – однородная среда; 2 – неоднородная среда

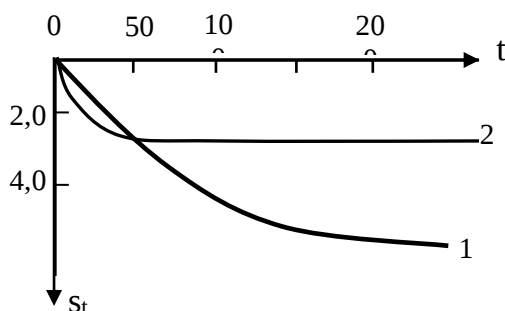


Рис.5. Изменение осадки s_t (см) по t (сут.) от нагрузки $q = 2 \text{ кГ/см}^2$ (условные обозначения те же, что и на Рисунке 4)

В случае граничных условий, когда грунтовая вода свободно удаляется с боковых поверхностей массива земляной среды, а на нижних и верхних границах его происходит свободный водообмен с окружающей средой, так как давление в верхних слоях неоднородной грунтовой массы ниже атмосферного, а в нижних слоях достаточно больше, в начальные моменты времени происходит обратный процесс уплотнения – набухание грунта, а со временем оно затухает и может возникнуть осадок незначительного характера (Рисунок 6).

При граничных условиях с водоупором на глубине и водонепроницаемыми стенками, так как давление в нижних слоях неоднородной грунтовой массы ниже атмосферного, то за счет растекания давления осадок основания в начальные моменты времени больше осадка, соответствующего пределу времени, что вызывает после некоторого времени явление набухания (Рисунок 7).

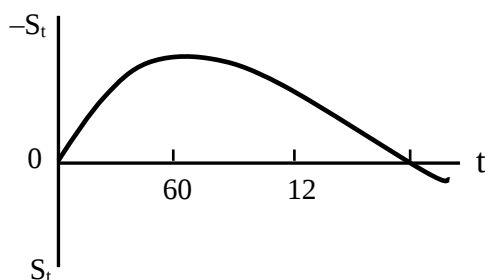


Рис.6. Изменение осадки s_t от нагрузки $q = 2 \text{ кГ/см}^2$ при $\chi_1^{(1)} = \chi_2^{(1)}$

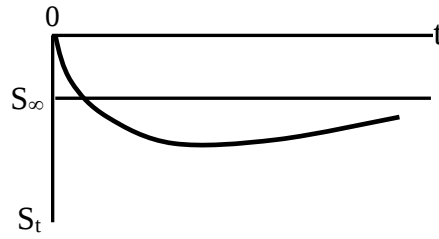


Рис.7. Изменение s_t от нагрузки $q = 2 \text{ кГ/см}^2$ при $\chi_2^{(1)} = \chi_2^{(2)}$

Исходя из вышеизложенного, можно прийти к выводу: искусственно создавая граничные условия можно управлять процессом осадки нефтеносного пласта.

1.2 Управление давлением внутри области

Управление осуществляется так, чтобы давление $p(z, r, t)$ в области Ω не понижалась с течением времени (например, введением в Ω потока жидкости q_e). Количество жидкости q_e , поступающей к нефтяной залежи из законтурной области пласта по условию управления должно быть приблизительно равным количеству отбираемой нефти q_1 из месторождения, т.е. $q_e \approx q_1$. Тогда задача об управлении процессом осадки нефтеносного пласта, согласно работе [25], может быть сведена к следующему виду

$$\frac{\partial p}{\partial t} = C_v(z) \left(K_z \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} + K_r \left(\frac{\partial^2 p}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial p}{\partial r} \right) \right) + \Phi(z, r, t), \quad (32)$$

$$p(z, r, t) = p_0(z, r) \quad \text{при} \quad t = \tau_1, \quad (33)$$

$$p(z, r, t) = \alpha(t) p_0(z, r) \quad \text{при} \quad \tau_1 < t < \infty, \quad (34)$$

$$p(z, r_0, t) = q_1, \quad p(z, R, t) = q_1, \quad (35)$$

$$\left. \frac{\partial p}{\partial z} \right|_{z=h} = 0, \quad \left. \frac{\partial p}{\partial z} \right|_{z=0} = 0, \quad (36)$$

где $C_v(z)$ и $\Phi(z, r, t)$ – известные функции.

В этой задаче определению подлежит функция (давления) $p(z, r, t)$ и функция $\alpha(t)$. Функция $\alpha(t)$ в рассматриваемом интервале времени $[\tau_1, \infty[$ непрерывна, положительна и ограничена снизу и сверху. Нас интересует те значения этой функции, которые лежат внутри полусегмента $]0, 1]$, т.е. $0 < \alpha(t) \leq 1$.

Для решения поставленной задачи (32)-(36) вначале определим функцию давления $P(z, r, t)$, удовлетворив уравнению (32), начальному условию (33) и граничным условиям (35) и (36)

$$P(z, r, t) = q_1 + \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} T_{ij}(t) V_0 \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_r}} r \right) \cdot V_{v_i} \left(\frac{2\lambda_{ij}}{\alpha_7 \sqrt{K_z}} e^{-\frac{\alpha_7}{2} z} \right), \quad (37)$$

$$T_{ij}(t) = \left(\int \Phi_{1ij}(t) e^{C_{v0} \lambda_{ij}^2 t} dt + D_{ij} \right) \cdot e^{-C_{v0} \lambda_{ij}^2 t}.$$

Затем удовлетворив условию (34), т.е. (31) и (37) подставив в (34) находим функцию $\alpha(t)$:

$$\alpha(t) = \frac{q_1 D_{1ij} + D_{2ij} e^{-\alpha_q t} + D_{3ij} e^{-C_{v0} \lambda_{ij}^2 t} + \frac{q_a}{C_{v0}} D_{4ij}}{q_1 D_{1ij} + \frac{q_0}{R} (A_q - B_q e^{-\alpha_q t}) D_{5ij} + D_{6ij}}. \quad (38)$$

Здесь $D_{1ij}, D_{2ij}, D_{3ij}, D_{4ij}, D_{5ij}$ и D_{6ij} – известные коэффициенты, определяемые в ходе решения задачи,

а λ_{ij} – положительные корни уравнения составленного из комбинации функции Бесселя первого и второго рода.

Нетрудно заметить, функция вида (38) в рассматриваемой задаче является функцией управления. Действительно, управление давлением внутри области Ω , управление процессом осадки нефтеносного пласта и оседания земной поверхности на территории нефтедобывающих комплексов, в конечном счете, можно осуществить только с помощью функции $\mathfrak{x}(t)$, введением в Ω поток жидкости q_ε , регулируемой посредством полупроницаемой перегородки или некоторым сервомеханизмом, согласно правилу (h – поле заданных давлений):

$$\begin{aligned} p > h &\Rightarrow q_{\hat{a}} = 0, \\ p = h &\Rightarrow q_\varepsilon \geq 0, \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned} p > h &\Rightarrow q_\varepsilon = 0, \\ p \leq h &\Rightarrow q_\varepsilon = k(h - p). \end{aligned}$$

где k (положительный скаляр) – мера проводимости стенки.

При $t \rightarrow \infty$ из (38) имеем

$$\begin{aligned} \mathfrak{x}_\infty &= \frac{q_1 D_{1ij} + \frac{q_\varepsilon}{C_{v0}} D_{4ij}}{q_1 D_{1ij} + \frac{q_0}{R} A_q D_{5ij} + D_{6ij}}, \\ q_\varepsilon &= \frac{(q_0 A_q D_{5ij} + R D_{6ij}) C_{v0}}{R D_{4ij}} \end{aligned}$$

и откуда $\mathfrak{x}_\infty = 1$ при

Механический смысл этого числа означает: конечное давление в поровой жидкости равно начальному давлению; осадок нефтеносного пласта и оседания земной поверхности практически равны нулю.

1.3 Управление процессом осадки нефтеносного пласта

Управление процессом осадки нефтеносного пласта, вызванной весом земляного массива $q(t, r)$, расположенного над нефтеносным пластом (Рисунок 1) можно осуществлять с помощью функции управления $\mathfrak{x}(t)$ по формуле

$$\begin{aligned} s(r, t) &= \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2)}{(1 + \varepsilon_0)(1 + 2\xi_0)} (1 - \mathfrak{x}(t)) \times \\ &\times \int_0^h e^{\alpha_5 z} \left\{ q_1 + \frac{q_0(A_q - B_q e^{-\alpha_q t})}{R} \cdot \sum_{i=1}^{\infty} B_{li} V_0 \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_r}} r \right) \cdot \operatorname{ch} \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_z}} z \right) \right\} dz. \end{aligned} \quad (39)$$

Отсюда при $t \rightarrow \infty$

$$\begin{aligned} s_\infty(r) &= \frac{3a_0(\alpha_1 + \alpha_2)}{(1 + \varepsilon_0)(1 + 2\xi_0)} \times \\ &\times \int_0^h e^{\alpha_5 z} \left\{ q_1 + \frac{q_0 A_q}{R} \cdot \sum_{i=1}^{\infty} B_{li} V_0 \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_r}} r \right) \cdot \operatorname{ch} \left(\frac{\mu_i}{\sqrt{K_z}} z \right) \right\} dz, \\ q_\varepsilon &= \frac{(q_0 A_q D_{5ij} + R D_{6ij}) C_{v0}}{R D_{4ij}}, \end{aligned} \quad (40)$$

и при

случае $\mathfrak{x}_\infty = 1$.

осадка нефтеносного пласта равен нулю, т.е. $s_\infty(r) = 0$, так как в этом

Нетрудно заметить, из (39) и (40) при $\mathfrak{x}(t) > 1$ происходит негативное явление – набухание нефтеносного

пласта, что нежелательно в практике. А при $\alpha(t) \rightarrow \infty$ (т.е. при $Q_a \rightarrow \infty$) можно ожидать катастрофическое явление. Сила набухания нефтеносного пласта такова, что даже она может разрушить земную поверхность на территории нефтедобывающих комплексов.

1.4 Управление процессом оседания земной поверхности

В основу данного управления положены функция управления $\alpha(t)$ и два уравнения (18), (19) и закон распределения реактивного давления $p(r)$, удовлетворяющего двум основным условиям:

– прогибы полосы всюду по ее подошве должны совпадать с просадкой поверхности нефтеносного пласта полосой (Рисунок 2), т.е. (20);

– реактивные давления и внешняя нагрузка на полосу должны удовлетворять условиям равновесия статики: (21), (22), где $s(r)$ в (19) и (20) определены одной из формул (39), (40).

Далее, присоединяя к приведенным (18)-(22) уравнениям систему алгебраических линейных уравнений (26), и решая ее, определяются необходимые параметры управления процессом оседания земной поверхности.

1.5 Результаты предварительных расчетов

Согласно функции управления $\alpha(t)$ и по полученным результатам составлена программа для прогноза осадки нефтеносного пласта и оседания земной поверхности на территории нефтедобывающего комплекса. Проведены предварительные расчеты на ПЭВМ. При расчете использованы те же исходные данные, что и в работе [25].

Результаты расчетов показали, что снижение осадки нефтеносного пласта и оседания земной поверхности по сравнению с приведенным в [25] на 50-70%, в зависимости от введенного в Ω потока жидкости Q_e (Рисунок 8).

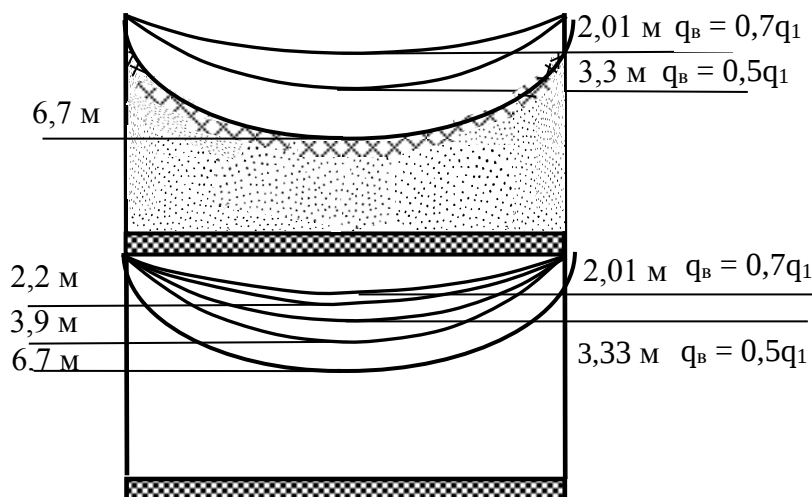


Рис.8. Осадка нефтеносного пласта и оседание земной поверхности

в зависимости от A_q, β_q и q_b : 1. $A_q = 0.227$; $\beta_q = 0.525$;

2. $A_q = 0.339$; $\beta_q = 0.307$; 3. $A_q = 0.417$; $\beta_q = 0.209$;

Список литературы

1. Фи Х.Т., Строкова Л.А., Нгуен Н.М. Оценка и прогноз оседания земной поверхности в результате извлечения подземных вод в городе Ханой (Вьетнам) //Инженерная геология7- 2012, №2.- С.52-59.
2. Фи Х.Т., Строкова Л.А. Прогноз оседания земной поверхности в результате извлечения подземных вод в городе Ханой (Вьетнам) //Известия Томского политехнического университета.- 2013, №1.- Т.323.- С.161-167.
3. Фи ХонгТхинь, Строкова Л.А. Оценка и прогноз оседания земной поверхности в результате извлечения подземных вод в городе Ханой (Вьетнам) //Геозкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология.- 2014, №3.- С.169-178.
4. Phi Hong Thinh, Strokov L.A. Prediction of land subsidence caused by groundwater exploitation in Hanoi, Vietnam, Using multifactorial correlation analysis //Sciences in Cold and Arid Regions. 2013. №5. Vol. 5. P.644-653.

5. Цытович Н.А., Тер-Мартirosян З.Г. Основы прикладной геомеханики в строительстве.–М.: Высшая школа, 1981.-320 с.
6. Алтынбеков Ш., Дасибеков А. О консолидации неоднородных грунтов // Проблемы механики.–Ташкент, 1995.– №3-4.- С.7-9.
7. Алтынбеков Ш. Прогнозирование деформации территории нефтедобывающих комплексов //Вестник международного казахско-турецкого университета им. Х.А. Ясави.–1998.–№2.- С.41-47.
8. Флорин В.А. Основное уравнение консолидации земляной среды //ДАН СССР.–1948.–Т.59.- С.21-24.
9. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции.- М.: Наука, 1984.- 380 с.
10. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики.- М.: Наука, 1972.- 735 с.
11. Фарлоу С. Уравнения с частными производными для научных работников и инженеров.- М.: Мир, 1985.- 383 с.
12. Варга Р. Функциональный анализ и теория аппроксимации в численном анализе.- М.: Мир, 1974.- 126 с.
13. Коул Дж. Методы возмущений в прикладной математике.- М.: Мир, 1972.- 274 с.
14. Brebbia C.A., Telles J.C.F., Wrobel L.C. Boundary element techniques. Sprincoev-verlag. Berlin-Heidelberg-Newvorc-Tokyo. 1984. 464 p.
15. Croush S.L., Starfield A.M. Boundary element methods in solid mechanics. London. Boston. Sydney. 1983. 322 p.
16. Boundary-Integral Equation method Computational Applications in applied mechanics presented at 1975 Applied Mechanics Conference the Rensselaer Polytechnic Institute Troy. NewYork. June 23-25. 1975. 141 p.
17. Алтынбеков Ш. Об одном методе аппроксимации //Проблемы механики.–Ташкент, 1995.–№3-4.- С.5-7.
18. Кузнецов Д.С. Специальные функции.- М.: Высшая школа, 1965.- 423 с.
19. Флорин В.А. Основы механики грунтов.–М.: Стройиздат, 1961.–Т.2.- 544 с.
20. Мустафаев А.А. Основы механики просадочных грунтов.- М.: Стройиздат, 1978.- 263 с.
21. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов.–М.: Наука, 1969.- 384 с.
22. M.R. Hestenes. Calculus of variations and optimal control theory.– Wiley, 1966.- 208 p.
23. Лионс Ж.-Л. Оптимальное управление системами описываемыми уравнениями с частными производными.– М.: Мир, 1972.- 416 с.
24. Алтынбеков Ш., Джаманкараева М.А., Бекболатова С. Влияние краевых условий на характер осадки грунтовых оснований /Тез. докл. межд. конф. по дифференциальным уравнениям и динамическим системам.–М.: МИАН, 2010.- С.30.
25. Алтынбеков Ш. К прогнозу осадки нефтеносного пласта и оседаний земной поверхности при откачке нефти из залежей /Тр. Всерос. конф., посв. 80-летию академика Е.И. Шемякина «Геодинамика и напряженное состояние недр Земли».–Новосибирск, 2010.- С.254-261.

СЕКЦИЯ №11.

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.05)

СЕКЦИЯ №12.

ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.06)

СЕКЦИЯ №13.

БИОМЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.02.08)

АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.00)

СЕКЦИЯ №14.

АСТРОМЕТРИЯ И НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.01)

**СЕКЦИЯ №15.
АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.02)**

**СЕКЦИЯ №16.
ФИЗИКА СОЛНЦА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.03)**

**СЕКЦИЯ №17.
ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.03.04)**

ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.00)

**СЕКЦИЯ №18.
ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.01)**

**СЕКЦИЯ №19.
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.02)**

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДВУХ СИЛЬНО НЕОДНОРОДНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДИСПЕРСНЫХ
ЧАСТИЦ, ПОМЕЩЕННЫХ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ**

¹Уварова Л.А., ²Кривенко И.В., ²Иванников А.Ф.

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,
кафедра прикладной математики

²ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», кафедра общей физики

Рассматривается взаимодействие двухслойных поглощающих дисперсных частиц цилиндрической формы в поле монохроматического электромагнитного излучения. Предполагается, что радиусы цилиндров много меньше длины волны падающего излучения. Коэффициенты поглощения слоев каждой частицы значительно различаются. В каждом таком слое рассчитываются распределения плотности поглощенной электромагнитной энергии. Рассматриваются приближенные решения для нелинейной диэлектрической проницаемости диэлектрика для зависимостей различного типа.

Ключевые слова: Электромагнитное излучение, Бицилиндрическая система координат, Нагревание, Нелинейность.

Ранее в работе [1] были рассмотрены двухслойные аэрозольные цилиндрические частицы, находящиеся в электромагнитном поле (например, ледяные игольчатые кристаллы в атмосфере). Как показано в работе [2], характерное отношение диаметра игл (ледяных аэрозолей) к их длине d/L составляет 0,04-0,2. Когда кристаллы малы, так что число Рейнольдса $Re < 1$, влияние воздушной среды на их ориентацию мало и, видимо, можно считать ориентацию таких кристаллов хаотической. По мере укрупнения кристаллов и увеличения Re кристаллы однородной плотности, падающие в спокойном воздухе, ориентируются так, чтобы сопротивление среды их падению было максимально, а скорость падения, следовательно, минимальна. Это означает, что игольчатые кристаллы ориентируются в атмосфере преимущественно горизонтально. Частицы взаимодействуют друг с другом даже на расстояниях, в десятки раз превышающих их размеры. В одних случаях иголки и пластины ориентируются при падении параллельно друг другу, в других – перпендикулярно. Более детальный обзор работ, посвященных закономерностям падения кристаллов различной формы, можно найти в работе [3]. В связи с этим, нами предложена следующая модель аэрозолей вытянутой формы, находящихся в электромагнитном поле: два

параллельных цилиндра в поле плоской монохроматической электромагнитной волны. На ледяной игле может формироваться слой так называемого загрязнения (например, слой сажи).

Поэтому в работе [1] рассматривались пары цилиндров, два слоя которых значительно отличаются по своим свойствам. Предполагалось, что цилиндры поглощают электромагнитное излучение. Вектор напряженности электрического поля перпендикулярен осям цилиндров. Радиус цилиндров много меньше, чем длина волны падающего излучения. В этом случае для потенциалов электрического поля вне и внутри цилиндров можно записать уравнение Лапласа:

$$\Delta\Phi = 0. \quad (1)$$

Решая уравнение Лапласа в бигицилиндрической системе координат [4,5] можно найти величину напряженности электрического поля в любой точке рассматриваемой системы.

В точке с координатами (σ, τ) в бигицилиндрической системе координат плотность тепловых источников определяется как [6]

$$q_j = \frac{4\pi n_{rj} n_{ij} |\vec{E}|^2 I}{n_m \lambda |\vec{E}_0|^2}, \quad (2)$$

где n_{rj} и n_{ij} – показатель преломления и коэффициент поглощения вещества j -ой частицы соответственно, $|\vec{E}|^2$ – модуль квадрата амплитуды электрического вектора, I – интенсивность падающего излучения, n_m – коэффициент преломления среды, λ – длина волны падающего излучения, $j = 1, 2$, E_0 – напряженность электрического поля в вакууме.

Были получены следующие решения для модулей квадрата амплитуды электрического вектора в слоях цилиндров:

$$|\vec{E}|_1^2 = \frac{a^2}{(ch\tau - \cos\sigma)^2} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} n \cdot m (W_n W_m + V_n V_m) \exp(-(n+m)\tau) \cos(n-m)\sigma \quad (3)$$

$$|\vec{E}|_2^2 = \frac{(a^1)^2}{(ch\tau^1 - \cos\sigma^1)^2} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} n \cdot m (W_n W_m + V_n V_m) \exp(-(n+m)\tau^1) \cos(n-m)\sigma^1 \quad (4)$$

Здесь a – полярное расстояние; $\sigma, \tau, z; \sigma^1, \tau^1, z^1$ – бигицилиндрические координаты во внешнем и внутренних слоях, W_n и V_n – коэффициенты.

Предложенный метод позволяет находить соответствующие решения для модуля квадрата амплитуды электрического вектора (и, соответственно для плотности тепловых источников) для любых значений показателей преломления и коэффициентов поглощения, характеризующих различные слои цилиндров.

В настоящей работе рассмотрены некоторые модельные случаи:

I. Системы однородных цилиндров с различными значениями комплексной диэлектрической проницаемости вещества частицы.

1. При расчетах использовались следующие значения: $\lambda = 0,2$ см; $\varepsilon_1 = 1$ (окружающая цилиндры среда – воздух); $n_2 = 1,78$; $m_2 = 0.0024$; $\varepsilon_2 = (n_2 + m_2 i)^{1/2}$ (приведенные значения соответствуют льду при данной длине волны и температуре 0°C). Известно, что $\varepsilon = \sqrt{n}$. В таком случае для льда $\varepsilon_2 = 1,33 - 0,0009i$

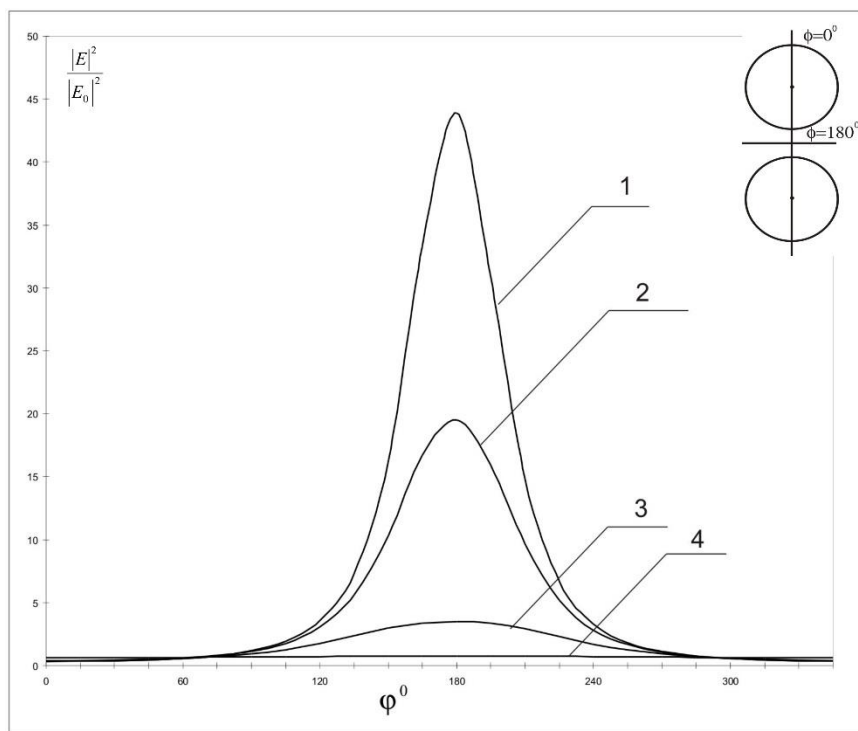


Рис. 1. График распределения $\frac{|E|^2}{|E_0|^2}$ в цилиндре $R_0=1$ мкм при различных радиусах окружностей в выбранном сечении 0.95 мкм (1), 0,9 мкм (2), 0,5 мкм (3), 0,1 мкм (4)

На Рисунке 1 построены зависимости отношения $\frac{|E|^2}{|E_0|^2}$ от радиуса окружности (R_x) внутри сечения цилиндра, перпендикулярного оси. Здесь φ - угол полярной системы координат, связанный с центром круглого сечения цилиндра, меняющийся вдоль этого сечения. Отношение находилось в точках, лежащих на этих окружностях.

2. Все параметры - те же, кроме модельного значения комплексной диэлектрической проницаемости вещества цилиндра:

$$\varepsilon_2 = -1,6 - 0,0009i$$

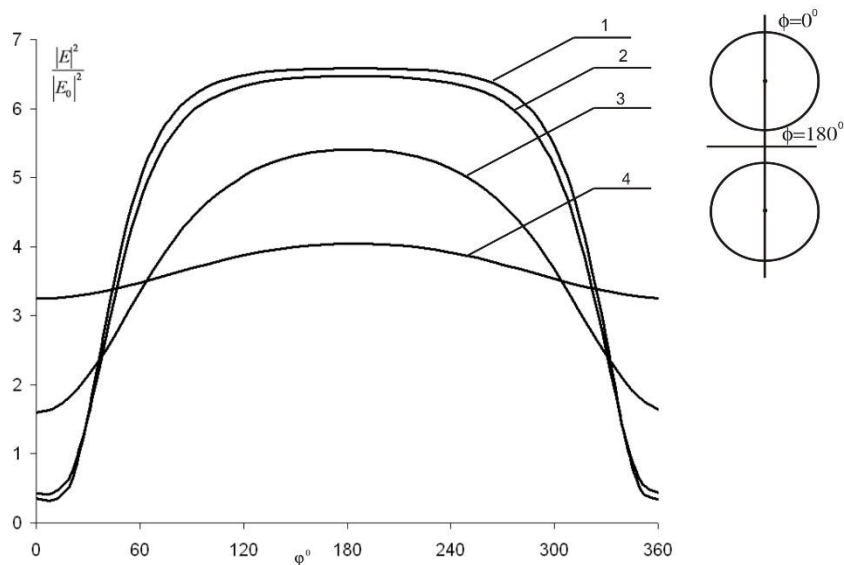


Рис.2. График распределения $\frac{|E|^2}{|E_0|^2}$ в цилиндре $R_0=1$ мкм при различных радиусах окружностей в выбранном сечении 0,95 мкм (1), 0,9 мкм (2), 0,5 мкм (3), 0,1 мкм (4)

Из сравнения следует, что:

- 1) Во втором случае существенно уменьшается поглощение в области, близкой к краю цилиндра;
- 2) Область, в которой наблюдается максимум поглощения, более широкая ($\varphi = 110^\circ-250^\circ$); а график распределения в области представляет из себя «площадку» с примерно одинаковым отношением $\frac{|E|^2}{|E_0|^2}$.

II. Системы цилиндров, неоднородных по составу.

Проведены численные вычислительные эксперименты для различных конфигураций слоев цилиндра:

- концентрические слои;
- неконцентрические слои (внутренний слой представляет собой структуру со случайно распределенным радиусом в зависимости от угла по сечению цилиндра).

Ранее в работе [1] были рассмотрены цилиндрические частицы с концентрическими слоями. В настоящей работе проведены модельные расчеты для случая, когда внутренняя граница внешнего слоя меняется случайным образом.

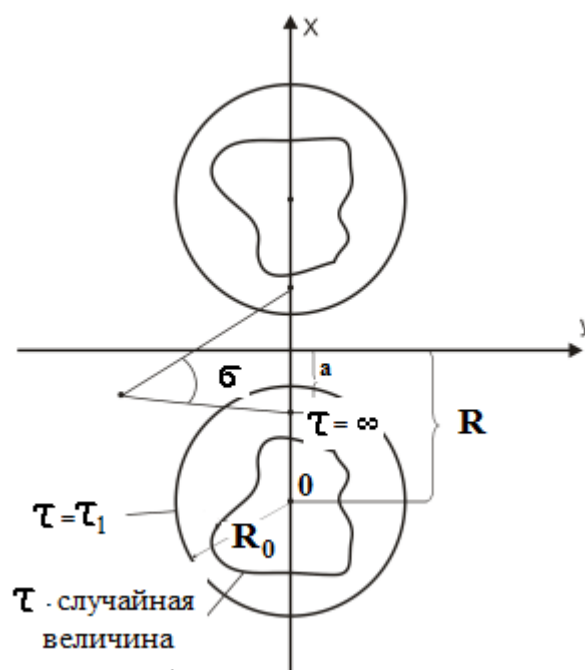


Рис.3. Схема системы двух двухслойных цилиндров (неконцентрические слои)

Рассмотренное в настоящей работе решение сводится к решению, приведенному в работе [1], но при этом радиус внутренней границы задается заново для каждой рассматриваемой точки. По сути, в каждой точке применяется граничное условие для текущего радиуса (Рисунок 4).

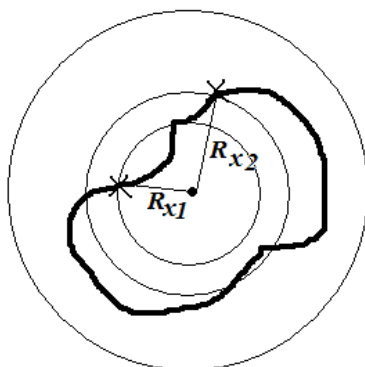


Рис.4. К методу расчета поглощения для случайного распределения внутренней границы внешнего слоя.

Найдены распределения величины $\frac{|E|^2}{|E_0|^2}$ внутри цилиндрической частицы радиуса $R_0=1$ мкм при радиусе

окружности выбранного сечения 0.95 мкм со случайным распределением внутренней границы внешнего слоя. В этом случае точка окружности может принадлежать как внешнему, так и внутреннему слою. Значения комплексной диэлектрической проницаемости для внутреннего слоя – лед (см. предыдущий случай), для внешнего – модельные значения, соответствующие сильному поглощению.

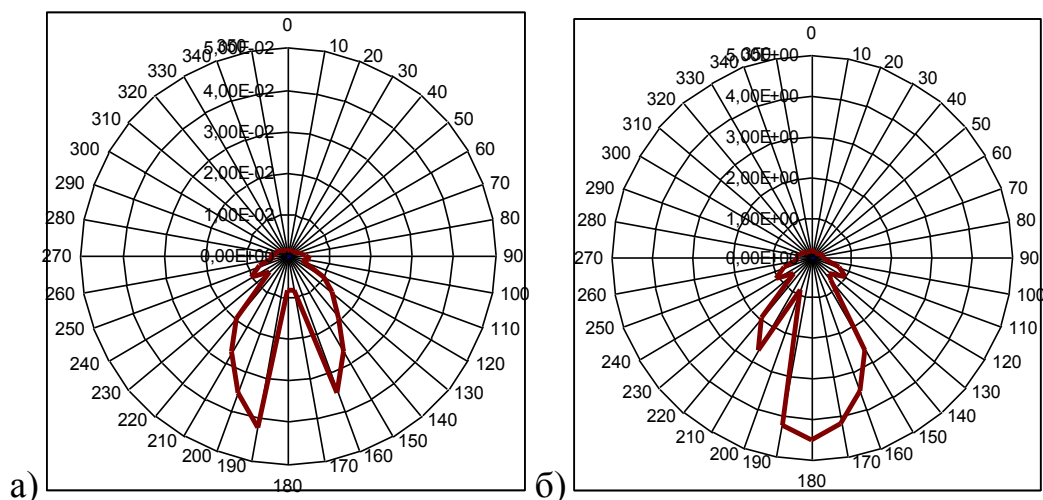


Рис.5. Распределение $\frac{|\vec{E}|^2}{|\vec{E}_0|^2}$ по сечению цилиндра со случайно распределенным радиусом внутреннего слоя (шаг 10°).

Рисунки 5а и 5б соответствуют различным конфигурациям внутренней границы внешнего слоя, выбранной случайным образом.

Найдено, что вид распределения отношения $\frac{|\vec{E}|^2}{|\vec{E}_0|^2}$ имеет форму, зависящую от толщины внешнего слоя в

выбранной точке и вписывается в диаграмму, рассчитанную для радиуса внутренней границы внешнего слоя, соответствующей минимальной толщине внешнего слоя.

Разработанные алгоритмы и программный комплекс позволяют при варьировании различных параметров системы (размеры частиц, расстояния между ними, свойства частиц и др.) получить распределение тепловых источников, инициированных электромагнитным излучением.

Работа поддержана РФФИ (Грант № 15-01-08073).

Список литературы

1. Иванников А.Ф., Кривенко И.В. Изучение распределения тепловых источников, инициированных электромагнитным полем внутри пары двухслойных дисперсных частиц цилиндрической формы//В ежегодном сб. Фундаментальные физико-математические проблемы и моделирование технико-технологических систем/Под ред. Л.А. Уваровой. Т.1. / МГТУ «СТАНКИН». –М: «Янус-К», вып. 12, 2009. С. 95-101.
2. Мазин И.П., Шметер С.М. Облака, строение и физика образования. – Л.: Гидрометеиздат, 1983.
3. Hobbs P.V. Ice physics. – Clarendon Press, Oxford, 1974. 837 p.
4. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1984. С. 831.
5. Морс Ф.М., Фешбах Г. Методы теоретической физики. М.: - Изд-во иностр. литературы, 1958. С. 415.
6. Пришивалко А.П. Оптические и тепловые поля внутри светорассеивающих части. – Мн.: Наука и техника, 1983. – 190 с.

СЕКЦИЯ №20.

РАДИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.03)

СЕКЦИЯ №21.

ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.04)

**СЕКЦИЯ №22.
ОПТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.05)**

**СЕКЦИЯ №23.
АКУСТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.06)**

**СЕКЦИЯ №24.
ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.07)**

**СЕКЦИЯ №25.
ФИЗИКА ПЛАЗМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.08)**

**СЕКЦИЯ №26.
ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.09)**

**СЕКЦИЯ №27.
ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.10)**

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВЫХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНОК КАДМИЙ-РТУТЬ-ТЕЛЛУР ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ МЫШЬЯКА

Ляпунов Д.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г.Томск

Разработка и усовершенствование фотоприемных устройств, работающих в инфракрасной области спектра, является одной из главных задач современной электроники. В настоящее время приборы, основанные на применении фотоприемников ИК диапазона, используются для решения различных задач. Они находят широкое применение в сельском хозяйстве, медицине, металлургии, химической промышленности, в топливдобывающей промышленности и т.д. В военной области ИК фотоприемники применяются в системах ночного видения, системах автоматического обнаружения, противоракетных системах обнаружения и наведения, распознавания и уничтожения наземных целей и т.д. Материал КРТ в настоящее время является одним из основных материалов для создания собственных фотоприемников ИК диапазона на диапазон длин волн 3-5 и 8-14 мкм. Данный полупроводник характеризуется широким спектральным диапазоном fotocувствительности (1-25 мкм), сравнительно низкой концентрацией носителей заряда при рабочих температурах 77К, высокой квантовой эффективностью в диапазоне перекрываемых длин волн [1].

Объектом исследований являлись 5 серий эпитаксиальных пленок КРТ, выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии в ИФП г. Новосибирска, которые отличались материалом подложки, толщиной и составом пленки (Табл.1). На некоторых образцах верхний варизонный слой был удален. Имплантация ионов мышьяка проводилась на промышленной установке ионного легирования.

Выбор энергии ионов и доз облучения определялся технологическими режимами изготовления фотодиодов. Облучение ионами мышьяка проводилось при комнатной температуре в диапазоне доз 10^{13} - 10^{15} см⁻². Параметры ионного пучка: энергия ионов $E_1=190$ кэВ, (для образцов 1-4 серий), $E_2=350$ кэВ для образцов 5 серии, плотность тока ионов $j=0.06$ мкА*см⁻².

Параметры исследуемых образцов

№	Тип проводимости	Материал подложки	Толщина верхнего варизонного слоя, мкм
5	n	GaAs	0.3
1	n	GaAs	0
11	n	Si	0.4
9	n	Si	0
13	n	Si	0.4

Определение распределения объемной концентрации электронов по глубине материала после ионной имплантации проводилось методом дифференциальных холловских измерений [2], который заключается в измерении электрофизических параметров образца при последовательном удалении тонких слоев заданной толщины с поверхности ионно-легированного слоя. Из измерений определялась слоевая концентрации электронов N_s , которая является интегральной концентрацией электронов во всем легированном слое. На основе значений слоевой концентрации для каждого шага травления находилось распределение слоевой концентрации электронов по глубине ионно-имплантированного слоя [1].

Тонкие слои материала удалялись путем химического травления в 0.02% растворе брома в диметилформамиде. Выбор данного травителя был обусловлен его хорошей стойкостью, что позволяло использовать один и тот же травитель в течение всего цикла измерений без снижения скорости травления. Образцы наклеивались на групповую фторопластовую кассету и помещались в наклонный вращающийся стакан с травителем. Шаг травления контролировался по времени. Скорость травления определялась на спутниковом образце по глубине ступеньки и контролировалась в течение всего цикла экспериментов. Глубина ступеньки измерялась на интерферометре МИИ-4 по окончании травления. Ошибка определения объемной концентрации электронов в методе дифференциальных холловских измерений полностью определяется ошибкой измерения толщины удаляемого слоя, которая не превышала 10% [1].

На Рисунке 1 представлена дозовая зависимость концентрации носителей заряда в образцах КРТ после облучения ионами мышьяка. Из рисунка видно, что при больших дозах облучения наблюдается уменьшение концентрации, что противоречит данным [1]. Этот спад можно объяснить большей разупорядоченностью имплантированного слоя за счет применения более высокоэнергетических и более тяжелых (в 1.9 раза по сравнению с ионами аргона) ионов мышьяка [1].

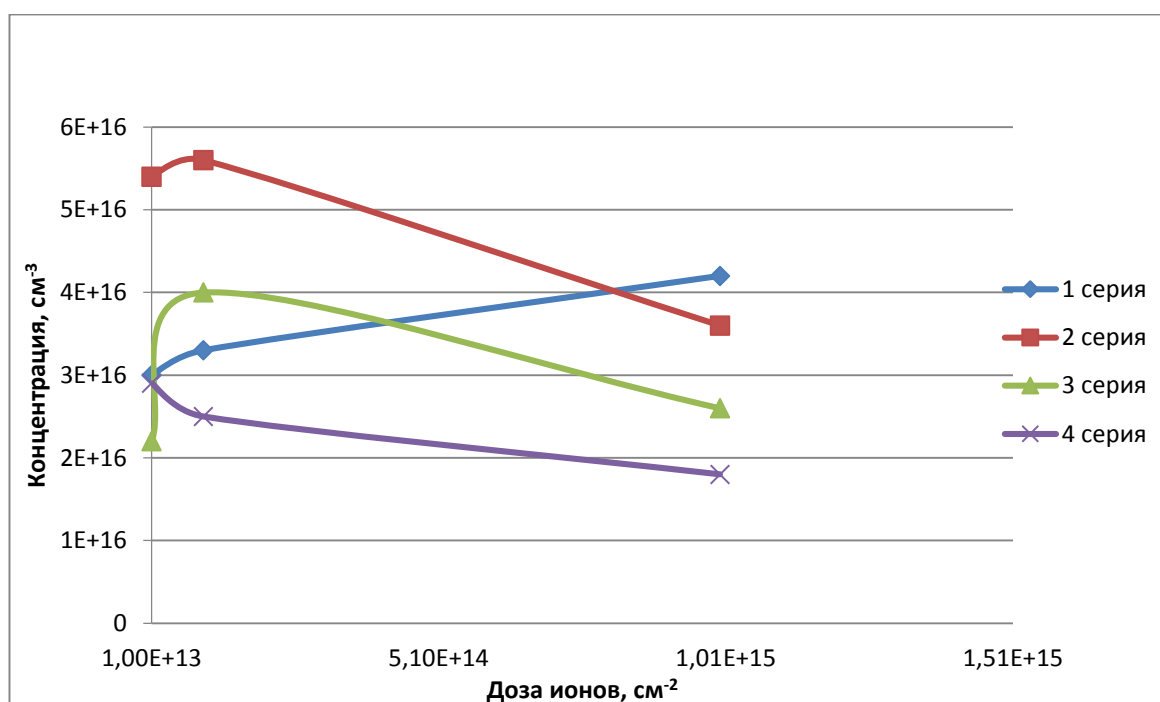


Рис.1. Дозовые зависимости концентрации носителей заряда в образцах КРТ после облучения ионами мышьяка

Определение профилей электрически активных дефектов проводилось методами дифференциальных измерений [1]. Для этой цели были выбраны по одному образцу из каждой серии с дозой облучения 10^{14} см^{-2} . Полученные профили приведены на Рисунке 2.

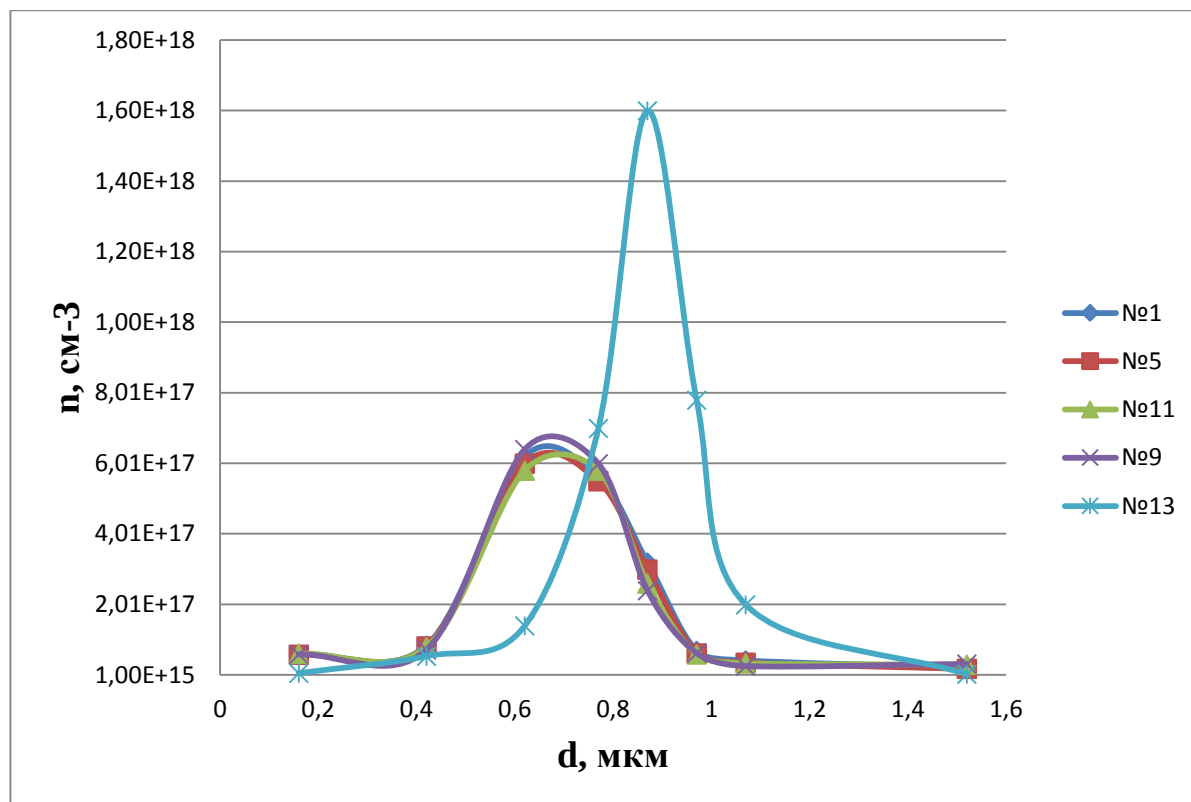


Рис.2. Зависимость концентрации носителей заряда от глубины

Наблюдается картина, типичная для ионной имплантации в КРТ, т.е. глубина залегания профиля существенно превышает R_p имплантированных ионов, концентрация в максимуме кривой распределения около 10^{18} см^{-3} . Для образца исходного n-типа, подвергнутого кроме облучения, постимплантационному отжигу электрический профиль залегает несколько глубже, что соответствует данным работы [3].

Список литературы

1. Григорьев Д.В. Радиационное дефектообразование при ионной имплантации в варизонных полупроводниковых структурах $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$, выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии: Дис. ...кан. физ.-мат. наук: защищена 14.12.2005 / Григорьев Д.В. – Томск, 2005. – 218 с.
2. Кучис Е.В. Гальваномагнитные явления и методы их исследования. – М.: Радио и связь, 1990. – 264 с.
3. Shin S.H., Arias J.M., Zandian M., Pasko J.G., Bubulac L.O., De Wames R.E. Enhanced Arsenic Diffusion and Activation in HgCdTe // Journal of Electronics Materials. – 1995. – v. 24. - № 5. – p. 609 - 615.

СЕКЦИЯ №28.

ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.11)

СЕКЦИЯ №29.

ЭЛЕКТРОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.13)

**СЕКЦИЯ №30.
ТЕПЛОФИЗИКА И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.14)**

**СЕКЦИЯ №31.
ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУР, АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ
ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.15)**

**СЕКЦИЯ №32.
ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.16)**

**СЕКЦИЯ №33.
ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ГОРЕНИЕ И ВЗРЫВ, ФИЗИКА ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ
СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.17)**

**СЕКЦИЯ №34.
КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, ФИЗИКА КРИСТАЛЛОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.18)**

**СЕКЦИЯ №35.
ФИЗИКА ПУЧКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.20)**

**СЕКЦИЯ №36.
ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.21)**

**СЕКЦИЯ №37.
ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 01.04.23)**

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.00)

**СЕКЦИЯ №38.
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.01)**

СЕКЦИЯ №39.
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.02)

**АНИОННО-КАТИОННЫЙ СОСТАВ ПОЧВЕННОГО КОМПОНЕНТА ВОДОСБОРНОЙ
ТЕРРИТОРИИ ОЗЕРА МАЛЫЕ КИРПИЧИКИ**

Каблова К.В., Цыганова О.Г., Падалец А.М.

ФГБОУ ВПО Челябинский государственный педагогический университет, г.Челябинск

Аннотация: Исследование направлено на анализ содержания органического вещества и определение анионно-катионного состава в почве супераквального компонента водосбора экосистемы замедленного водообмена озера Малые Кирпичики. Показано их распределение по глубине почвенного профиля.

Ключевые слова: супераквальный, органическое вещество, озерная экосистема, почва, анионно-катионный состав

Для территории Восточного склона Уральских гор характерна неоднородная экологическая обстановка, что обусловлено, прежде всего, деятельностью ПО «Маяк», функционирующего с 1948 года. Довольно продолжительное время в результате сложного химического производства данное предприятие, помимо урана и плутония, получали большое количество радиоактивных отходов, которые сливались непосредственно в реку Теча, на которой расположено производство [1].

По прошествии 55 лет после аварии и формирования ВУРСа встает вопрос о возврате в хозяйственное использование загрязненных территорий, включая озерные экосистемы. В связи с этим возникают задачи изучения функционирования этих водоемов с целью выяснения оптимальных условий их эксплуатации. Общие особенности распределения удельной активности радионуклидов между различными компонентами водоемов (вода, почва, донные отложения, биомасса), позволяют более правильно понять особенности функционирования таких водоемов в качестве дезактиваторов. Одним из таких объектов является озеро Малые Кирпичики, относящееся к Течинскому водохозяйственному участку [4, 5].

Почва, являясь одним из неотъемлемых компонентов данных экосистем, играет важную роль в миграции и накоплении различных поллютантов, осуществлении вертикального переноса веществ из почвы в водную массу, а также влияет на химический состав воды, с которой она непосредственно контактирует. Почва обладает способностью к осуществлению обмена ионами с природной водой, в свою очередь почвенные воды эффективнее всего растворяют хлориды, сульфаты, соединения магния и кальция, что влияет на их широкое распространение в водном компоненте экосистем [2, 3].

Целью настоящей работы является исследование материалов, полученных в ходе отбора проб почвы с водосборной территории экосистемы озера Малые Кирпичики. Объектом исследования являются почвы водосборной территории озера Малые Кирпичики, используемое местным населением в хозяйственно-бытовых целях.

Водоем расположен на юго-востоке ВУРСа, на расстоянии 19 км от эпицентра взрыва. Площадь водного зеркала исследуемого озера составляет 1,76 км². Озеро слабопроточное, является притоком р. Караболка (Иртышский бассейн) у села Кирпичики. Отселение населенных пунктов с прибрежной зоны озера не производилось [5].

Почвенные разрезы были заложены на приозерной территории с учетом особенностей ландшафтных катен, с выделением супераквальной позиции ландшафта. Проводился анализ времени последнего антропогенного воздействия на почвы (по целостности почвенных горизонтов) и выбирались точки с наибольшей вероятностью значительной длительности периода покоя. Почву из почвенных разрезов вынимали слоями по 1 и 5 см с учетом генетических горизонтов и площади отбора проб до глубины 30 – 65 см, высушивали, растирали и просеивали через сито с ячейками в 1 мм. Пробоподготовка (высушивание, измельчение, просеивание), гравиметрический и титриметрический методы анализа проводились на базе лаборатории физико-химических методов исследований кафедры химии и МОХ ЧГПУ. Относительная погрешность гравиметрического метода не превышает 0,1 %, титриметрического метода 0,3 %.

Таблица 1

Отбор проб почв супераквальной позиции водосборной территории оз. Малые Кирпичики.

Горизонт	Глубин, (см)	Площадь отбора, (см * см)	Описание
A0	0-1	35*50	Лесная подстилка, серая

A1	1-4	35*50	Легкий суглинок, дождевые черви, черно-серый
	4-7	35*50	
A2	7-9,5	35*50	Средний суглинок, серо-черный
	9,5-12	35*50	
B1	12-17	35*50	Средний суглинок, черно-серый
	17-22	35*50	
	22-27	35*50	
B2	27-37	15*50	Тяжелый суглинок, светло-коричневый
	37-48	15*50	
BC	48-59	15*50	Тяжелый суглинок, серо-коричневый

В некоторых случаях подпорные грунтовые воды сравнительно быстро заливали нижнюю часть разреза, что подтверждает его статус как супераквального (50 метров от берега, серая лесная почва). Особенности супераквальной почвенной позиции являются сочетание промывного и выпотного режимов, а так же неглубокое залегание грунтовых вод, что указывает на высокую интенсивность гумусообразования, в виду значительной увлажненности почв [6].

Таблица 2

Физико-химические показатели почв супераквальной позиции водосборной территории оз. Малые Кирпичики

Глубина см	рН водн. вытяжки	Катионно-анионный состав				С орг. (%) в навесках почвы
		SO ₄ ²⁻ мг/100 г почвы	Cl ⁻ мг/100 г почвы	Ca ²⁺ мг/100 г почвы	Mg ²⁺ мг/100 г почвы	
0-1	6,78	3,328	26,79	1,99	0,49	12,3
1-4	6,82	3,744	31,02	1,99	0,49	10,1
4-7	6,91	3,328	32,43	1,99	0,49	5,2
7-9,5	7,07	3,744	35,25	1,99	0,49	5,8
9,5-12	7,22	4,368	38,07	0,99	0,59	8,8
12-17	7,26	4,368	47,94	1,99	0,49	6,5
17-22	7,55	4,576	47,94	2,99	0,79	7,6
22-27	7,46	4,784	47,94	1,99	0,49	2,6
27-37	7,51	5,408	56,4	1,99	0,49	3
37-48	7,54	5,824	57,81	0,99	0,49	2,5
48-59	7,15	6,656	57,81	0,99	0,49	2,3

Из таблицы видно, что с увеличением глубины разреза немонотонно увеличивается значение рН водных вытяжек, концентрация сульфат- и хлорид-ионов. Практически не изменяется содержание ионов магния. Общее содержание органического вещества в исследуемых почвах, а также количество гумусовых веществ, растворимых в щелочах, уменьшается по глубине почвенного профиля.

Анализ химических свойств исследуемых почв показал, что для них характерны величины рН водных вытяжек слабокислые и нейтральные. В почвах содержатся как труднорастворимые, так и легкорастворимые соединения, служащие источником сульфат-ионов. В частности, широко распространены сульфат аммония и

сульфат магния, способствующие прорастанию семян при прочих благоприятных условиях. Однако повышенное содержание сульфатных соединений в почве влечет за собой «отравление» растений, произрастающих на данной территории. Хлорид-ионы чаще встречаются в виде солей кальция и магния. Хлоридные соединения играют важную роль в обменных процессах в организме растений, а их повышенная концентрация ведет к преждевременному усыханию. Кальций и магний являются важными элементами служащими как конструктивными материалами для произрастающей биоты, так и способствуют активизации физиологических процессов.

Список литературы

1. Аклев А.В. Экологические и медицинские последствия радиационной аварии 1957 г. НаПО «Маяк»/ под ред. А. В. Аклев, М. Ф. Киселева. – М.: Вторая типография ФУ «Медбиоэкстрем» при Минздраве РФ, 2001. – 294 с.
2. Глазовская М. А. Общее почвоведение и география почв. – М.: Высшая школа, 1981. – 400 с.
3. Орлов Д. С. Химия почв/ Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, Н.И. Суханова. – М.: изд. Моск. ун-та, 2005. – 561 с.
4. Смагин А. И. Экология водоемов зоны техногенной радиационной аномалии на Южном Урале.: Пермь, 2008. – 51 с.
5. Трапезников А.В., Трапезникова В.Н. Радиоэкология пресноводных экосистем / Под ред. Б.В. Тестова, П.В. Волобуева. Екатеринбург: Изд-во УрГСХА, 2006. -390 стр
6. Трапезников А.В. Растительность Белорецкого водохранилища и влияние на нее подогретых вод АЭС/ Любимова С.А., Чеботина М.Я., Трапезников А.В., Трапезникова В.Н./ Экология. 1989. № 1. С. 73-75

СЕКЦИЯ №40.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.03)

СЕКЦИЯ №41.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.04)

СЕКЦИЯ №42.

ЭЛЕКТРОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.05)

СЕКЦИЯ №43.

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.06)

СЕКЦИЯ №44.

ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.08)

СЕКЦИЯ №45.

ХИМИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.09)

СЕКЦИЯ №46.

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.10)

СЕКЦИЯ №47.
КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.11)

**АДСОРБЦИЯ КАТИОНОВ МАРГАНЦА КОМБИНИРОВАННЫМИ ПРИРОДНЫМИ
ФИЛЬТРУЮЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ ДИНАМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

¹Калюкова Е.Н., ²Нефедьева Т.А.

¹ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет», г. Ульяновск

²ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск

Аннотация

Исследован процесс адсорбции катионов марганца из растворов на природных сорбентах. Получены количественные характеристики процесса адсорбции данных катионов. Установлена более высокая адсорбционная способность катионов марганца комбинированными сорбентами по сравнению с нативными сорбентами.

Annotation

Process of adsorption of cations of manganese of solutions on natural sorbents is investigated. Quantitative characteristics of process of adsorption of these cations are received. Higher adsorptive ability of cations of manganese by the combined sorbents in comparison with native sorbents is established.

Ключевые слова: адсорбция, природные сорбенты, изотермы сорбции, количественные характеристики процесса адсорбции

Keywords: adsorption, natural sorbents, sorption isotherms, quantitative characteristics of process of adsorption

Введение

Повышение требований к качеству очистки воды приводит к поиску всё более эффективных способов удаления загрязнений из природных и сточных вод. Сорбционная очистка воды является одним из наиболее эффективных методов среди методов, успешно применяющихся для решения этой задачи. К преимуществам сорбционного метода относятся: возможность удаления загрязнений чрезвычайно широкой природы практически до любой остаточной концентрации независимо от их химической устойчивости, отсутствие вторичных загрязнений и управляемость процессом.

Наличие местных эффективных природных адсорбентов в районах их потребления стимулирует внедрение новых адсорбционных технологических процессов, в том числе для решения вопросов защиты окружающей среды. Широкое и неуклонное увеличение масштабов применения природных адсорбентов обусловлено тем, что, обладая развитой удельной поверхностью и хорошими, часто специфическими, адсорбционными свойствами, они в десятки раз дешевле искусственных адсорбентов. В связи с этим упрощается их технологическое применение, исключая стадию регенерации.

Любое рациональное и экологически приемлемое решение по очистке сточных вод будет производить двойной эффект: экономический и экологический. Необходимо дальнейшее снижение количества потребляемой воды и сбрасываемых в водоемы сточных вод. Воду можно рассматривать как сырье, стоимость которого с каждым годом возрастает.

Эксперимент

Опоки и диатомиты используются в промышленности в качестве адсорбентов различных неорганических и органических веществ, как катализаторы и носители катализаторов. Исследования сорбционных свойств природных фильтрующих материалов Ульяновской области, таких как опока и диатомит по отношению к катионам марганца(II) проводили динамическим методом. В работах [2-4] сорбционные свойства некоторых природных сорбентов по отношению к катионам марганца(II) определяли статическим методом.

Опока – легкая плотная тонкопористая порода, состоящая в основном из мельчайших частиц кремнезема. Опока не размокает в воде, ее особенностями являются мезопористая структура и высокая механическая устойчивость. Опоки обладают большим объемом сорбционного пространства, высокой удельной поверхностью (100–130 м²/кг) и пористостью (43–48%) и характеризуются как высококачественное адсорбционное сырье с высоким содержанием аморфного кремнезема (65%).

Диатомит – рыхлая или сцементированная кремнистая горная порода белого, светло-серого или желтоватого цвета. Диатомит более чем на 50% состоит из панцирей диатомей. Химически диатомит на 96% состоит из водного кремнезема. Эти природные сорбенты имеют невысокую стоимость, и в сочетании с

достаточной глубиной очистки по отношению к катионам металлов, могут использоваться для решения вопросов защиты окружающей среды.

В работе использовали опоку в нативной и комбинированной формах с добавкой термически модифицированного природного доломита при температуре 800°C, при которой протекает первая стадия разложения доломита и образуются MgO и карбонат кальция:



На основе природного доломита, изготавливают фильтрующие материалы, которые обладают способностью корректировать pH очищаемой воды.

Для исследования сорбционных свойств диатомита использовали гранулированный материал производства Инзенского диатомового комбината и диатомит с добавкой термически модифицированного природного доломита. Диатомитовая обожженная крошка (термолит) – материал кремового цвета, получаемый путем обжига, дробления и сортирования исходного сырья с различной зернистостью.

При исследовании адсорбционной способности природных фильтрующих материалов динамическим методом исследуемую воду с определенной концентрацией катионов марганца пропускали через колонку, в которую помещали 10 г сорбента. Параллельно во вторую колонку к исследуемому сорбенту добавляли 10% термически модифицированного доломита, считая, что в этой колонки образуется комбинированный сорбент, Смешанный комбинированный сорбент с опокой обозначали как КС-О или с диатомитом КС-Д. Модельный раствор с довольно высокой концентрацией катионов Mn^{2+} (20 и 40 мг/л), значительно превышающей значение ПДК катионов Mn^{2+} , пропускали через колонку со средней скоростью 2 мл/мин и затем определяли остаточную концентрацию исследуемого иона.

Сравнивая значения исходной концентрации катиона Mn^{2+} в растворе с остаточной концентрацией катиона после контакта сорбента с раствором, можно сделать вывод об адсорбционной способности данного иона на исследуемом сорбенте и сорбционных свойствах самого сорбента.

Концентрацию катионов в исходном растворе и в растворах, пропущенных через слой сорбента, определяли фотометрическим методом по методике определения марганца основанном на окислении его соединений до MnO_4^- в кислой среде персульфатом аммония в присутствии ионов серебра в качестве катализатора [5]. Через сорбционные колонки пропускали раствор с концентрацией катионов.

Степень очистки растворов определяли по формуле:

$$h = \frac{(C_{\text{исх}} - C_{\text{равн}})}{C_{\text{исх}}} \cdot 100 (\%) \quad (1)$$

где $C_{\text{исх}}$ – исходная концентрация катионов марганца(II) в растворе, мг/л; $C_{\text{равн}}$ – равновесная концентрация катионов в растворах после процесса сорбции, мг/л.

Сведения о сорбционных свойствах материала могут быть получены и при определении величины адсорбции. Количественно адсорбция Γ определяется избытком вещества на границе фаз по сравнению с равновесным количеством данного вещества [1]. Экспериментально величину адсорбции растворенных веществ на твердом сорбенте вычисляли по уравнению

$$\Gamma = \frac{(C_{\text{исх}} - C_{\text{равн}}) \cdot V_{\text{р-ра}}}{m_{\text{сорбента}}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{исх}}$ – исходная концентрация катионов марганца(II) в растворе, ммоль/л; $C_{\text{равн}}$ – равновесная концентрация катионов в растворах после процесса сорбции, ммоль/л; $V_{\text{р-ра}}$ – объем раствора, л; $m_{\text{сорбента}}$ – масса сорбента, используемого для процесса сорбции, г.

Обсуждение результатов

По результатам исследований можно сделать вывод, что степень извлечения катионов марганца(II) зависит от вида сорбента и объема исследуемого раствора. С увеличением объема, пропущенного через колонку, степень очистки растворов от катионов марганца(II) на опоке и диатомите уменьшается (Рисунок 1), а на комбинированных сорбентах остается примерно на том же уровне, близким к 100 %.

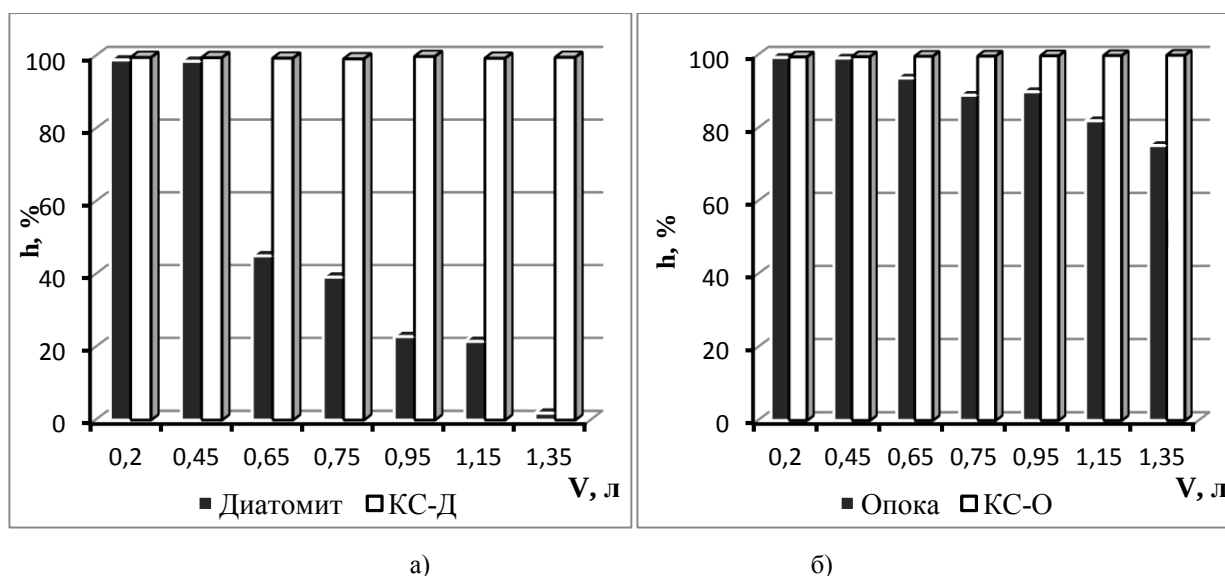


Рис.1. Изменение степени сорбции катионов марганца(II) на: а) диатомите и комбинированном сорбенте, б) опоке и комбинированном сорбенте в зависимости от объема раствора, пропущенного через колонку

Высокая степень очистки растворов независимо от объема, пропущенного через колонку, и концентрации исходного раствора получена на комбинированном сорбенте. Высокая степень извлечения катионов марганца(II) сохраняется при увеличении концентрации исследуемого раствора с 20 мг/л до 40 мг/л (Рисунок 2). На исходных сорбентах при увеличении объема раствора, пропущенного через сорбционную колонку, степень очистки растворов от катионов Mn^{2+} уменьшается.

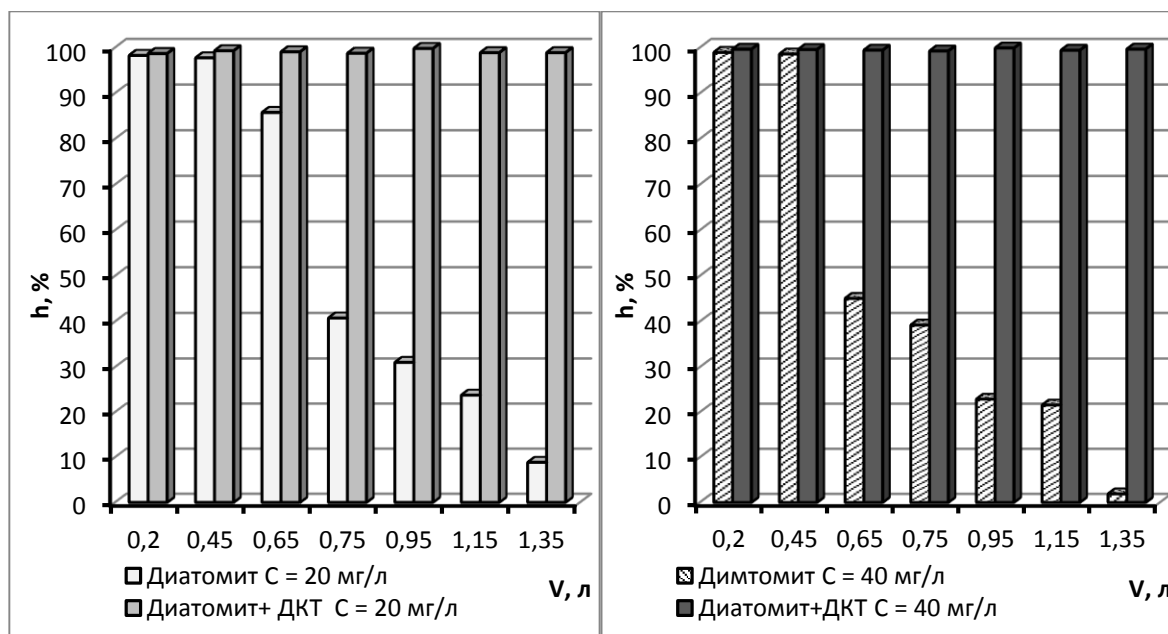


Рис.2. Изменение степени очистки катионов Mn^{2+} в зависимости от концентрации и объема раствора, прошедшего через колонку

10%-ная добавка термически модифицированного доломита в колонки с опокой и диатомитом повышает степень очистки растворов от катионов марганца(II). В большей степени влияние добавки сказывается на процессе сорбции с использованием диатомита.

С повышением объема раствора, пропускаемого через колонки, до 0,45 л величина адсорбции катионов марганца(II) резко снижается в колонке с диатомитом и незначительно уменьшается на опоке и комбинированных сорбентах (Рисунок 3). На комбинированных сорбентах величина адсорбции катионов Mn^{2+} выше и для опоки и для диатомита.

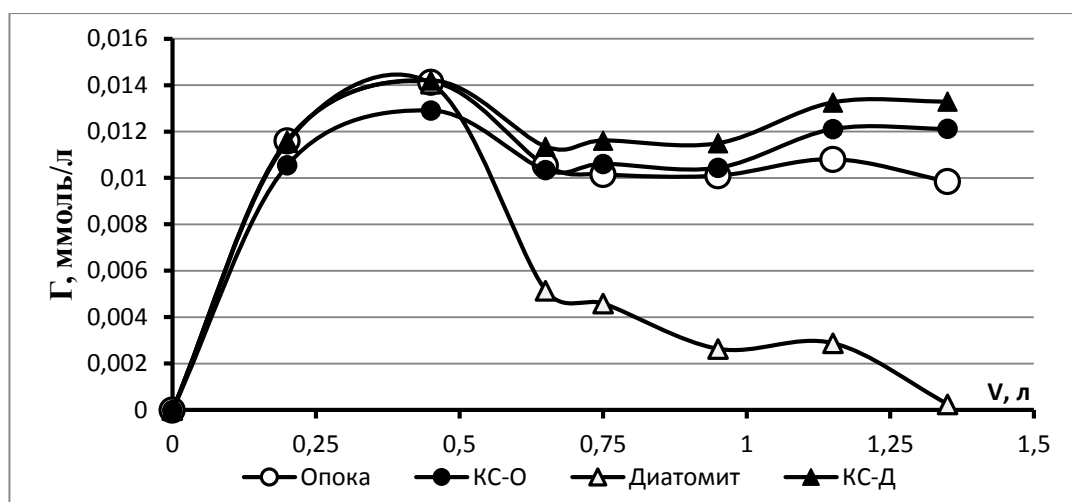


Рис.3. Изотермы сорбции катионов Mn^{2+} на нативных и комбинированных сорбентах

Интересно отметить, что количество молей эквивалентов кальция и магния, выделившихся в раствор, в процессе сорбции, разное для нативных и комбинированных сорбентов. При использовании комбинированных сорбентов количество катионов кальция и магния в растворах ниже, чем в растворах с нативными сорбентами (Рисунок 4), хотя к данным сорбентам добавляется 10% вещества, содержащего соединения кальция и магния.

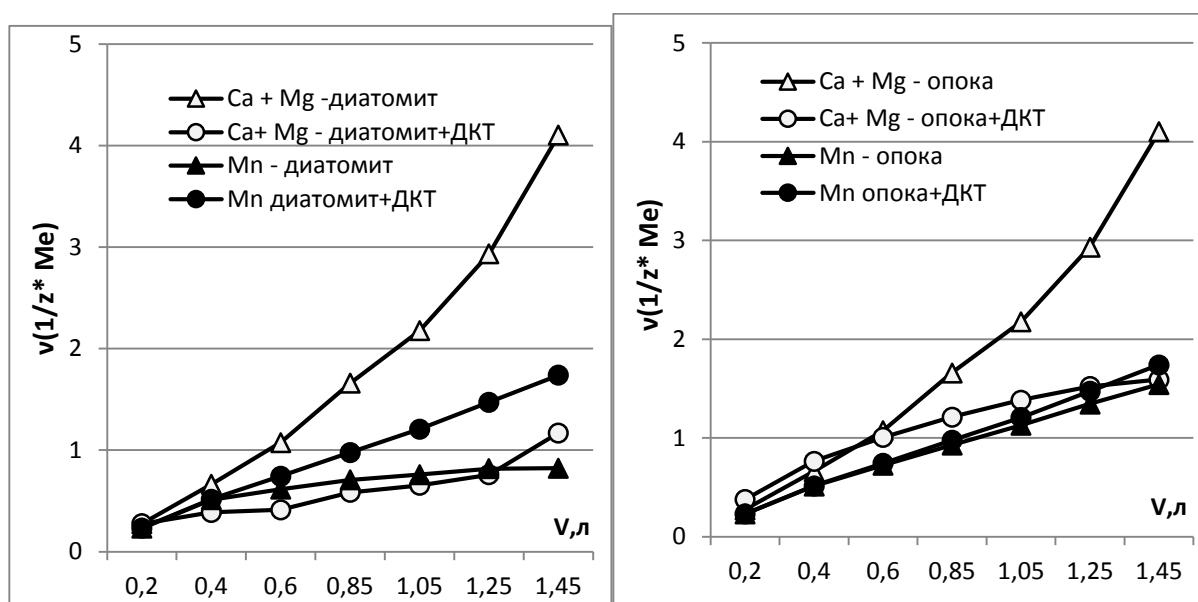


Рис.4. Изменение количества молей эквивалентов катионов марганца, кальция и магния в зависимости от типа сорбента и объема, пропущенного раствора

На комбинированных сорбентах с опокой и диатомитом количество вещества эквивалента катионов марганца(II), извлеченных из растворов, пропускании 1,45 л исследуемого раствора практически одинаково 1,74 ммоль. На нативной опоке число ммоль катионов марганца(II), извлеченных из раствора, по сравнению с диатомитом почти в два раза выше. При пропускании растворов через колонки с комбинированными сорбентами резко снижается количество ионов кальция и магния в растворах (Рисунок 5).

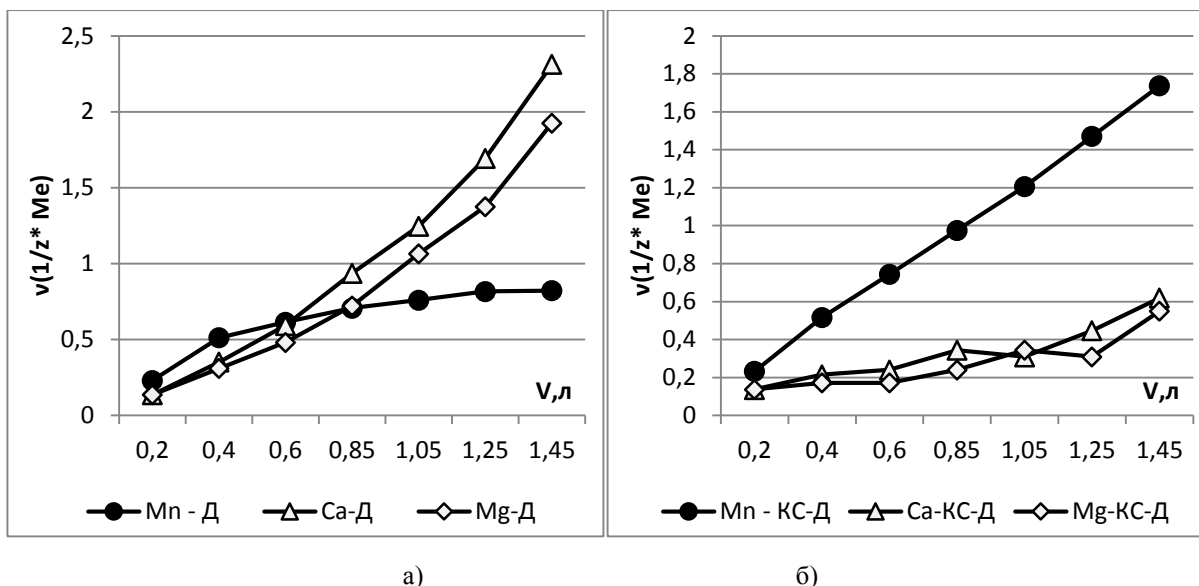


Рис.5. Изменение количества ммоль эквивалентов катионов марганца, кальция и магния в зависимости от объема раствора и типа сорбента:
а) диатомите; б) комбинированном сорбенте

На комбинированном сорбенте число ммоль извлеченных из растворов марганца(II) при пропускании 1,45 л раствора в два раза выше. Концентрация катионов кальция и магния почти в четыре раза меньше в растворе с комбинированным сорбентом.

При увеличении объема, пропускаемого через сорбционные колонки, общая жесткость в растворах, очищенных с нативными сорбентами увеличивается. В растворах, пропускаемых через колонки с комбинированными сорбентами, общая жесткость растворов снижается по сравнению с растворами, пропущенными через колонки с нативными сорбентами.

В исходных модельных растворах марганца(II) значение pH раствора не корректировали. Значение pH исходных растворов было примерно 5,5, после колонок – 6,5–7.

Заключение

По результатам исследования сорбционных свойств природных сорбентов динамическим методом можно сделать вывод, что нативная опока обладает более высокой адсорбционной способностью по отношению к катионам марганца по сравнению с диатомитом. Комбинированные сорбенты обладают более высокой адсорбционной способностью по сравнению с нативными сорбентами. В большей степени 10%-ная добавка термически модифицированного доломита сказалась на сорбционных свойствах диатомита.

На комбинированных сорбентах получена более высокая степень очистки раствора от катионов Mn^{2+} . На комбинированной опоке степень извлечения катионов Mn^{2+} для растворов с довольно высокой концентрацией 20 или 40 мг/л достигала практически 100%, а концентрация ионов Mn^{2+} в очищенных растворах была близка к ПДК. При увеличении объема раствора, пропущенного через колонку, концентрация катионов марганца(II) в растворе снижалась и получалась даже ниже ПДК. Степень извлечения катионов марганца(II) на комбинированном диатомите была близка к 100%, а остаточная концентрация в растворах после пропускания через колонку составляла 1,5 – 2 ПДК. Таким образом, комбинированные сорбенты обладают повышенной адсорбционной способностью, и имеет смысл использовать комбинированные сорбенты.

Список литературы

1. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии. М.: Химия, 1975. – 512 с.
2. Калюкова Е.Н., Иванская Н.Н. Деманганизация водных растворов природным сорбентом // Вестник Башкирского университета, 2009. Т.14. № 4. С.1340-1342
3. Калюкова Е.Н., Иванская Н.Н. Количественные характеристики процесса сорбции катионов никеля и марганца на природном сорбенте опока. // Башкирский химический журнал, 2009. № 3. С. 55-58.
4. Калюкова Е.Н., Иванская Н.Н., Письменко В.Т. Адсорбция катионов марганца и железа природными сорбентами // Сорбционные и хроматографические процессы, 2010. Т. 10. Вып. 2. С. 194-200.
5. ПНД Ф 14.1: 2.61-96. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации марганца в природных и сточных водах

**СЕКЦИЯ №48.
БИОНЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.12)**

**СЕКЦИЯ №49.
НЕФТЕХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.13)**

**СЕКЦИЯ №50.
РАДИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.14)**

**ДОЛГОЖИВУЩИЕ РАДИОНУКЛИДЫ Sr^{90} И Cs^{137} В ПОЧВАХ ОЗЕР
ШАБЛИШ И МАЛЫЕ КИРПИЧИКИ**

Левина С.Г., Каблова К.В., Цыганова О.Г., Падалец А.М.

ФГБОУ ВПО Челябинский государственный педагогический университет, г.Челябинск

Research is devoted to the analysis of accumulation and distribution of long-living radioactive nuclides of strontium - 90 and cesium - 137 processes in soils of eluvial components of the drainage areas of Malye Kirpichiky and Shablisk lakes ecosystems with slowed down water exchange. Features of chemical pollutants redistribution are shown in the dependence on soil organic substance.

Согласно сложившемуся в настоящее время в экологии мнению, для замкнутых водоемов - озер, прудов - необходимо принимать во внимание при анализе функционирования экосистем и потоки веществ и энергии с водосборной площади, рассматривая их как внешние факторы по отношению к экосистеме замкнутого водоема [7]. В связи с этим, при анализе радиоэкологического состояния озерных экосистем необходимым звеном исследований является изучение водосборных территорий.

К настоящему времени, благодаря обобщению многолетних данных разных исследователей, сложилось общее представление об особенностях аккумуляции в почвах долгоживущих радионуклидов и включении их в пищевые цепочки в системе: радиоактивные выпадения - почва - сельскохозяйственные растения - сельскохозяйственные животные - человек. Выявлена также зависимость поведения радионуклидов в почвах от целого ряда физико-химических свойств и экологических факторов [1, 5]. Таким образом, определение содержания радионуклидов в пресноводных экосистемах представляет собой актуальную задачу.

Объектом для настоящего исследования явилась почва водосборных территорий озерных экосистем Шаблиш и Малые Кирпичики. Озеро Шаблиш расположено в Каслинском районе Челябинской области в переходной зоне пенеппена и Западно-Сибирской равнинной страны в 80 – 90 км от эпицентра взрыва. На побережье расположен поселок Шаблиш. Водоем Малые Кирпичики расположен на юго-востоке ВУРСа, на границе со Свердловской областью, в 20 км от эпицентра взрыва. Озеро слабопроточное, притоком является р. Караболка (Иртышский бассейн) у села Кирпичики.

Определение места закладки почвенных разрезов основывалось на исследовании особенностей ландшафтных катен [1] и вычленении в них элювиальных позиций.

Пробу из почвенных разрезов вынимали слоями с учетом генетических горизонтов и площади отбора проб до глубины 70-100 см. Пробоподготовку и анализ физико-химического состава почв проводили на базе лаборатории физико-химических методов исследований Челябинского государственного педагогического университета. Образцы почв высушивали при комнатной температуре, растирали и просеивали через сита с ячейками диаметром 1 мм. Определение физико-химических показателей и содержание органического вещества проводили по стандартным методикам [5].

Определение ^{137}Cs и ^{90}Sr проводили на базе Отдела континентальной радиоэкологии Института экологии растений и животных УрО РАН (г. Заречный). Для определения удельной активности ^{137}Cs в образцах почв использовали инструментальные методы. Измерения проводили, в зависимости от предполагаемой активности, на гамма-спектрометре фирмы «CanberraPackard» (США) с германиевым полупроводниковым детектором с эффективностью 25% при ошибке измерения не более 15% и нижнем пределе обнаружения 1 Бк/г или на сцинтилляционном гамма-спектрометре с программным обеспечением «Прогресс» (Россия) с нижним пределом обнаружения 3 Бк/г [3].

Отбор проб почв с элювиальных позиций водосбора проводился на расстоянии 700 м от берега. Разрез вскрыл серые лесные почвы с элементами оподзолевания (Табл.1, 2).

Водные и солевые вытяжки почвенных образцов характеризуются слабокислым и кислым характером среды, что характерно для серых лесных почв [6].

Для элювиальных элементов ландшафтов водосборных территорий исследованного озера характерен непромывной или периодически промывной режим, при котором затруднен вынос веществ (в том числе ^{90}Sr и ^{137}Cs).

Исследованные почвы элювиальных позиций характеризуются равномерным распределением органического углерода по всему профилю (Рисунок 1), что, вероятно, оказало значительное влияние на процессы распределения поллютантов.

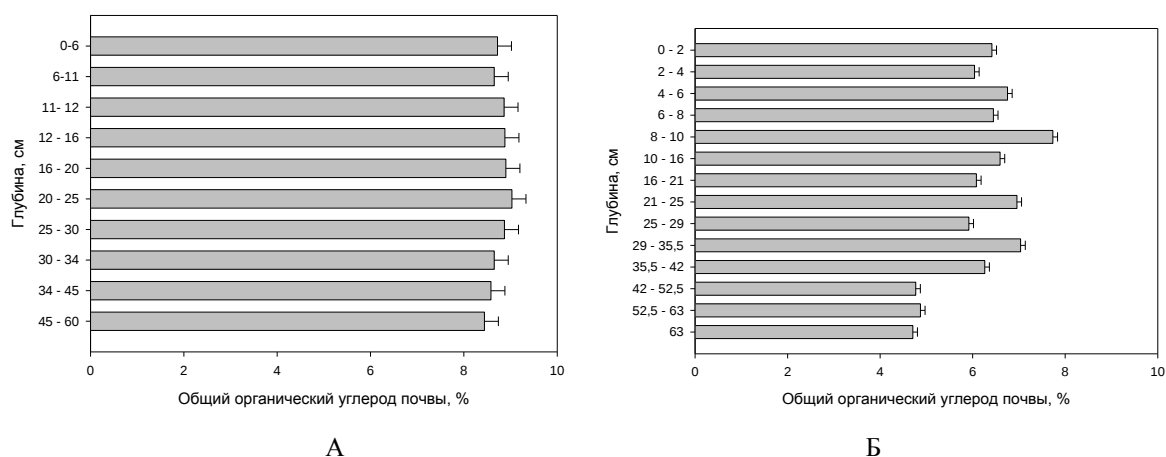


Рис.1. Содержание общего органического углерода элювиального компонента почв озер: А – Малые Кирпичики; Б – Шаблиш

Так, почвы элювиальных позиций водосбора озера М. Кирпичики, характеризующиеся высокой степенью гумификации по всему профилю, характеризуются равномерным распределением удельных активностей до глубины 35 см.

На Рисунке 2 представлены результаты радиохимического анализа, показывающие изменение удельной активности радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в элювиальном компоненте почв водосборов озер: А- Малые Кирпичики, Б - Шаблиш в логарифмическом представлении

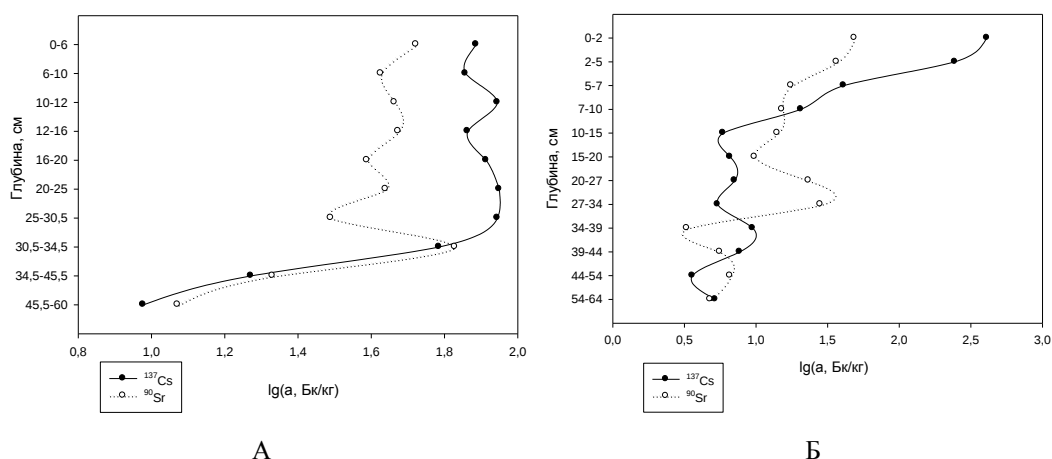


Рис.2. Изменение удельной активности радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в элювиальном компоненте почв водосборов озер: А- Малые Кирпичики, Б - Шаблиш в логарифмическом представлении

На глубине до 10 см сконцентрировано 23% удельной активности ^{137}Cs и 26% удельной активности ^{90}Sr . Равномерное же распределение органического вещества в почвах могло привести к перераспределению поллютантов по глубине профиля.

Согласно полученным данным почвы водосборной территории озера Малые Кирпичики не считаются токсичными (ПДК ^{90}Sr и ^{137}Cs для почв хозяйственно назначения составляет 55,5 Бк/кг и 185 Бк/кг соответственно). В почвах водосбора озера Шаблиш удельная активность ^{137}Cs превышает предельно – допустимую величину, однако, содержание ^{90}Sr находится в пределах нормы. На территории водоема Шаблиш следует продолжать мониторинговые исследования.

Таким образом:

1. На аккумуляцию и миграцию радионуклидов в почве влияет распределение органического вещества по профилю;
2. Имеющиеся различия в загрязнении почв озер Шаблиш и Малые Кирпичики цезием – 137, связаны с различным географическим расположением относительно центра эмиссии;
3. Почвы водосборной территории озера Малые Кирпичики не считаются токсичными. На территории водоема Шаблиш следует продолжать мониторинговые исследования.

Список литературы

1. Алексахин Р.М. Радиоактивное загрязнение почвы и растений / Р.М. Алексахин. - М.: Изд-во АН СССР, 1963.-123
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 487 с.
3. Глазовская М.А. Общее почвоведение и география почв. М.: Высш. шк., 1981. – 400 с.
4. Методика выполнения измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов в пробах объектов внешней среды. Свидетельство № Ч 147/2002 об аттестации методики выполнения измерений / Гос. ком. РФ по стандартизации и метрологии. 2002.
5. Молчанова И.В. Эколого-геохимические аспекты миграции радионуклидов в почвенно-растительном покрове / И.В. Молчанова, Е.Н. Караваева. - Екатеринбург: УрО РАН, 2001. - 159 с.
6. Почвоведение. В 2 ч. / Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. Ч.2 Типы почв, их география и использование / Богатырев Л.Г., Васильевская В.Д., Владыченский А.С. и др. – М.: Высш. шк., 1988. – 368 с.
7. Трапезников А.В. Радиоэкология пресноводных экосистем Трапезников А.В., Трапезникова В.Н. ответственный редактор И.М. Донник; Российская Академия Наук, Уральское Отделение, Институт экологии растений и животных; Российская Академия сельскохозяйственных наук, Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт. Екатеринбург: Изд-во УрГСХА. 2006. 390с.

СЕКЦИЯ №51.

КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.15)

СЕКЦИЯ №52.

МЕДИЦИНСКАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.16)

СЕКЦИЯ №53.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.17)

СЕКЦИЯ №54.

ХИМИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 02.00.21)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.00.00)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.00)

**СЕКЦИЯ №55.
РАДИОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.01)**

**СЕКЦИЯ №56.
БИОФИЗИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.02)**

**СЕКЦИЯ №57.
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.03)**

**СЕКЦИЯ №58.
БИОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.04)**

**СЕКЦИЯ №59.
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.05)**

**СЕКЦИЯ №60.
БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ)
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.06)**

**СЕКЦИЯ №61.
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.07)**

**СЕКЦИЯ №62.
БИОИНЖЕНЕРИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.08)**

**СЕКЦИЯ №63.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ, БИОИНФОРМАТИКА
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.01.09)**

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЕЛЕЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ И СИБИРСКОЙ ПО ОСНОВНОМУ
ДИАГНОСТИЧЕСКОМУ ПРИЗНАКУ

Попов П.П.

Институт проблем освоения Севера СО РАН, г.Тюмень, РФ

Общий ареал ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) и ели сибирской (*P. obovata* Ledeb.) простирается от восточных районов Франции на западе до Охотского побережья на востоке (Соколов и др., 1977; Schmidt-Vogt, 1977). В пределах такого обширного ареала сформировалось большое разнообразие популяций и их систем (рас), более или менее постепенно изменяющихся в общем направлении с запада на восток (Попов, 2005). Основным наиболее четким признаком различия видов елей со времен Ледебур (Ledebour) является форма семенных чешуй (Terplouchoff, 1868; Теплоухов, 1872; Регель, 1883; Данилов, 1943; Правдин, 1975). У ели европейской она угловато-заостренная, вытянутая у ели сибирской близка к округлой. Изменчивость ее, как и у других видов рода *Picea* в большой степени зависит от генетических факторов (Khalil, 1974, 1984; Попов, 1997).

Форму семенных чешуй елей издавна характеризовали путем визуального описания, но иногда использовали и приемы метрической оценки с определением, например, величины угла заострения верхней или наружной их части (Данилов, 1943; Этверк, 1974). Но оценка округлой формы чешуй через величину угла практически невозможна. Достаточно информативным (независимо от формы чешуй) является показатель отношения расстояния от верхнего края до положения наибольшей ширины к ней же. Изучение елей европейской и сибирской на объективной основе изменчивости их главного диагностического признака очень важно для понимания их морфолого-географических взаимоотношений на обширном пространстве их общего ареала (Голубец, 1968; Schmidt-Vogt, 1972; Правдин, 1975; Коропачинский, Милютин, 2006). Целью работы является изучение популяционно-географической изменчивости елей европейской и сибирской по показателю вытянутости верхней части семенных чешуй, определяемой метрическим путем.

Материал и методика

Коэффициент отношения верхней части чешуй, например, к их общей длине используется давно, хотя и довольно редко (Priehäusser, 1956; Этверк, 1974; Дыренков, 1978). Коэффициент отношения верхней части чешуй к их ширине стали использовать сравнительно недавно (Попов, 1999; Живайкина, 2005; Привалихин, 2011 и др.), поскольку он полнее отражает особенности признака.

Показатель (коэффициент) вытянутости верхней части семенных чешуй рассчитывали путем измерения расстояния от верхнего края до положения наибольшей их ширины (Попов, 1999). Этот отрезок (h) далее определяли относительно наибольшей ширины (D). Получаемый при этом коэффициент вытянутости (*coefficient of projection* – C_p), рассчитывали обычно в процентах по формуле: $C_p = h : D \times 100$.

Коэффициент C_p не характеризует в полном объеме конфигурацию верхней части чешуй, но позволяют на объективной основе изучать изменчивость и дифференциацию особей, популяций и видов ели. По классам C_p (80, 70, 60, 50, 40 %) выделяются соответствующие фенотипы популяций *P.e.*, *P.em.*, *P.m.*, *P.ms.*, *P.s.*, располагающиеся в общем направлении с запада на восток (Попов, 2013). На этой основе определяли и фенотипы особей в популяциях: *e*, *em*, *m*, *ms*, *s* соответственно.

Сбор исходных материалов производили в течение ряда лет в разных районах ареала елей, располагающихся более или менее равномерно на всей территории от Украинского Закарпатья, Беловежской пуши (Беларусь), Прибалтики (Латвия), Карелии и Мурманской области на западе до р. Витима (Иркутская обл.) и г. Олекминска в Якутия на востоке. Сюда же включен один сбор шишек на территории Норвегии (район между г. Осло и Тронхейм). Число деревьев в выборках (по 100 шт. и более) достаточно велико (7700 шт. в 41 выборке), все результаты статистически высоко достоверны.

Результаты и обсуждение

На изучаемой части ареала елей изменчивость среднего показателя C_p по всем выборкам (табл. 1) сравнительно небольшая (39–81 %). Коэффициент географической (межпопуляционной) вариации (Мамаев, 1972)

равен 23 % при достоверной положительной асимметрии распределения, равной 0.777 ± 0.3604 ($t = 2.15$), поскольку число выборок с небольшим значением (39–44 %) показателя наибольшее (15 из 41), коэффициент эксцесса небольшой и недостоверный. Во внутривидовой изменчивости показателя наибольшее значение превосходит наименьшее в среднем в 1.86 раза. При этом коэффициент вариации находится в пределах 8–15 %, в большинстве случаев он составляет 11–13 %. Заметно некоторое уменьшение коэффициента вариации в самых восточных популяциях ели сибирской и ели европейской в выборке из Закарпатья.

В географическом отношении вся территория исследования разделяется на 5 больших районов распространения разных групп популяций по принятым классам показателя C_p : 80 (75–84); 70 (65–74); 60 (55–64); 50 (45–54); 40 (35–44) % с запада на восток. В соответствии с таким разделением популяций на группы (условно I, II, III, IV, V соответственно) наблюдается и существенное изменение структуры их по фенотипам особей. В группе I популяций (№ 1–3) большое преобладание (58–81 %) особей фенотипа *e*, примерно вдвое меньше частота (17–31 %) особей фенотипа *em* и очень редко встречаются особи фенотипа *m*. Особей «сибирских» фенотипов *ms* и *s* в популяциях этой группы нет.

В группе II (№ 4–8) некоторое преобладание (в среднем 38 %) особей фенотипа *em* и примерно равная частота особей фенотипов *e* (30 %) и *m* (28 %). Очень редко встречаются особи фенотипа *ms*, особей фенотипа *s* нет. В популяциях группы III (№ 9–17) существенное преобладание (37–56, в среднем 45 %) особей фенотипа *m*, несколько меньше (17–45 %) фенотипа *ms*, еще меньше (в среднем 17 %) особей фенотипа *em* и очень мало особей фенотипов *e* и *s*.

Таблица 1

Географическая изменчивость показателя вытянутости верхней части семенных чешуй и структуры популяций ели в европейско-сибирской части ареала

№	Ближайший населенный пункт	Гдадус с.ш.–в.д.	n	C _p , %		Частота фенотипов, %				
				X (Lim)	C _v	e	em	m	ms	s
1	Рахов	48–25	370	81(61–100)	9	81	17	2	–	–
2	Ивано-Франковск	49–25	97	81(58–104)	12	71	27	2	–	–
3	Каменюки	53–24	193	77(54–100)	13	58	31	11	–	–
4	Толочин	54–29	215	71(53–93)	13	33	41	24	2	–
5	Брянск	57–34	160	71(47–100)	13	33	47	20	–	–
6	Смоленск	55–33	140	71(50–100)	14	38	33	25	4	–
7	Рига	57–24	112	69(48–94)	13	30	39	26	5	–
8	Валдай	58–33	134	65(42–90)	9	16	31	43	8	2
9	Хотьково	56–38	196	63(42–92)	15	10	27	44	19	–
10	Муром	55–42	103	61(44–81)	12	5	27	50	17	1
11	Тронхейм	63–10	100	60(45–81)	12	4	21	56	19	–
12	Выборг	61–29	208	60(42–83)	15	6	22	37	32	3
13	Ладва	61–34	175	57(40–76)	14	1	18	41	36	4
14	Арзамас	55–44	200	56(39–81)	14	3	9	45	39	4
15	Костомукша	64–31	167	55(39–72)	13	–	11	37	45	7
16	Данилов	58–40	150	57(40–73)	11	–	9	56	32	3
17	Кологрив	59–44	158	55(39–79)	15	3	7	42	37	11
18	Коноша	61–40	130	54(40–70)	12	–	7	35	52	6
19	Обозерский	63–40	220	53(38–74)	12	–	4	35	54	7
20	Киров	58–49	150	52(38–72)	13	–	2	31	52	15
21	Горка	65–43	200	50(36–71)	13	–	2	16	60	13
22	Карпогоры	64–44	250	48(34–68)	14	–	1	14	51	34
23	Сыктывкар	62–51	210	48(33–66)	14	–	1	16	54	29
24	Ныроб	61–57	100	45(28–64)	13	–	–	10	51	39
25	Красный Ключ	55–57	100	46(32–60)	13	–	–	9	56	35
26	Екатеринбург	57–57	100	45(34–55)	11	–	–	–	57	43
27	Апатиты	67–33	124	44(30–64)	15	–	–	6	30	64
28	Тюмень	57–65	235	43(33–62)	11	–	–	2	33	65
29	Вагай	58–69	400	42(27–53)	11	–	–	–	26	74
30	Усть-Цильма	66–52	190	40(29–56)	11	–	–	1	13	86
31	Салехард	67–66	195	40(29–58)	11	–	–	1	11	88
32	Ханты-Мансийск	61–69	200	40(30–51)	10	–	–	–	11	89
33	Толька	63–82	100	39(29–47)	10	–	–	–	4	96
34	Кыштовка	56–77	110	41(33–50)	10	–	–	–	14	86
35	Томск	56–85	150	42(32–53)	9	–	–	–	24	76
36	Красноярск	56–93	140	43(36–60)	11	–	–	3	33	64
37	Подкам. Тунгуска	61–90	170	42(33–57)	10	–	–	2	25	73
38	Игарка	67–86	210	41(30–53)	11	–	–	–	20	80
39	Бедоба	59–97	105	42(34–52)	9	–	–	–	28	72
40	Бодайбо	57–117	150	41(31–50)	9	–	–	–	17	83
41	Олекминск	60–120	125	41(34–48)	8	–	–	–	15	85

Примечание. с.ш. – северная широта, в.д. – восточная долгота, n – число особей в выборке, C_p – коэффициент вытянутости верхней части семенных чешуй, X(Lim) – среднее (X) и крайние значения (Lim), C_v – коэффициент вариации, фенотипы особей: e – *europaea*, em – *europaea-medioxima*, m – *medioxima*, ms – *medioxima-sibirica*, s – *sibirica*.

В популяциях группы IV (№ 18–26) значительное преобладание (в среднем 54 %) особей фенотипа ms, меньше (в среднем 25 %) особей фенотипа s, еще меньше (18 %) фенотипа m и очень редко (до 4–7 %) встречаются особи фенотипа em, особей фенотипа e в этих популяциях нет. В популяциях пятой группы (№

27–41) встречаются особи только двух фенотипов *s* (64–96 %) и *ms* (4–33 %) и только в некоторых популяциях встречаются единичные особи фенотипа *m*.

В направлении с запада на восток, как видно, уменьшается величина показателя C_p от 81 до 40 (39) %, в том же направлении снижается частота особей фенотипов ели европейской (*e* и *em*) и возрастает частота особей фенотипов ели сибирской (*ms* и *s*). Частота особей промежуточных фенотипов (*m*) занимает положение, близкое к среднему, но с заметным сдвигом в сторону ели европейской. Эта зависимость фенотипической структуры популяций от величины показателя C_p хорошо отражается характером и уровнем корреляции (Табл.2). Особенно высок уровень корреляции показателя C_p с частотой особей

Таблица 2

Географическая корреляция среднего показателя C_p в популяциях ели с частотой особей разных фенотипов

Коррелирующие признаки	Корреляционное отношение		Коэффициент корреляции	
	$\eta \pm S_\eta$	t	$R \pm S_r$	t
C_p и <i>e</i>	0.980±0.0321	30.51	0.848±0.0849	9.98
C_p и <i>em</i>	0.965±0.0419	23.04	0.876±0.0849	11.33
C_p и <i>m</i>	0.951±0.0495	19.22	0.458±0.1423	3.22
C_p и <i>ms</i>	0.916±0.0643	14.24	–0.404±0.1465	2.76
C_p и <i>s</i>	0.977±0.0320	26.57	–0.846±0.0850	9.92

Примечание. C_p – коэффициент вытянутости верхней части семенных чешуй, фенотипы особей: *e*, *em*, *m*, *ms*, *s*, $\eta \pm S_\eta$ – корреляционное отношение и его ошибка,

$R \pm S_r$ – коэффициент корреляции и его ошибка, t – показатель достоверности.

$T_{0.05} = 1.96$.

фенотипов *e*, *em* и *s* (коэффициент корреляции более 0.8). С последним корреляция отрицательного направления. Коэффициент корреляции C_p с частотой особей фенотипов *m* и *ms* (0.458 и –0.404), хотя и достоверен, но он вдвое меньше корреляционного отношения, что указывает на существенное отклонение от прямолинейности связи. Причем с фенотипом *ms* связь отрицательного направления.

Заключение

В пределах общего ареала елей европейской и сибирской от Украинских Карпат на западе до Республики Саха (Якутия) в России на востоке наблюдается большая географическая изменчивость коэффициента вытянутости верхней части семенных чешуй (*coefficient of projection* – C_p). Величина его изменяется с запада на восток от 77–81 до 39–40 %. По классам величины C_p (80, 70, 60, 50, 40 %) выделяются 5 больших районов распространения фенотипов (групп) популяций *P.e.*, *P.em.*, *P.m.*, *P.ms.*, *P.s.* с преобладанием особей соответствующих фенотипов (*e*, *em*, *m*, *ms*, *s*). При этом оказывается высокий уровень корреляции средних показателей C_p с фенотипической структурой популяций. С точки зрения таксономической дифференциации и географического положения, популяции в группах I и V представляют собой ели европейскую и сибирскую соответственно. Популяции третьей группы – промежуточную (или гибридную) форму елей европейской и сибирской, популяции в группах II и IV – промежуточные формы ближе к ели европейской и сибирской соответственно.

Список литературы

1. Голубец М.А. Современная трактовка объема вида *Picea abies* (L.) Karst. и его внутривидовых таксонов // Ботан. журн. 1968. Т. 63. № 3 С. 1048–1062.
2. Данилов Д.Н. Изменчивость семенных чешуй *Picea excelsa* // Ботан. журн. 1943. Т. 28, № 5. С. 191–202.
3. Дыренков С.А. Изменчивость некоторых морфологических признаков в гибридных популяциях ели *Picea abies* (L.) Karst. × *Picea obovata* Ledeb. на Вепсовской возвышенности // Ботан. журн. 1978. Т. 63. № 2. С. 191–205.
4. Живайкина Н.В. Формовое разнообразие семенных чешуй ели в пределах евразийского ареала рода *Picea* // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2005. № 2. С. 31–35.
5. Коропачинский И.Ю., Милютин Л.И. Естественная гибридизация древесных растений. Новосибирск: Гео, 2006. 223 с.
6. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1972. 284 с.
7. Попов П.П. Форма семенных чешуй в полусибирском потомстве ели. Лесоведение. 1997. № 6. С. 54–57.
8. Попов П.П. Географическая изменчивость формы семенных чешуй в Восточной Европе и Западной Сибири. Лесоведение. 1999. № 1. С. 68–73.

9. Попов П.П. Ель европейская и сибирская: структура, интерградация и дифференциация популяционных систем. Новосибирск: Наука, 2005. 231 с.
10. Попов П.П. Фенотипическая структура популяций *Picea abies* и *P. Obovata* (Pinaceae) на востоке Европы // Ботан. журн. 2013. Т. 98. № 11. С. 1384–1402.
11. Правдин Л.Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. М.:Наука,1975.176 с.
12. Привалихин С.Н. Изменчивость показателей семенных чешуй *Picea abies* (L.) Karst. в природных популяциях Украинских Карпат // Донецк: Промышленная ботаника. 2011. Вып. 11. С. 162–167.
13. Регель Э. Русская дендрология. 2-е изд. Вып.1: Хвойные. СПб, 1883. 68 с.
14. Соколов С.Я., Связева О.С., Кубли В.А. Ареалы деревьев и кустарников СССР. Л.: Наука, 1977. 163 с.
15. Теплоухов Ф.А. Известия о деятельности Лесного общества (Сообщение о коллекции еловых шишек в Лесном отделе Политехнической выставки) // Лесн. журн. 1872. Вып. 6. С. 86–91.
16. Этверк И.Э. Разнообразие ели обыкновенной в Эстонской ССР: Автореф. дис. докт. с.- х. наук.. Таллин. 1974. 131 с.
17. Khalil M.A.K. Genetics of cone morphology in white spruce (*Picea glauca*) // Canad. J. Bot. 1974. V. 52. № 1.P. 15–21.
18. Khalil M.A.K. Genetics of cone morphology of Black spruce (*Picea mariana* Mill. B.S.P.) in Newfoundland, Canada // Silvae genet. 1984. V. 33. № 4/5. P. 101–109.
19. Priehäusser G. Über den Formenkreis der Fichte in ursprünglichen Beständen des Bayerischen Waldes nach den Zapfen- und Zapfenschuppenformen // Forestgen. Und Forstpflanzenzücht. 1956. Bd. 5. Ht 1. S. 14–22.
20. Schmidt Vogt H. Studien zur morphologischen Variabilität der Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.). 3. Der gegenwärtige Stand der Forschung zur morphologischen
21. Variabilität der Fichte — gesetzmässigkeiten und Theorien // Allg. Forst.-und Jagdzeitung. 1972. Bd. 143. № 11.S. 221–240.
22. Schmidt-Vogt H. Die Fichte. Taxonomie. Verbreitung. Morphologie. Ökologie. Waldgesellschaften. Hamburg; Berlin: Paul Parey, 1977. Bd.1. 647 S.
23. Teplouchoff Th. Ein Beitrag zur Kenntniss der sibirischen Fichte – *Picea obovata* Ledeb. // Bull. Imp. Natural, de Moscou. 1868. Bd. 41. Ht 3. S. 244–252.

**СЕКЦИЯ №65.
ВИРУСОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.02)**

**СЕКЦИЯ №66.
МИКРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.03)**

**СЕКЦИЯ №67.
ЗООЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.04)**

**СЕКЦИЯ №68.
ЭНТОМОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.05)**

**СЕКЦИЯ №69.
ИХТИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.06)**

**СЕКЦИЯ №70.
ГЕНЕТИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.07)**

СЕКЦИЯ №71. ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.08)

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ УНИВЕРСИТЕТА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ В ГОРОДЕ НИЖНИЙ ТАГИЛ

Кукушкина Н.Г.

ФГБОУ ВО Университет путей сообщения, г.Нижний Тагил

Оценка воздействия объектов железнодорожного транспорта на окружающую среду является обязательным элементом планирования и проектирования строительства или развития объектов железнодорожного транспорта для определения характера и степени всех потенциальных видов влияния на природную среду намечаемой хозяйственной деятельности и связанных с ней экологических, социальных и экономических последствий.

Степень воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду оценивают по уровню загрязняющих веществ, поступающих в природную среду регионов, где расположены предприятия железнодорожного транспорта.

Основными источниками шумового загрязнения на железнодорожном транспорте являются стационарные источники: локомотивные и вагонные депо, заводы по ремонту подвижного состава, пункты подготовки подвижного состава. К передвижным источникам относятся магистральные и маневровые тепловозы, путевые и ремонтные машины, автотранспорт, промышленный транспорт, рефрижераторный состав, пассажирские вагоны и т. п.

Интенсивное движение поездов вблизи линий жилой застройки, в черте города, посёлка заметно ухудшает акустический климат населённых пунктов и жилых помещений. Распространённым источником шума, является локомотив. Общий шум дизельного тепловоза на расстоянии 0,5 м от корпуса и аэродинамического шума выхлопа на расстоянии 1м от выхода патрубка достигает 120 дБ.

Шумы технологического оборудования можно ориентировочно разделить на три категории:

умеренно шумное с суммарным уровнем звука не более 75 дБ;

шумное 75-100 дБ;

особо шумное с уровнем более 100 дБ.

При распространении шума на территории города следует предусматривать специальные градостроительные меры: в зоне примыкающей к железной дороге следует располагать здания, сооружения с ненормированным шумовым режимом - гаражи, автостоянки, склады, защитные полосы озеленения, далее учреждения бытового обследования, площадки в зоне, удаленной от железной дороги располагаются больницы, места отдыха.

Уровень акустического загрязнения больших городов остается очень высоким и продолжает увеличиваться. В среднем 30—40 % городского населения России подвергаются вредному воздействию городских шумов.

В Нижнем Тагиле, являющимся промышленным центром, проживает около 400 тыс. жителей. В нашем городе одним из основных источников шума является железнодорожный транспорт. Нижний Тагил является крупным транспортным узлом, соединяющим северные, восточные города Свердловской области с областным центром – городом Екатеринбург, признанным столицей Урала. Жилые микрорайоны, школы, культурные заведения, производственные помещения, и прочее, находятся в непосредственной близости от железнодорожных путей. Железнодорожная станция Смычка является крупнейшей по объемам перевозок различных грузов, имеет статус стратегически важного государственного объекта.

Эквивалентные уровни шума на магистралях нашего города достигают 78—85 дБА, на жилых территориях — 66—72 дБА, в жилых помещениях — 55—63 дБА и выше, что приводит к акустическому дискомфорту (ухудшению состояния здоровья, снижению трудоспособности жителей нашего города и близко расположенных населенных пунктов).

Университет путей сообщения удален от станций Нижний Тагил и Смычка на 0,5 и 1,5 км соответственно.

В соответствии с принятыми санитарными нормами допустимый шум в жилых помещениях не должен быть более 30 дБА в ночное время и 40 дБА в дневное время.

Шум от железной дороги в целом, зависит от шума, создаваемого при движении подвижного состава, интенсивности движения, режима движения поездов.

Пути снижения шума:

- уменьшение шума в источнике возникновения;
- звукопоглощение, звукоизоляция;
- постановка глушителей шума;
- рациональное размещение цехов и оборудования, имеющих интенсивные источники шума;
- создание барьеров, которые не должны иметь просветов и отверстий;
- удаление жилых зданий от магистралей;
- применение зеленых насаждений;
- рациональное расположение домов, рациональное расположение спальных комнат в квартирах;

Изучение дисциплины «Экология на транспорте» предусматривает оценку воздействия загрязнений окружающей природной среды железнодорожным транспортом.

Целью исследования является оценка шумового загрязнения окружающей среды вблизи железной дороги, в учебных аудиториях.

Проведение работы:

1. Студенты выбирают места измерения уровня шума вне учебного заведения (станция Смычка, производственное помещение вагонного депо и пр.) и внутри здания университета. Выбранные пункты заносятся в таблицу.

2. Измеряют величину шума в децибелах (дБ) в выбранных пунктах.

3. Проводят сравнение уровня зарегистрированного шума с предельно допустимыми значениями.

Оформление результатов измерений:

Полученные результаты записываются в таблицу:

Таблица 1

№	Характеристика обследуемой территории	Уровень шума, дБ	Предельно допустимый уровень шума, дБ	Доля от предельно допустимого уровня шума
1	Помещение вокзала ст. Смычка (зал ожидания)	55	60	-5
2	Территория железной дороги, вблизи от ост. пункта Депо (1-ый ж/д путь)	85	85	-
3	Рабочее место в помещении вагонного депо (возле бригады ремонтников)	85	85	0
4	Территория жилой застройки (жилые многоэтажные дома в 200 м от ж\д путей)	50	40	+10
5	Учебная аудитория экологии на транспорте (1 этаж, окна выходят на железную дорогу)	35	40	-5
6	Территория, прилегающая к зданию университета (находится со стороны железной дороги)	40	40	0

Выводы по результатам работы:

1. Повышенный уровень шума установлен вблизи жилых домов. Считаем, что это обусловлено не только шумом от движения подвижного состава, но и от автомобильного транспорта, так как имеет место организованная автостоянка. Снизить шум можно:

- посадками деревьев и кустарников
- ликвидированием автостоянки, которая является еще источником загрязнения воздуха.

2. Уровни звукового давления в учебной аудитории, на прилегающей к университету территории не превышают предельно допустимый уровень шума.

Список литературы

1. Гарин, В.М. Промышленная экология : учеб. пособие / И.А. Кленова, В.И. Колесников, В.М. Гарин .— М.: Маршрут, 2005 .— 328 с.
2. Купаев, В.И. Наблюдение и оценка состояния окружающей среды на железнодорожном транспорте: учеб. пособие / С.В. Рассказов, А.В. Семин, В.И. Купаев. — М.: Маршрут, 2006 .— 390 с.

СЕКЦИЯ №72. БИОГЕОХИМИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.09)

СЕКЦИЯ №73. ГИДРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.10)

СЕКЦИЯ №74. ПАРАЗИТОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.11)

СЕКЦИЯ №75. МИКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.12)

СЕКЦИЯ №76. ПОЧВОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.13)

СЕКЦИЯ №77. БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.02.14)

ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.00)

СЕКЦИЯ №78. ФИЗИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.01)

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДКОРМКИ ХОНДРИЛ ХОРС НА МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ВОЛОСЯНОГО ПОКРОВА СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ

Алексеева Л.В., Лукьянов А.А., Зеленев Д.В.

ФГБОУ ВО Тверская Государственная сельскохозяйственная академия, г.Тверь

В условиях хозяйств у лошадей чаще всего одновременно отмечают дефицит не одного микроэлемента, а сразу нескольких, поэтому симптомы болезней разнообразны и довольно сложны.

Сложность диагностики заключается еще и в том, что в практических условиях чаще наблюдают разную степень понижения содержания микроэлементов - гипромикроэлементозы.

Учитывая особенности проявления дефицита микроэлементов в организме, необходимо при обнаружении признаков болезней незаразного характера, таких, как снижение воспроизводительной способности, поражение костяка (остеодистрофия), снижение резистентности организма и повышенная заболеваемость молодняка, профузные, трудно поддающиеся лечению диареи, прежде всего, исключить дефицит микроэлементов. В первую очередь надо проверить обеспеченность организма кобальтом, медью, цинком, марганцем и йодом.

Для этого при появлении хотя бы у некоторых животных симптомов, свойственных дефициту некоторых микроэлементов, не делая глубоких исследований, вводят в рацион всех животных соли этих элементов в профилактических дозах. Улучшение общего состояния организма животных свидетельствует, по мнению многих исследователей, о недостатке в организме микроэлементов.

В результате дефицит микроэлементов усугубляет недостаточность не только микроэлементов, но и других питательных веществ. Поэтому поступление микроэлементов с кормами не может быть объективным показателем уровня удовлетворения потребности организма в них. Для этого необходимо определить фактическую обеспеченность организма микроэлементами, так как только при полной обеспеченности всех функциональных отделов организма можно считать достаточным поступление и удовлетворенной потребность.

Кровь является средой, осуществляющей динамику микроэлементов между органами, и в ней обнаруживают все элементы. Откладываются они в мышцах, в шерсти, перьях, в копытном роге, в костях в процессе роста выделяются с молоком и мочой. Определение содержания микроэлементов во всех этих органах можно использовать для оценки обеспеченности ими организма. Однако содержание микроэлементов в органах и тканях имеет неодинаковую диагностическую значимость, различны и методы исследований этих органов. Наиболее доступны для исследований шерсть, копытный рог.

Для изучения влияния кормовой добавки Хондрил Хорс (содержит витамин Е, селен, цинк и Омега-3 жирные кислоты) на физиологические показатели лошадей тракененской породы был поставлен научно-хозяйственный опыт, который проводился на базе конефермы ООО «Зеленов» Калининского района Тверской области.

Для исследований было сформировано две группы лошадей тракененской породы по 5 голов в каждой группе, по принципу пар-аналогов с учетом породы, происхождения, возраста, кондиции, уровня тренированности. Лошади принимали участие в спортивных соревнованиях.

Основной рацион лошадей состоял из 5 кг овса, 0,5 кг отрубей пшеничных, сена лугового 5 кг и пастбищной травы. Соль-лизунец в постоянном доступе.

Кормовая добавка вводилась в рацион лошадей опытной группы ежедневно в течение 1 месяца по 20 г одновременно с питьевой водой.

В крови, в волосяном покрове изучали концентрацию минеральных элементов (мг/кг сухого вещества).

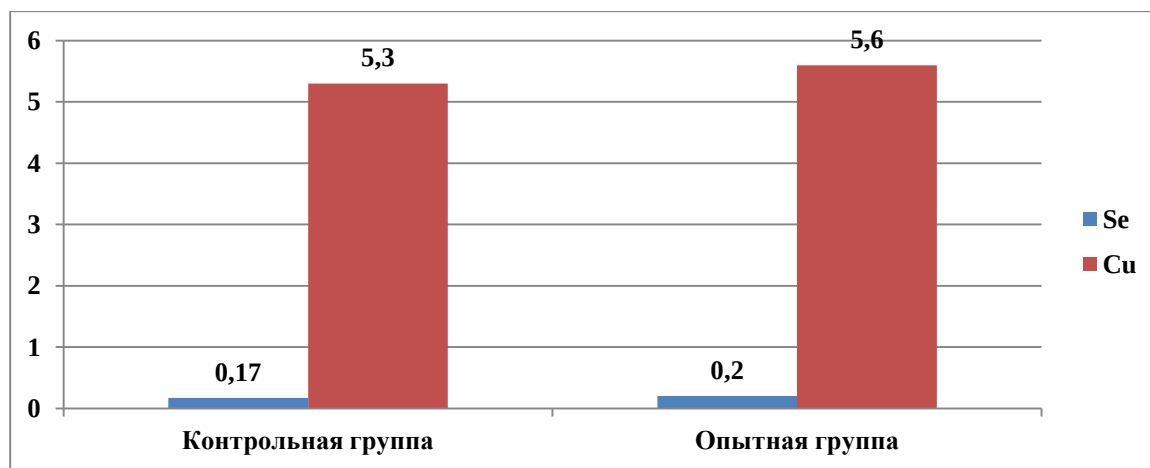


Рис.1. Содержание Se и Cu в волосяном покрове лошадей в конце эксперимента, мг/кг



Рис.2. Содержание Zn в волосяном покрове лошадей в конце эксперимента, мг/кг

По результатам опыта наибольшее содержание микроэлементов (Se, Cu и Zn) выявлено в волосяном покрове лошадей трактененской породы опытной группы, что превысило показатели контрольной группы по селену на 0,22 мг/кг, по меди на 0,31 мг/кг и по цинку на 2 мг/кг.

Интерес к меди в коневодстве связан, прежде всего, с присутствием её в ферменте лизил-оксидазы, который участвует в созревании и формировании хрящевой ткани. Возникновение комплекса симптомов под общим названием ортопедическая болезнь роста (DOD) у лошадей связывают с недостатком и нарушением соотношения нескольких микро и макроэлементов, меди в том числе [3]. Рекомендуемые дозы меди для лошадей: 131, 170 и 187 мг/день для лошадей на лёгкой, умеренной и тяжёлой работе соответственно. При среднем содержании меди в корме 10 мг на кг сухого вещества рекомендуют вводить ещё 30% в виде хелатных соединений [1]. Потери меди с потом не велики, всего около 4 мг/литр пота, это может привести к потере 80-100 мг в день [2].

Поэтому увеличение меди в волосяном покрове лошадей опытной группы является очень актуальным и значимым явлением для спортивных лошадей.

По количественному содержанию в организме животных цинк занимает среди микроэлементов второе место после железа. В литературе существуют различные мнения по его содержанию в органах и тканях. Основное количество цинка в организме сосредоточено в мышцах - 42,4% и скелете - 25,2%, а наибольшее его количество обнаруживается в сетчатке глаза, предстательной железе [1].

В наших исследованиях в волосяном покрове лошадей опытной группы также происходит увеличение цинка, что является результатом положительного влияния применяемой нами подкормки.

Список литературы

1. Алексеева, Л.В. Комплексные минеральные добавки и витамины в кормлении крупного рогатого скота: монография / Л.В. Алексеева. – Тверь: «Агросфера», 2008. – 166 с.
2. Майер, Х. Исследования количества и состава потовых выделений лошади / Х. Майер. ВНИИК, 1983. – 15 с.
3. Ludvikova E. Evaluation of selenium status in horses in the Czech Republic. / Ludvikova E., Pavlata L., Vyskocil M., Jahn P. // Acta Veterinaria Brno – 2005 - Vol.74: P. 369–375. - 112

СЕКЦИЯ №79.

АНТРОПОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.02)

СЕКЦИЯ №80.

ИММУНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.03)

**СЕКЦИЯ №81.
КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.04)**

**СЕКЦИЯ №82.
БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.05)**

**СЕКЦИЯ №83.
НЕЙРОБИОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 03.03.06)**

ГЕОГРАФИЯ

**СЕКЦИЯ №84.
ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И
ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.23)**

**СЕКЦИЯ №85.
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ, ПОЛИТИЧЕСКАЯ И РЕКРЕАЦИОННАЯ
ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.24)**

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА
В ПРИВОЛЖСКОМ ФО**

Преображенский Ю.В., Уставщикова С.В.

Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, г.Саратов

Тематика, связанная с изучением человеческого капитала, достаточно актуальна, однако, как представляется, в пространственном отношении недостаточно конкретна. Не сформулировано оптимальное (планируемое) соотношение между величиной человеческого капитала по регионам страны.

Очевидно, что, как и в отношении значительной части социально-экономических процессов, равно нежелательны оба полярных состояния: равномерное «размывание» человеческого капитала по территории страны и предельная его концентрация в одном регионе (городе). Первое состояние чревато недостатком потенциала взаимодействия, второе – критично сжатием социально-культурного пространства. Наиболее эффективной пространственной формой организации человеческого капитала ввиду его преимущественно когнитивной, информационной сущности будет сетевая. Узлами такой сети, несомненно, будут города, причём не всякий город является или может стать таким узлом (в среднесрочной, по крайней мере, перспективе).

В целом, представляется, что существует два контура притяжения и «циркуляции» человеческого капитала: первый глобальный, другой – регионально-провинциальный. К первому контуру можно отнести мировые города ранга «альфа», «бета» и отчасти «гамма» и «дельта», ко второму – крупные региональные столицы людностью более 500 тыс. жителей и особенно города-миллионеры.

Между этими контурами существует значимые различия. Так, поскольку первый контур является каркасом глобализации, человеческий капитал здесь интернационален, мобилен, разделяет одни ценности. Второй контур в теории должен служить своего рода «распределительной сетью» интеллектуальных достижений глобальных городов, но в действительности во многих странах он оторван от первого и существует не в глобальном, а в провинциальном пространстве. В результате этого «социальные лифты» не организуют свободный переток человеческого капитала из одного контура в другой. Такое положение ведёт к определённым социальным и

экономическим дисбалансам, разрывам в уровне жизни и т.д., то есть к процессам, представляющим угрозу для развития человеческого капитала.

Вообще, представление о человеческом капитале настолько тесно связано с социально-экономическими процессами, что выделить его в отдельную категорию при изучении неравномерности его распределения – непростая задача.

Стоит отметить двойственную природу человеческого капитала. С одной стороны, он используется для создания и производства товаров и услуг, с другой, сам по себе он формирует спрос на культурные и интеллектуальные товары, на широкий круг услуг, позволяющих носителям человеческого капитала увеличивать, приращивать его. Для региональной (или городской) экономики это особенно важно с учётом того, что носители человеческого капитала, как правило, являются частью населения с наиболее высокими доходами.

Другой стороной вопроса, на которую следует обратить внимание, является потребность в приложении человеческого капитала для его развития. Другими словами, для развития человеческого капитала необходима соответствующая деятельность. Потому правы те авторы, которые разделяют понятия человеческий *потенциал* и человеческий капитал. Человеческий капитал не может формироваться в отрыве от возможности его применения.

Носителей человеческого капитала в силу различий своего назначения, того, где и как он используется, в зарубежной литературе делят на голубых и белых «воротничков», что соответствует работникам ручного труда и менеджерам и исследователям. С позиций концепции человеческого капитала именно белые «воротнички» в наибольшей степени являются носителями интеллектуального капитала. В целом же, к интеллектуальному капиталу, по-видимому, следует отнести владение профессиональными компетенциями, связанными с обработкой информации в широком смысле (т.е. включая управление как выражение обратной связи на поступившую информацию). С другой стороны, как ни парадоксально, высокий уровень интеллекта не является основанием относить его носителя к «белым воротничкам», а только к владельцам интеллектуального потенциала.

Можно предположить, что интеллектуальный капитал будет более концентрирован в пространстве, чем человеческий в целом.

Для подтверждения данной гипотезы актуален вопрос выбора показателей для сравнения уровня человеческого капитала и выявления неравномерности в его распределении. Индекс человеческого развития может служить таковым в самом первом приближении, поскольку его составляющие только с поправками можно признать имеющими отношение к человеческому капиталу. Так, качество образования может варьировать в значительных пределах, удельное значение ВРП не говорит о структуре экономики, а продолжительность жизни во многом связана с генетической предрасположенностью, то есть обусловлена внутренними причинами.

Для определения пространственной неоднородности распределения человеческого капитала в Приволжском ФО был выбран индекс концентрации Херфиндаля-Хиршмана, рассчитываемый по следующей формуле:

$$HHI = \sum Y_i^2,$$

где Y_i – доля определённой группы занятых i -го субъекта РФ в общем числе занятых рассматриваемой группы в ПФО.

Чем ближе индекс к 0 – тем более равномерно распределён исследуемый признак по территории, чем ближе к 1 – тем значительнее его концентрация в одном из субъектов РФ ПФО. Обратимся к рассчитанным значениям индекса (см. Табл.1).

Таблица 1

Значения индекса Херфиндаля-Хиршмана для отдельных групп занятых по Приволжскому ФО (рассчитано автором)

	население	занятые в экономике	занятые в обрабатывающей промышленности	занятые в образовании	персонал, занятый разработками	читатели библиотек	доктора наук
значение HHI	0,090	0,089	0,091	0,090	0,189	0,091	0,159

Значения индекса HHI для занятых в обрабатывающей промышленности и в образовании (эти сектора были выбраны как сектора с предположительно наибольшим весом человеческого капитала) практически совпадают со значением занятых в экономике в целом и распределением всего населения по округу. Это же относится к читателям библиотек. В то же время персонал, занятый исследованиями и разработками, а также доктора наук значительно менее равномерно распределены в пределах Приволжского ФО. Для большей

значимости исследования желательного сопоставить значения коэффициента с аналогичными расчётами для высокоразвитых стран.

Таким образом, можно видеть, что наиболее ценный человеческий капитал распределён по территории Приволжского ФО значительно более неравномерно по сравнению с условным средним уровнем. Здесь допустимо поставить следующий вопрос: является ли существующий объём человеческого (и особенно интеллектуального) капитала достаточным для эффективного протекания социально-экономических процессов в Приволжском ФО? Представляется, что вопрос этот связан с существованием реальных проектов самого широкого круга, в реализации которых интеллектуальный (и человеческий) потенциал может стать капиталом, то есть принести существенную пользу своему региону и, возможно, стране.

При этом, однако, для выполнения отдельных, наиболее «интеллектоёмких» задач концентрация интеллектуального капитала необходима и эффективна при отлаженном процессе не только создания интеллектуального продукта (в широком смысле слова), но и его коммерциализации и распространения.

Не нужно забывать и об общекультурном образовании, общей эрудиции, воспитанности – т.е. о качествах, которые являются не столько человеческим капиталом с позиции трудовых отношений, сколько с более общих, гуманитарных позиций. Такой капитал принадлежит уже в большей степени не его носителю, а региону, социосфере.

Таким образом, в отношении пространственного распределения человеческого капитала можно отметить следующие особенности. Существует два «контура» циркуляции человеческого капитала: один – международный, другой – внутривосточный. Интеллектуальный капитал распределён по субъектам Приволжского ФО менее равномерно, чем человеческий капитал в целом.

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ*

Федотов Ю.Д., Кирюшин А.В., Логинова Н.Н.

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарева», г.Саранск

На условия жизни и непосредственно на здоровье общности людей любого региона существенное и постоянно увеличивающееся воздействие оказывают негативные факторы окружающей среды, возникшие в результате хозяйственной деятельности человека. Данные Всемирной организации здравоохранения свидетельствуют, что в среднем 20 % потерь популяционного здоровья населения связаны с экологическим состоянием среды проживания.

Для территории Республики Мордовия данная проблема также является актуальной. Несмотря на спад производства и осуществление за последнее время финансирования комплекса природоохранных мероприятий федерального и регионального значения экологическая ситуация здесь остается относительно неблагоприятной. На промышленных предприятиях республики образуется большое количество опасных отходов, содержащих ртуть, гальванический хлам, свинец, марганец, диоксид азота, формальдегид и другие вещества. Все это приводит к увеличению числа экологически обусловленных заболеваний. Хотя в настоящее время нельзя однозначно говорить о прямой зависимости заболеваемости населения в республике от факторов окружающей среды, (исключением являются установленные достоверные связи между превышением концентраций фтора в питьевой воде и заболеваемостью флюорозом), тем не менее, они могут провоцировать обострение многих заболеваний в группах риска.

Для территории Мордовии характерна неравномерность в размещении крупных стационарных источников, которые осуществляют значительное количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Практически на три территории – г.Саранск, Торбеевский и Чамзинский районы приходится более 77 % всех выбросов. В этих же районах зафиксировано относительно повышенное число обращений в лечебные учреждения в связи с патологиями органов дыхания – 152,2, 113,9 и 98,9 случаев на 1000 жителей соответственно (Табл.1).

Таблица 1

Заболеваемость населения по районам республики за 2000 - 2014 г.г. (на 1000 населения)

Район	Всего	Болезни системы кровообращения	Болезни органов пищеварения	Болезни органов дыхания	Болезни нервной системы	Болезни мочеполовой системы	Болезни костно-мышечной системы	Новообразования
Ардатовский	443,5	23,7	15,3	117,2	7,1	33,0	34,0	6,0
Атюрьевский	333,6	38,1	21,9	61,4	5,2	43,1	26,0	5,8
Атяшевский	483,4	22,2	19,3	91,7	8,5	26,6	58,8	15,7
Б.Березниковский	472,9	27,6	18,4	81,5	10,0	92,4	24,9	9,9
Б.Игнатовский	216,7	18,1	7,5	46,3	3,2	16,8	14,6	6,3
Дубенский	534,1	71,7	32,2	80,7	30,4	36,6	61,1	7,3
Ельниковский	439,4	27,6	11,1	52,0	19,3	57,0	39,1	4,4
Зубово Полянский	489,8	47,1	93,4	94,8	24,7	52,6	25,1	6,8
Инсарский	278,6	9,1	8,5	71,9	21,9	10,1	17,4	6,8
Ичалковской	390,1	25,0	21,2	80,6	29,7	30,4	36,0	8,1
Кадошкинский	254,6	13,5	8,7	45,8	6,4	90,7	5,0	9,5
Ковылкинский	458,2	45,1	39,1	98,4	11,1	32,1	64,4	5,3
Кочкуровский	428,2	31,1	18,4	113,9	2,9	50,0	34,2	11,8
Краснослободский	375,0	23,7	9,8	101,2	5,4	47,2	36,7	7,0
Лямбирский	429,0	39,7	13,8	112,2	11,0	34,5	34,4	12,1
Ромодановский	393,9	17,6	13,2	90,4	7,9	44,0	22,6	8,0
Рузаевский	410,2	19,9	12,7	123,5	9,8	19,6	17,1	9,7
Старошайговский	269,8	17,0	9,6	57,8	5,4	41,9	21,4	7,8
Темниковский	455,6	39,2	24,2	119,9	24,7	45,2	16,0	16,0
Теньгушевский	348,4	44,5	12,1	44,0	19,7	67,4	36,5	7,0
Торбеевский	431,4	39,6	27,5	113,9	12,7	40,7	31,8	7,9
Чамзинский	352,5	21,9	9,8	98,9	4,6	22,3	30,3	9,6
г.Саранск	639,1	25,1	12,6	152,2	13,4	59,1	33,7	15,3
Всего по РМ	510,0	29,0	21,4	117,8	13,4	46,6	33,0	11,1

Как свидетельствуют литературные данные, население, которое интенсивно подвергается воздействию загрязненного воздуха, чаще диагностируется по поводу указанных заболеваний.

Кроме того, г. Саранск является источником загрязнения и ухудшения качества атмосферного воздуха для близлежащих районов. Например, для Лямбирского района, где также отмечается значительный уровень обращаемости в лечебные учреждения в связи с заболеваниями органов дыхания (112,2 человек на 1000 жителей).

Кроме того, ухудшение ситуации со здоровьем населения связано с тем, что значительная часть жителей Мордовии использует для питьевых нужд воды, которые не соответствуют нормативным показателям по минерализации, общей жесткости, фтору, железу. В связи с этим для многих районов характерна повышенная обращаемость в лечебные учреждения по поводу заболеваний костно-мышечной и мочеполовой систем. Особенно это свойственно для Б. Березниковского, Кочкуровского районов и для г. Саранска.

По интенсивности антропогенного воздействия несомненным «лидером» практически по всем показателям выступает г.Саранск. Именно здесь наблюдается наибольшая величина техногенной нагрузки на 1км² площади. Большинство территорий города со средним и высоким уровнями загрязнения почв химическими элементами приурочены к промышленным и селитебно-транспортным функциональным зонам. Почвы жилых кварталов характеризуются аномальной концентрацией свинца, меди, цинка и др.

В связи с этим проблема потерь здоровья в связи с состоянием окружающей среды является для города очень актуальной, так как его территория самая загрязненная в республике. Для жителей столицы Мордовии

характерны повышенные показатели обращаемости взрослого и детского населения в лечебные учреждения по поводу болезней мочеполовой системы, нервной системы и органов чувств, органов дыхания, онкологических заболеваний.

Приведенные объективные данные свидетельствуют, что существует взаимосвязь между экологическими условиями проживания и повышенными показателями обращаемости территориальных общностей в лечебные учреждения. Данная взаимосвязь имеет сложный и опосредованный характер. В то же время в формировании уровня и структуры здоровья населения важную роль играют и другие факторы (экономические, социально-бытовые и т.д.). Например, для Zubovo-Polyanskogo, Kovylkinskogo, Dubenskogo районов характерны самые высокие по республике показатели заболеваемости органов пищеварения (превышение среднереспубликанских значений составляет от 1,5 до 4,3 раза).

Кроме того, одной из возможных причин повышенной обращаемости в лечебные учреждения можно назвать крайне неблагоприятную демографическую ситуацию (повышенная доля лиц пожилого возраста) в сельской местности. Так, в Темниковском и Атяшевском районах наблюдается высокий уровень злокачественных новообразований. Заболеваемость взрослого населения с диагнозом, установленным впервые на 1000 населения за 2000-2014 г. составили 16 и 15,7 соответственно, что в 1,4 раза выше среднереспубликанских параметров. В упомянутых районах доля лиц старше трудоспособного возраста составляет более 30 %, что примерно в 1,5 раза превышает средние значения по республике.

Таким образом, проведенный анализ показал, что экологическое состояние окружающей среды оказывает довольно существенное влияние на структуру и уровень здоровья населения Республики Мордовия. Оно приводит к обострению различных заболеваний, особенно в группах риска. Однако помимо негативных экологических факторов сильное влияние на уровень обращаемости жителей республики в лечебные учреждения оказывают социально-экономические, социально-демографические, бытовые и другие факторы.

* Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 15-05-02526 А)

Список литературы

1. Аникин В.В., Долгачева Т.А. Исследование содержания фтора в питьевых водах Мордовии и его влияние на здоровье населения // Научные труды SWorld. 2014. Т. 33. № 4. С. 74-78.
2. Кирюшин А.В., Кирюшин В. А. Медико-экологический анализ Республики Мордовия // Мир науки и инноваций. – 2015. – Т. 12. – С. 86-90.
3. Кирюшин А.В., Кручинкина Е.И. Федотов Ю.Д. Платность в природопользовании: платежи за негативное воздействие на окружающую среду. – Электронное издание на CD-R/ – Саранск, 2012. – 84 с.
4. Кирюшин А.В., Кирюшин В.А. Геоэкологический анализ сельскохозяйственных природно-социально-производственных систем Республики Мордовия // Научные труды SWorld. – 2014. – Т. 25. – № 2. – С.74-77.
5. Культурный ландшафт города Саранска (геоэкологические проблемы и ландшафтное планирование) / Науч. ред. и сост. А.А. Ямашкин. – Саранск: Изд.-во Мордов. ун-та, 2002. С.94.
6. Федотов Ю.Д. Окружающая среда и здоровье населения // Водные ресурсы Республики Мордовия и геоэкологические проблемы их освоения. Саранск: Изд.-во Мордов. ун-та, 1999. С. 175 -178.
7. Федотов Ю.Д., Логинова Н. Н., Кирюшин А. В. Оценка качества жизни населения Мордовии и мероприятия для устойчивого развития региона // Научные труды SWorld. – 2012. – Т. 33. – № 2. – С.33-38

СЕКЦИЯ №86.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 25.00.25)

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕКСТА ПО ТВОРЧЕСКИМ КАТЕГОРИЯМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЧАСТОТНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И АЛГОРИТМОВ РЕГРЕССИОННЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Осочкин А.А., Фомин В.В.

ФГБОУ ВПО РГПУ им. А.И. Герцена, г.Санкт-Петербург

Традиционно, преобладающее количество ценной и оперативной информации представляется на естественных языках в виде текстовых файлов, так как использование языка является естественным средством человеческого общения, не требующим специального математического или технического образования. Чтобы извлечь эту ценную информацию и формализовать до уровня оценочных критериев и компьютерных показателей, статистических, аналитических, логических и других моделей, аналитику, работающему с объемной текстовой информацией, необходимо применение современных компьютерных средств интеллектуального анализа текстовых данных – text-mining [6,7]. С помощью таких средств в автоматическом режиме решаются следующие базовые задачи анализа текстов: распознавание текстов; поиск документов; классификация и рубрикация документов, определение тематики документов и др. Технологии text-mining позволяют извлекать из текста и проводить распознавание по таким слабо-формализуемым категориям как гендерная принадлежность, возраст человека, психического состояния и т.д.

Возрастающая сложностью и ресурсоёмкость технологий обработки text-mining, переводит исследовательские акценты на попытки использования, в отличие от сложных семантических моделей алгоритмов обработки, классических методов частотно-морфологического типа на основе минимального арсенала теоретико-лингвистических изысков и формальных методах статистической обработки упрощенных словоформ [2,3].

Авторами была разработана программная система для решения задач классификации творческих текстов, манипулируя минимальным набором частотных характеристик ограниченным формализованным правилами синтаксиса русского языка и алгоритмов data-mining [1,4].

Обобщённый алгоритм анализа текстов следующий: на вход подсистемы извлечения параметров поступают текстовые файлы, для каждого из которых формируется ряд числовых характеристик. В результате генерируется таблица данных параметров частотной оценки текстов. Далее подключается модуль реализующий алгоритм регрессионных деревьев (data-mining), в рамках которого осуществляется проведение классификации на основе собранной статистической таблицы параметров.

Подсистема извлечения параметров включает в себя три главных модуля:

1. Частотный модуль. Программа собственной разработки – осуществляет первичную обработку, в ходе которой весь текст разделяется на цифры, буквы, знаки препинания, предложения и т.д. и считает их частоту употребления.

2. Модуль морфологического анализа. Морфологический анализ текста осуществляется на основе двух привлечённых библиотек: «АоТ» [7]. Набор инструментов обработки текста на естественном языке и «Solarix Engine – Словарь русского языка» [4] - используется для определения приставки, корня, суффикса, окончания и начальной формы слова.

Модуль «АоТ» определяет часть речи и различные характеристики слова (род, число, падеж, и т.д.). Если модулю «АоТ» не удастся определить, какой частью речи является слово, то используется результат определения части речи модулем «Solarix Engine».

3. Модуль формирования показателей. После обработки текста частотным и морфологическим модулями, происходит запись результатов в промежуточную таблицу. По данным обобщённой таблицы производится формирование относительных показателей текста (коэффициентов) и формирование конечной таблицы признаков (частотных, характеристических показателей) текстов.

За основу анализируемых параметров текста приняты характеристики, обладающие свойствами:

- Должны позволять проводить сравнительный анализ не только инвариантных структур различных текстов, но также сравнительный анализ различных структур текстов между собой.
- Представимы численно и желательно в диапазоне [0,1].

Параметры, обладающие вышеперечисленными свойствами, позволяют аналитику вводить свои ограничения и манипулировать разнообразными текстами, разной структуры и размера, применять множественный аппарат формальных алгоритмов статистики и интеллектуального анализа. На данном этапе извлекается 64 относительных показателя.

В качестве системы интеллектуального анализа данных были использованы алгоритмы IBM SPSS Statistic [8]. Выбор алгоритма классификации был осуществлён в пользу семейства методов «регрессионных деревьев» или «деревьев решений». Подобные алгоритмы широко используются в интеллектуальном анализе данных [7] и обладают рядом предпочтительных преимуществ, в том числе интерпретируемостью результатов и эффективным инструментом снижения пространства признаков.

В предварительном исследовании методов «деревьев решений» из набора пакета SPSS, наилучшие результаты обработки пространства признаков дал алгоритм «исчерпывающий CHAID». Поэтому он используется как основной.

В рамках апробации данной системы были проведены ряд экспериментов по определению функционального стиля и авторского стиля.

Пример результата одного из экспериментов – определение авторского стиля в прозе представлен ниже.

Эксперимент 1. Классификацию текстов «авторский стиль» представленных в Табл.1. Контрольная выборка – 40%.

Таблица 1

Набор текстов художественной литературы.

Автор	Количество произведений (текстовых фрагментов)
Ф.М. Достоевский	15
А.И. Куприн	10
Л.Н. Толстой	20
А.П. Чехов	15

Результаты классификации текстов принадлежащих одному и тому же функциональному стилю представлены ниже:

Таблица 2

Результаты анализа эксперимента.

Пример	Наблюдаемые	Предсказанные				Процент правильных
		Достоевский Ф.М.	Куприн А.И.	Толстой Л.Н.	Чехов А.П.	
Обучение	Достоевский Ф.М.	8	0	0	1	88,9%
	Куприн А.И.	0	11	0	0	100,0%
	Толстой Л.Н.	0	0	13	0	100,0%
	Чехов А.П.	0	0	0	11	100,0%
	Общая процентная доля	18,2%	25,0%	29,5%	27,3%	97,7%
Контроль	Достоевский Ф.М.	5	0	0	0	100,0%
	Куприн А.И.	0	4	0	0	100,0%
	Толстой Л.Н.	0	0	6	1	85,7%
	Чехов А.П.	1	0	0	3	75,0%
	Общая процентная доля	30,0%	20,0%	30,0%	20,0%	90,0%

Классификация прошла успешно, вероятность ошибки при этом составила 10%. В результате анализа дерево решений значительно сократило пространство параметров - определила всего 6 значимых параметра (из 64 на входе). Правила, по которым были классифицированы данные авторы:

1. Ф.М. Достоевский: («Глаголов на абзац» больше 7,7) и («Отношение числительных» меньше 0,0008) или («Наречий на абзац» больше 6,9) и («Отношение числительных» меньше 0,0008)

2. А.И. Куприн: («Глаголов на абзац» меньше 4,3) и («Отношение числительных равно 0) или («Глаголов на абзац» в интервале от 4,3 до 7,7) и («Средняя длина слова» больше 6,11) или («Наречий на абзац» меньше 2,57) и («Доля прилагательных» больше 0,11)

3. Л.Н. Толстой: («Глаголов на абзац» меньше 4,3) и («Отношение числительных больше 0) или («Наречий на абзац» меньше 2,57) и («Доля прилагательных» меньше 0,10)

4. А.П. Чехов: («Глаголов на абзац» в интервале от 4,3 до 7,7) и («Средняя длина слова» меньше 6,1) или («Глаголов на абзац» больше 7,7) и («Доля частиц» больше 0,167) или («Наречий на абзац» в интервале 2,58 до 6,8)

Результаты проведённых различных экспериментов по классификации набора текстов из разных функциональных стилей позволяют сделать вывод об их высокой достоверности распознавания и о возможности использования предложенной технологии, как одного из эффективных инструментов для классификации текстов по творческим категориям.

Благодаря использованию при анализе текста симбиоза частотного, морфологического и интеллектуального анализа, исследование позволило получить синергетический эффект для ряда задач text-mining – высокую точность распознавания слабо-формализуемой текстовой информации при незначительной ресурсоёмкости реализации алгоритмов «деревьев решений» в виде минимального набора логических правил.

Список литературы

1. Александров И.В., Фомина И.К. Разработка web-инструментария для машинного обучения в области распознавания образов // Актуальные проблемы экономики и управления. 2015. № 4 (8). С. 133-137.
2. Гальперин И.Р. Текст как объект лингвистического исследования. М.: Наука. 1981. 140 с.
3. Грамматический словарь русского языка. URL: <http://www.solarix.ru/russian-grammar-dictionary.shtml> (дата обращения: 08.03.2016)
4. Лаптев В.В., Флегонтов А.В., Фомин В.В. Организация облачного ресурса интеллектуального анализа данных // Информатизация образования и науки. 2015. № 1 (25). С. 100-115.
5. Проект АОТ (автоматическая обработка текста). URL <http://www.aot.ru> (дата обращения: 08.03.2016)
6. uClassify. URL: <https://www.uclassify.com/> (дата обращения: 08.04.2016)
7. Data-mining, Analytics, Big Data, and Data Science. URL: <http://www.kdnuggets.com/> (дата обращения: 08.04.2016)
8. IBM SPSS. URL: <http://www.predictivesolutions.ru/software/> (дата обращения: 08.04.2016)

ГЕОЛОГИЯ

СЕКЦИЯ №88.

РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА ДЕРЕВНИ ДАЙМИЩЕ (ГАТЧИНСКИЙ РАЙОН ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ) (2015)

Романова А.А., Виноград Н.А., Архангельский В.Ю.

Санкт-Петербургский государственный университет, г.Санкт-Петербург

Объектом исследования является долина реки Оредеж в районе д. Даймище Гатчинского района Ленинградской области, в окрестностях которой располагается база РГГМУ. Хорошая изученность территории обусловлена проведением летних учебных практик по гидрогеологии студентами СПбГУ и РГГМУ, в рамках которых проводятся ежегодные гидрохимические опробования подземных вод.

Исследуемый участок находится в южной части Ижорского плато. Территория характеризуется пологохолмистым рельефом. Перепады высот плавные, однако вдоль р. Оредеж на правом, коренном, берегу наблюдается обрыв, сложенный девонскими красноцветными песчаниками. Река Оредеж с многочисленными притоками дренирует территорию, является правым притоком р. Луга, впадающей в Финский залив.

Основными источниками загрязнения являются сельскохозяйственные поля, птицефабрика, животноводческие фермы, выгребные ямы, компостохранилище.

Геолого-гидрогеологическая характеристика района

На архейско-протерозойском кристаллическом фундаменте на исследуемой территории моноклинально залегает толща осадочных пород вендского, кембрийского, ордовикского, девонского и четвертичного возраста различного генезиса. Мощность осадочного чехла около 500 м (ст. Сиверская) [3].

В гидрогеологическом отношении территория находится в пределах Ленинградского артезианского бассейна второго порядка, входящего в состав Среднерусского артезианского бассейна первого порядка Восточно-Европейской гидрогеологической области [1].

На исследуемой территории вскрыты три водоносных горизонта: грунтовые воды четвертичных (Q_{III-IV}) и старооскольских среднедевонских (D_{2st}) отложений, напорный водоносный горизонт наровских (D_{2nr}) среднедевонских отложений и ордовикский (O_{1-3}) напорный водоносный комплекс.

Грунтовые воды вскрываются на изучаемой территории множеством общественных и частных колодцев, неглубоких скважин (деревня Даймище), а также каптированными родниками и пластовыми высачиваниями по обоим берегам реки Оредеж.

Левый берег террасирован, колодцами вскрываются воды пойменной террасы, сложенной современными аллювиальными отложениями, и надпойменных террас, представленных моренными бурыми супесями и суглинками (Q_{IIIgl}), а также песчаниками и песками четвертичных отложений разного генезиса [2]. В основании на глубине от 3 до 15 м залегают старооскольские красноцветные песчаники. Правый берег реки – коренной, вмещающие породы представлены красноцветными песками и песчаниками (D_{2st}), перекрытыми маломощными слоями четвертичных отложений.

Результаты летнего и зимнего гидрохимического опробования

В рамках летней гидрогеологической практики и сбора материала для написания магистерской диссертации, проводилось летнее и зимнее гидрохимическое опробование.

Некоторые результаты химического анализа грунтовых вод и двух скважин, эксплуатирующих ордовикский водоносный горизонт, представлены в Табл.1 и 2, соответственно. В целом можно сказать, что макрокомпонентный состав исследуемых вод остается стабильным по сезонам года, с небольшими колебаниями. Наблюдается изменение содержания соединений азота в некоторых точках опробования. Рассмотрим вариации химического состава подземных вод в водопунктах, где они имеют место.

Таблица 1

Время года	Содержание макрокомпонентов в грунтовом водоносном горизонте, мг/л									Общая минерализация, мг/л
	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	Fe _{общ}	
Родник у спорткафедры, база РГГМУ, правый берег реки Оредеж										
Лето	118,3	4,96	13,1	21,8	9,5	10,9	<0,05	0,3	0,03	178
Зима	132,37	4,61	13,17	20,7	10,5	15,32	0	0,1	0,09	196
Пластовое высачивание, правый берег реки Оредеж										
Лето	951,6	53,5	16,9	92	26,4	260,5	25,2	41,1	0,02	1 442
Зима	527,65	58,5	17,1	89	15	128,8	45	40	0,1	876
Родник "Нитратный", левый берег р.Оредеж										
Лето	136	31,2	27,2	37,2	30	38,5	<0,05	46,6	0,05	347
Зима	137,56	32,97	26,34	36,2	13,74	87,21	<0,05	47	0,16	329
Колодец Большой пр.81, левый берег р.Оредеж										
Лето	170,8	45,7	14,6	41,4	24,3	28,5	0,1	34	0,01	359
Зима	208	121,24	16,67	54,4	16,98	155,57	0,3	19,33	0,24	573

Таблица 2

Время года	Содержание макрокомпонентов в водах ордовикского водоносного комплекса, мг/л								Общая минерализация, мг/л
	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	NO ₃ ⁻	Fe _{общ}	
Эксплуатационная скважина поселка Батово									
Лето	463,6	26,6	25,3	86	40,8	34,6	20,4	0,01	697
Зима	405,65	10,28	9,88	15	18,6	111,6	0,32	0,4	571
Скважина базы РГГМУ									
Лето	378,2	7,4	9,05	64	28,8	23	0,19	0,02	510
Зима	381,25	6,74	9,26	60	31,8	22,73	0,32	0,56	512

Грунтовые воды.

На правом берегу правого притока р. Оредеж, наблюдался ряд выходов грунтовых вод в виде пластовых высачиваний. Они загрязнены ионом аммония. Уровень загрязнения превышает значение ПДК (2,5 мг/л) в несколько десятков раз. Это недавнее загрязнение, обусловленное, по-видимому, близостью птицефабрики пос. Батово, находящейся выше по потоку грунтовых вод. Воды пластового высачивания по преобладающим компонентам гидрокарбонатные кальциево-натриевые. Содержание иона аммония в зимний период увеличивается почти в 2 раза, превышая ПДК в 18 раз, тогда как общая минерализация несколько уменьшилась. Значения общей минерализации не характерны для естественного состава грунтовых вод территории (представлен водопунктом «родник спорткафедры»), что свидетельствует о сильном антропогенном загрязнении.

Формулы Курлова, пластовое высачивание:

$$\text{Лето 2015 г.: } M_{1,44} \frac{\text{HCO}_3^- 86}{(\text{Na}^++\text{K}^+) 63 \text{ Ca}^{2+} 25} \text{NH}_4^+ 0,025$$

$$\text{Зима 2015 г.: } M_{0,88} \frac{\text{HCO}_3^- 76 \text{ Cl}^- 15}{(\text{Na}^++\text{K}^+) 50 \text{ Ca}^{2+} 39} \text{NH}_4^+ 0,045$$

Общественный колодец в дер. Даймище (Большой пр., 81) располагается на второй надпойменной террасе и используется в питьевых целях и для полива. По преобладающим компонентам воды летней пробы – гидрокарбонатные натриево-кальциевые, зимней пробы – гидрокарбонатно-хлоридные кальциево-магниевые. Меняется и генетический тип воды – по классификации В.А. Сулина воды летней пробы относятся к гидрокарбонатно- натриевым, зимней пробы – к хлоридно-магниевым. Зимой зафиксировано снижение содержания нитратов, но сделать определенные выводы можно будет только после повторения зимнего опробования в течение нескольких лет.

Формулы Курлова - колодец Большой пр. 81:

$$\text{Лето 2015 г.: } M_{0,36} \frac{\text{HCO}_3^- 57 \text{ Cl}^- 26}{\text{Ca}^{2+} 42 (\text{Na}^++\text{K}^+) 34 \text{ Mg}^{2+} 24} \text{NO}_3^- 0,034$$

$$\text{Зима 2015 г.: } M_{0,51} \frac{\text{Cl}^- 46 \text{ HCO}_3^- 45}{(\text{Na}^++\text{K}^+) 45 \text{ Ca}^{2+} 36} \text{NO}_3^- 0,019$$

Ордовикский водоносный горизонт на исследуемой территории представлен скважиной базы РГГМУ и скважиной в поселке Батово. В эксплуатационной скважине пос.Батово по преобладающим компонентам воды летней пробы гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, зимней пробы – гидрокарбонатные магниевые-натриевые. Скважина, пос. Батово:

$$\text{Лето 2015 г.: } M_{0,69} \frac{\text{HCO}_3^- 83}{\text{Ca}^{2+} 47 \text{ Mg}^{2+} 37} \text{NO}_3^- 0,02$$

$$\text{Зима 2015 г.: } \frac{\text{HCO}_3^- 93}{(\text{Na}^++\text{K}^+) 68 \text{ Mg}^{2+} 22} \text{NO}_3^- 0,0003$$

Содержание нитратов зимой существенно снижается. Интересной особенностью зимних проб обеих скважин является большое содержание железа, которое превышает значение ПДК (0,3 мг/л). Если в скважине базы РГГМУ это может объясняться существенным снижением водопотребления и, как следствие, застоем воды в обсадных трубах, то в скважине пос. Батово, где сезонные изменения водопотребления незначительны, для выявления причин необходимы дальнейшие режимные наблюдения.

Список литературы

1. Атлас гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР / Отв. ред. Н. А. Соломатина. М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1983.

2. Бродская Н.А. и др. Методическое пособие по учебной гидрогеологической практике в поселке Даймище для студентов, обучающихся по направлению гидрометеорология. – СПб.: РГТМИ, 1977. – 70 с.
3. Игнатович Н.К. Гидрогеология Русской платформы, 1948.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ И ГРУНТОВЫХ ВОД ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ОРЕДЕЖ

Виноград Н.А., Романова А.А.

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

Объектом исследования является центральная часть долины реки Оредеж в районе д. Даймище Ленинградской области. С 2007 года в этом районе проводятся ежегодные гидрохимические опробования поверхностных и грунтовых вод. Хорошая изученность территории обусловлена проведением летних учебных практик по гидрогеологии студентами СПбГУ и РГТМУ.

Исследуемый участок находится в окрестностях базы РГТМУ в деревне Даймище вблизи поселка Батово, в 12 км на запад от железнодорожной станции Сиверская. Район исследований входит в состав Гатчинского муниципального района Ленинградской области.

В геоморфологическом отношении участок находится в южной части Ижорского плато. Для территории характерен пологохолмистый рельеф. Перепады высот плавные, однако вдоль р. Оредеж на правом, коренном, берегу наблюдается обрыв, сложенный красноцветными песчаниками.

Река Оредеж с многочисленными притоками дренирует территорию. Река берет свое начало в районе деревни Донцо, является правым притоком р. Луга, впадающей в Финский залив.

В районе исследований преобладают дерново-подзолистые и сильноподзолистые почвы. Сельскохозяйственное использование этих почв сопровождается применением различных удобрений.

Основными источниками загрязнения грунтовых и поверхностных вод являются сельскохозяйственная деятельность, птицефабрика, животноводческая деятельность, бывший скотомогильник, выгребные ямы, компостохранилище.

Геолого-гидрогеологическая характеристика района

На архейско-протерозойском кристаллическом фундаменте на исследуемой территории моноклинально залегает толща осадочных пород вендского, кембрийского, ордовикского, девонского и четвертичного возраста различного генезиса. Мощность осадочного чехла – 477 м (ст. Сиверская) [3].

В гидрогеологическом отношении территория находится в пределах Ленинградского артезианского бассейна 2 порядка, входящего в состав Среднерусского артезианского бассейна 1 порядка Восточно-Европейской гидрогеологической области [1].

Закономерное чередование в разрезе артезианского бассейна водопроницаемых и водоупорных пород предопределило формирование пространственно выдержанных водоносных горизонтов и комплексов.

На данной территории вскрыты три водоносных горизонта: грунтовые воды четвертичных (Q_{III-IV}) и старооскольских среднедевонских (D_{2st}) отложений, напорные водоносный горизонт наровских (D_{2nr}) среднедевонских отложений и ордовикский (O_{1-3}) водоносный комплекс.

Грунтовые воды вскрываются на изучаемой территории множеством общественных и частных колодцев, неглубоких скважин (левый берег р. Оредеж, деревня Даймище), а также каптированными родниками и пластовыми высачиваниями по обоим берегам.

Правый берег реки – коренной, вмещающие породы представлены красноцветными песками и песчаниками (D_{2st}), перекрытыми маломощными слоями четвертичных отложений разного генезиса. Левый берег террасирован, колодцами вскрываются воды пойменной террасы, сложенной современными аллювиальными отложениями, и надпойменных террас, представленных моренными бурыми супесями и суглинками (Q_{mgI}), а также песчаниками и песками четвертичных отложений разного генезиса. В основании на разной глубине (от 3 до 15 м) залегают старооскольские красноцветные песчаники.

Характеристика поверхностных и грунтовых вод

Река Оредеж имеет длину 192 км, русло довольно извилистое, ширина 15-20 м в среднем и до 30-40 м в нижнем течении. Глубина большей части реки 0,5-2,0 м, скорость течения 1,0-1,5 м/с [4].

Особенностью гидрологического режима реки является ее достаточно большая глубина и высокая скорость течения, поэтому значительная часть загрязняющих веществ не накапливается на дне, а сносится в дальнейшем в Балтийское море. Это подтверждается характером донных отложений [4].

Вследствие того, что район находится в верхнем течении р. Оредеж, химический состав речной воды определяется главным образом составом вод истока, и в меньшей степени – составом грунтовых вод, пополняющих речной сток. Речные воды имеют гораздо более высокую минерализацию и жесткость по сравнению с грунтовыми водами, и состав воды в районе дер. Даймище имеет больше сходства с составом воды истока (дер. Донцо), чем с грунтовыми водами.

По преобладающим компонентам воды в реке Оредеж гидрокарбонатные кальциево-магниевые. Общая минерализация – в пределах 450 – 500 мг/л, общая жесткость до 5,9 мг-экв/л. Воды пресные, пригодные к использованию в питьевых и бытовых целях. Содержание всех определенных компонентов не превышает ПДК.

Р. Оредеж, дер. Даймище (лето 2015):

$$M_{0,45} \frac{HCO_3^- 87}{Mg^{2+} 43 \quad Ca^{2+} 43} NO_3^- 0,011$$

По преобладающим компонентам воды истока реки Оредеж в деревне Донцо гидрокарбонатные кальциево-магниевые. Общая минерализация – в пределах 510 мг/л, общая жесткость 5,9 мг-экв/л. Содержание всех определенных компонентов не превышает ПДК.

Исток р. Оредеж, садоводство Донцо-2 (лето 2013):

$$M_{0,51} \frac{HCO_3^- 91}{Mg^{2+} 59 \quad Ca^{2+} 30} NO_3^- 0,019$$

Для сравнения рассмотрим воды ордовикского водоносного горизонта, на примере эксплуатационной скважины РГГМУ. По преобладающим компонентам воды горизонта гидрокарбонатные магниевые-кальциевые. Общая минерализация – в пределах 510 мг/л, общая жесткость около 5,6 мг-экв/л. Воды пресные, пригодные к использованию в питьевых и бытовых целях. Содержание всех компонентов не превышает ПДК. Воды характеризуются довольно высокой жесткостью.

Скважина базы РГГМУ (лето 2015):

$$M_{0,51} \frac{HCO_3^- 94}{Ca^{2+} 49 \quad Mg^{2+} 36}$$

Так как воды ордовикского водоносного горизонта формируют исток реки Оредеж, их химический состав определяет химический состав речной воды.

Грунтовые воды в исследуемом районе характеризуются более низкой минерализацией и общей жесткостью, чем поверхностные воды. По химическому составу воды гидрокарбонатные магниевые-кальциевые. Для них характерна общая минерализация в пределах 200-320 мг/л, общая жесткость варьирует от 1,8 до 3,5 мг-экв/л. Вода пресная, мягкая. Степень загрязнения грунтовых вод различна: на левом берегу р. Оредеж, где расположена дер. Даймище, практически повсеместно наблюдается превышение ПДК нитратов, тогда как на левом, малонаселенном берегу, сохраняется естественный состав грунтовых вод. Грунтовые воды района подробнее охарактеризованы авторами в работе [2], здесь же приведем химический состав вод наиболее типичных водопунктов на левом и правом берегу реки, соответственно:

Родник «Нитратный», дер. Даймище (лето 2015):

$$M_{0,32} \frac{HCO_3^- 53 \quad SO_4^{2-} 27 \quad Cl^- 20}{Ca^{2+} 42 \quad Mg^{2+} 30 \quad (Na^+ + K^+) 28} NO_3^- 0,047$$

Родник у спорткафедры базы РГГМУ (лето 2015):

$$M_{0,2} \frac{HCO_3^- 83}{Ca^{2+} 46 \quad Mg^{2+} 34 \quad (Na^+ + K^+) 20}$$

Довольно большое влияние на формирование режима и химического состава оказывают техногенные факторы, влияние которых по долине реки Оредеж усиливается. На изучаемом участке речной сток зарегулирован, примерно в 2 км выше по течению находится Чикинское водохранилище и плотина, регулирующая речной сток. По берегам реки имеются населенные пункты и земли сельскохозяйственного назначения, что влияет на химический состав поверхностных вод.

Выводы

Гидрохимический облик поверхностных вод определяется практически полностью составом вод истока, т.е. ордовикского водоносного комплекса, и в крайне незначительной степени – составом грунтовых вод, пополняющих речной сток. Поверхностные воды пока сохраняют удовлетворительное качество, но фиксируется

начальная степень загрязнения, главным образом, нитратами, что обусловлено активным антропогенным воздействием на водосборной площади реки.

Список литературы

1. Атлас гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР / Отв. ред. Н. А. Соломатина. М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1983.
2. Виноград Н.А., Романова А.А. Экологическое состояние грунтовых вод дер.Даймище Гатчинского района Ленинградской области. – В сборнике: Актуальные проблемы и достижения в естественных и математических науках. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2015. С. 153-156.
3. Игнатович Н.К. Гидрогеология Русской платформы. 1948.
4. Ильина Л., Грахов А. Бесценное богатство. Рассказ о реках и озерах Ленинградской области. Л.: Гидрометеиздат, 1978.

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД

Январь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы естественных и математических наук в современных условиях развития страны**», г.Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2016г.

Февраль 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные проблемы естественных и математических наук в России и за рубежом**», г.Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2016г.

Март 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы современных математических и естественных наук**», г.Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2016г.

Апрель 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные проблемы и достижения в естественных и математических науках**», г.Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2016г.

Май 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы и перспективы развития математических и естественных наук**», г.Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2016г.

Июнь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Современные проблемы математических и естественных наук в мире**», г.Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2016г.

Июль 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**О вопросах и проблемах современных математических и естественных наук**», г.Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2016г.

Август 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Информационные технологии естественных и математических наук**», г.Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2016г.

Сентябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Естественные и математические науки в современном мире**», г.Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2016г.

Октябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Основные проблемы естественных и математических наук**», г.Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2016г.

Ноябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «**Естественные и математические науки: вопросы и тенденции развития**», г.**Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2016г.

Декабрь 2016г.

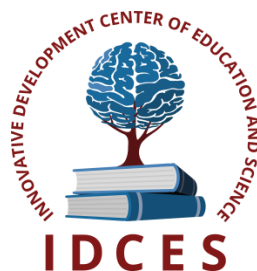
III Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития современных математических и естественных наук**», г.**Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2017г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Естественные и математические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



**Актуальные вопросы и перспективы развития
математических и естественных наук**

Выпуск III

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 мая 2016г.)**

**г. Омск
2016 г.**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 10.05.2016.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 7,3.
Тираж 250 экз. Заказ № 52.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58