

нерациональный подход к использованию природных ресурсов является достаточно актуальной проблемой, требующей для своего решения особого государственного контроля. Необходимо внесение изменения в действующий Закон «О недрах» с целью упрощения процедуры получения лицензии на использование промышленных вод, являющихся отходами на действующих горнодобывающих предприятиях.

### **Литература**

1. ЗАКОН РФ "О НЕДРАХ" от 21.02.1992 N 2395-1 (действующая редакция от 13.07.2015)
2. Бондаренко С.С., Куликов Г.В. Подземные промышленные воды. М.: Недра, 1984.
3. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТЧЁТ о выполненных гидрогеологических работах за 2014 год. Удачинский ГОК «АЛРОСА»
4. Вахромеев А.Г. Закономерности формирования и концепция освоения промышленных рассолов (на примере юга Сибирской платформы): Автореф. дис. докт. геол.-минерал. наук. М., 2009.
5. Химические товары. На мировом и Российских рынках // Бюл. иностр. коммерч. информ. 2015.
6. Известия Томского политехнического университета. 2004. Т. 307. № 7 «Селективный сорбент для извлечения лития из хлоридных высокоминерализованных рассолов» Л.Т. Менжерес, А.Д. Рябцев, Е.В. Мамылова ЗАО "ЭКОСТАР" НАУТЕХ". г. Новосибирск E-mail: kotsu@mail.nsk.ru

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ РЕЧНЫХ РУСЕЛ КАК ФАКТОРА АВАРИЙНОСТИ НА НЕФТЕГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ КИЯ**

Е.В. Иванова

Научный руководитель профессор О. Г. Савичев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия,  
E-mail: Ivanova\_Elena1007@gmail.com*

**Аннотация.** По данным гидрометрических наблюдений за период с 1955 по 1974 год, полученных на государственной сети наблюдений Российской Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, проведена оценка и долгосрочный прогноз русловых деформаций реки Кия при отсутствии данных наблюдений. Методика основана на определении параметров потока, при которых наблюдаются наибольшие деформации русла реки.

**Abstract.** Evaluation and long-term forecast of the river channel deformation Kiya is carried out in the absence of observations by standard data of hydrometric observations for the period from 1955 to 1974. Data collected at the state observing network of the Russian Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet). The technique is based on determination of flow parameters, at which the maximum river bed deformations are observed.

По территории Томской и Кемеровской областей проходит магистральный нефтепровод «Александровское – Анжеро-Судженск», который является составной частью трубопроводной системы «Восточная Сибирь – Тихий океан». Транспорт углеводородного сырья протекает в сложных природных условиях – высокой заболоченности и густой гидрографической сети. Многочисленные переходы трубопроводов через водные объекты способствуют изношенности материала труб и возникновению утечек углеводородов на поверхность. Обеспечение безаварийной работы нефтегазодобывающих предприятий является одним из важных условий развития территории. Это и определяет актуальность исследования русловых деформаций рек, через которые проходят трубопроводы.

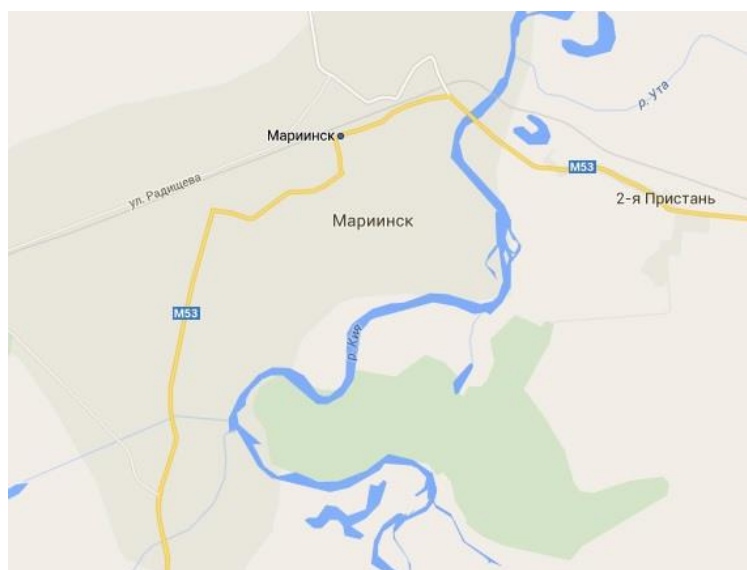
Целью работы является оценка русловой деформации реки Кия за период с 1955 по 1974 года, оценка предельно возможного вертикального размыва русла и прогноз максимально возможных плановых русловых деформаций реки на 25 лет.

Размыв русла реки под трубопроводом приводит к его просадке, что, впоследствии, приводит к отказу. Тяжесть последствий от аварии выражается через соотношение размеров водного объекта и количества попавшей в него нефти [2]. Соблюдение правил строительства и эксплуатации нефтепровода позволяет избежать утечек сырья на поверхность. При проектировании переходов нефтепровода через реки необходима оценка величины горизонтальных и вертикальных деформаций речных русел. Данная задача, в большинстве случаев, решается на основе сравнения поперечных профилей речных русел, составленных в разные годы [1, 5].

При отсутствии данных наблюдений предельно возможные горизонтальные и вертикальные деформации речных русел могут быть определены согласно [4]. Данный метод включает в себя определение ширины русла и максимальной глубины, при которых наблюдаются наибольшие русловые деформации. Для этого: 1) если имеются данные об уровнях воды, глубине, ширине потока, выбираются необходимые уровни воды (от минимального до максимального через определенный шаг). Если необходимое значение уровня воды отсутствует, оно определяется интерполяцией между соседними датами; 2) для каждого уровня определяется значение ширины русла и максимальной глубины, измеренные или интерполированные; 3) также для каждого уровня вычисляется разность максимальных и минимальных значений – амплитуда изменений плановой и вертикальной деформаций русла; 4) максимальные значения амплитуды являются деформацией речного русла.

С учетом этого автором проведена оценка горизонтальной и вертикальной деформации русла на примере реки Кия, через которую проходит трубопровод «Александровское – Анжеро-Судженск». Использовались данные, полученные на государственной сети наблюдений Российской федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

Исследуемая река берет начало в Кемеровской области, течет на северо-запад в пределах восточных склонов Кузнецкого Алатау, на территории Томской области впадает в реку Чулым. Питание реки снеговое и дождевое. Замерзание реки происходит в ноябре, вскрытие – в апреле. Территория расположена в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины, характеризуется преобладанием русловых процессов, что приводит к усилению расчлененности рельефа и увеличению твердого стока. Согласно [1], преобладающим типом руслового процесса является свободное и незавершенное меандрирование. Река у г. Мариинска показана на рисунке.



*Рис. 1. Река Кия - город Мариинск*

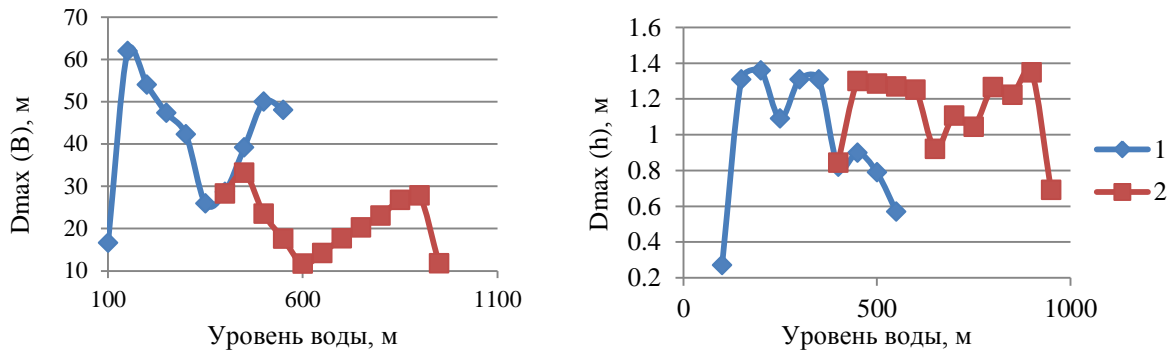
Результаты оценки русловых деформаций реки Кия в г. Мариинске и д. Окунеево представлены в таблице.

*Таблица*

*Динамика русловой деформации реки Кия*

| Водпост              | Уровень воды, м | Максимальная плановая деформация русла $D_{\max}(B)$ , м | Максимальная вертикальная деформация русла $D_{\max}(h)$ , м |
|----------------------|-----------------|--|--|
| р. Кия – д. Окунеево | 400             | 28,250   | 0,843  |
|                      | 450             | 33,174   | 1,300  |
|                      | 500             | 23,486   | 1,285  |
|                      | 550             | 17,552   | 1,269  |
|                      | 600             | 11,639   | 1,252  |
|                      | 650             | 14,164   | 0,921  |
|                      | 700             | 17,688   | 1,107  |
|                      | 750             | 20,262   | 1,045  |
|                      | 800             | 23,011   | 1,266  |
|                      | 850             | 26,765   | 1,223  |
|                      | 900             | 27,789   | 1,348  |
| 950                  | 11,756          | 0,691  |  |
| р. Кия – г. Мариинск | 100             | 16,62  | 0,27   |
|                      | 150             | 61,88  | 1,31   |
|                      | 200             | 53,96  | 1,36   |
|                      | 250             | 47,33  | 1,09   |
|                      | 300             | 42,22  | 1,31   |
|                      | 350             | 25,92  | 1,31   |
|                      | 400             | 28,63  | 0,82   |
|                      | 450             | 39,17  | 0,90   |
|                      | 500             | 49,94  | 0,79   |
|                      | 550             | 47,98  | 0,57   |

Расчеты показали, что максимальная плановая деформация русла реки Кия варьируется от 11 до 33 метров в районе д. Окунеево и от 16 до 62 метров вблизи г. Мариинска. Вертикальная деформация колеблется в пределах 0,60 – 1,4 метра.



**Рис. 2. Динамика русловой деформации реки Кия:  
1 - г. Мариинск; 2 - д. Окунеево**

На графиках видно, что максимальные плановые деформации происходят при уровнях воды в реке приблизительно 150, 500 и 850 метров. Максимальные значения вертикальной деформации русла наблюдаются при различных уровнях воды.

Оценка предельно возможного вертикального размыва русла  $Z_{lim}$  и прогноз максимально возможных горизонтальных деформаций русла  $\Delta B(T)$  проведена по формулам:

$$Z_{lim} = Z_{min} - D_{max}(h_{max}) - \delta_h \quad (1)$$

$$\Delta B(T) = T * (D_{max}(B) + \delta_B) \quad (2)$$

где  $Z_{min}$  – отметка дна реки, м;  $T$  – период времени, год;  $\delta_B$  и  $\delta_h$  – погрешности измерения ширины и глубины потока, м.

По подсчетам предельно возможный вертикальный размыв русла через 25 лет составил на отдельных участках до 1,4 метра в Мариинске, до 0,8 метра – в Окунеево. Прогноз максимально возможных плановых деформаций русла показал, что за тот же период в Мариинске деформация составила 830 метров, в Окунеево – 155 метров.

Сравнивая максимальные деформации русла реки Кия с реками таежной зоны Западной Сибири [3, 6], можно сделать вывод, что у исследуемой реки деформация развивается более интенсивно. Это объясняется отсутствием заболоченных территорий, что способствует русловой эрозии, а также торфяных месторождений. Кия более полноводная река, переносит большое количество твердых наносов.

Деформация русел на участках рек с переходами трубопроводов выше, чем на участках, находящихся в естественных условиях. Определение русловых деформаций позволяет более качественно проводить инженерные изыскания с целью проектирования переходов нефтепроводов через водотоки, так как главной задачей проектирования является обеспечение их максимальной сохранности и надежности. Значения плановых деформаций русла варьируются в широких пределах – от 11 до 62 метров, вертикальных – от 0,6 до 1,4 метра. Величина деформации зависит от уровня воды в реке, ширины потока, глубины реки, наличия перехода трубопровода на участке и др. Учет русловых деформаций при проектировании нефтепроводов на реках позволит значительно снизить количество отказов и аварий, и, как следствие, улучшит экологическую обстановку на территории деятельности нефтегазовых предприятий.

### Литература

1. ВСН 163-83. Ведомственные строительные нормы. Учёт деформаций речных русел и берегов водоёмов в зоне переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов). – М.: Госкомгидромет, 1985. – 142 с.
2. Рудаченко А.В., Саруев А.Л. Исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов: учебное пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 136 с.
3. Савичев О.Г., Решетько М.В. Методы ориентировочной количественной оценки твердого стока и русловых деформаций для равнинных рек таежной зоны Западной Сибири // Инженерные изыскания. – 2012. – № 1, С. 52 – 56.
4. Савичев О.Г., Решетько М.В. Способ измерения и долгосрочного прогноза деформации речных русел при отсутствии русловых съемок // Патент России № 2468337, 27.11. 2012.
5. Учёт руслового процесса на участках подводных переходов трубопроводов через реки. Стандарт организации. СТО ГУ ГГИ 08.29-2009. – СПб.: Нестор-История, 2009. – 184 с.
6. Savichev O. G., Reshetko M. V., Matveenko I. A., Ivanova Ye. V. Evaluation of plain river channel deformation in the absence of observation data // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 2015. Vol. 6.

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ДИФФУЗИИ В СЛАБОПРОНИЦАЕМЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

В.А. Лехов

*Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия,  
E-mail: v.lekhov@gmail.com*

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы моделирования долговременной миграции радиоактивных отходов в слабопроницаемых породах полигона захоронения Сибирского химического комбината СХК. Коэффициент диффузии определялся экспериментально в течение трех месяцев на образцах длиной 5 - 8 см. В качестве мигранта использовались растворы  $\text{NaNO}_3$  и  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  с добавками микрокомпонентов Sr, Cs, Ba, Ni, Co, La. Значения коэффициента диффузии солей макрокомпонентов, полученные по кондуктометрическим датчикам для каждого образца составляли  $4,27 \times 10^{-7}$  до  $1,40 \times 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/сут, что меньше известных значений для глин. Результаты послойного изучения образцов с помощью водных вытяжек и микрозондового химико-элементного анализа выявили несоответствие распределения концентраций макрокомпонентов по сравнению с данными, полученными по кондуктометрическим датчикам.

**Abstract.** The paper deals with the modeling of long-term migration of radioactive waste in low permeable rocks landfill Siberian chemical combine SCC. The diffusion coefficient has been determined experimentally for three months on 5 – 8 cm length samples.  $\text{NaNO}_3$  and  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  solutions used as migrants with additives microcomponents Sr, Cs, Ba, Ni, Co, La. The values of the diffusion coefficient for macrocomponent salts obtained by conductivity sensor for each sample fluctuate from  $4,27 \times 10^{-7}$  to  $1,40 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/day, which is less then known values for clays. The results of the study of layered samples using aqueous extracts and X-Ray Microprobe chemical and elemental analysis revealed a discrepancy between the distribution of concentrations of macro-components compared with the data obtained by conductivity sensors.

### Введение

Основным механизмом транспорта в подземных водах является конвективно-диффузионный перенос. Роль молекулярной диффузии в переносе загрязнения через слабопроницаемые глинистые отложения может быть преобладающей. Поэтому оценка параметров, контролирующей диффузионный перенос через слабопроницаемые отложения весьма актуальна вообще и в частности для объектов захоронения