

компания может добиться высокого уровня инновационной активности своего персонала, что благоприятно скажется на деятельности организации в целом.

Список литературы

1. Генкин Б. М. Экономика и социология труда: учеб. для вузов / 7-е изд., доп. — М. : Норма, 2007. — 448 с.
2. Сокерина С.В. Формирование активной инновационной деятельности персонала предприятия. [Электронный ресурс], 2016. Режим доступа: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/econ/2016/02/2016-02-17.pdf/> (дата обращения: 26.09.2019).
3. Экономика труда /Под ред. под ред. М.А. Винокурова, Н.А. Горелова. - СПб.: Питер, 2004. - 656 с.
4. Первакова Е. Е. Корпоративная культура как фактор роста инновационной активности персонала организации // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». 2014. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/korporativnaya-kultura-kak-faktor-rosta-innovatsionnoy-aktivnosti-personala-organizatsii> (дата обращения: 26.09.2019).
5. Публичное акционерное общество «Сбербанк России». Годовой отчет.- М., 2016. — 310 с.
6. Публичное акционерное общество «Газпром». Годовой отчет.-М.,2016. — 208 с.
7. Публичное акционерное общество «ЛУКОЙЛ». Годовой отчет.-М.,2015. — 307 с.
8. Госкорпорация «Росатом». Годовой отчет. — М.,2017. — 122 с.
9. Итоги конкурса «Лучший рационализатор» ООО «Газпром трансгаз Томск» // ООО «Газпром трансгаз Томск» URL: <https://tomsk-tr.gazprom.ru/press/news/2019/07/146380/> (дата обращения: 07.10.19).
10. Программы инновационного развития компаний с государственным участием: П784 промежуточные итоги и приоритеты / М.А. Гершман, Т.С. Зинина, М.А. Романов и др.; науч. ред. Л.М. Гохберг, А.Н. Клепач, П.Б. Рудник и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: НИУ ВШЭ, 2015. — 128 с.
11. Конкурс инновационных проектов // ЛУКОЙЛ - АО "РИТЭК" URL: <http://ritek.lukoil.ru/ru/Activities/formulauspeha> (дата обращения: 07.10.2019).

УДК 628.312.5; 546.17; 658.562.011.56

РАЗРАБОТКА ИОНОМЕТРИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИОНОВ АММОНИЯ В СТОЧНЫХ ВОДАХ

Гераскевич Алина Вадимовна^{1,2}

¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*

²*Институт мониторинга климатических и экологических систем
Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск*

E-mail: avg48@tpu.ru

IONOMETRIC SENSOR FOR AMMONIUM IONS CONTROL IN SEWAGE WATERS

Geraskevich Alina Vadimovna^{1,2}

¹*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

²*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems Siberian Branch of the Russian
Academy of Sciences, Tomsk*

Аннотация: Цель работы заключалась в создании измерительного датчика для автоматизированного потенциометрического контроля содержания ионов аммония в проточных условиях. В результате исследования разработана конструкция электрода сравнения измерительного датчика, представляющая собой ионоселективный электрод, опущенный в буфер-

ную систему с катионитом. В работе представлен потенциометрический анализ модельных растворов ионов аммония, изучено мешающее влияние температуры, а также определена стабильность предложенной системы.

Abstract: The purpose of the work was to create a sensor for automated potentiometric monitoring of the ammonium ions content in flowing conditions. As a result of the study, the reference electrode design was developed. This is an ion-selective electrode lowered into a buffer system with cation exchanger. The work presents a potentiometric analysis of ammonium ions model solutions, the study of temperature interfering effect, and system's stability determination.

Ключевые слова: потенциометрический анализ; ионы аммония; ионоселективный электрод; электрод сравнения.

Key words: potentiometric analysis; ammonium ions; ion-selective electrode; reference electrode.

Биогенные вещества, содержащиеся в сточных водах, при поступлении в поверхностные водоемы способны нанести ущерб экологической системе любого региона. В число подобных загрязнителей входит аммоний-ион, источниками которого являются сточные воды животноводческих ферм, хозяйственно-бытовые стоки, а также поверхностные стоки с полей [1]. Проблема контроля содержания данного вещества в производственных и бытовых сточных водах особенно актуальна.

Для определения содержания аммонийного азота, как правило, применяется относительно простой и доступный ионометрический метод, не требующий сложной пробоподготовки и дорогих средств измерения, а возможность быстрого получения результатов измерения обеспечивает его экспрессность [2].

Существует несколько примеров успешного использования потенциометрического метода для дистанционного анализа водных объектов [3]. Также развитие модификаций электродов сравнения позволяет встраивать их в переносные потенциометрические анализаторы [4].

Цель данной работы заключается в разработке измерительного датчика для автоматизированного потенциометрического контроля содержания ионов аммония в сточных водах. При реализации метода ионометрии в автоматическом режиме необходимо решить следующие задачи: разработать конструкцию ионометрического датчика, исследовать его стабильность и определить влияние мешающих факторов.

В ходе исследования были рассмотрены две системы, в каждой из которых использовались различные электрохимические ячейки.

Схема первой электрохимической ячейки представляет собой электрод сравнения, в качестве которого используется стеклянный электрод, и индикаторный электрод – ионоселективный электрод, чувствительный к ионам NH_4^+ .

Основным недостатком стеклянного электрода является неустойчивость потенциала, вызванная постепенным растворением AgCl с поверхности электрода и высокой поляризующей способностью [5]. Это значительно усложняет процесс автоматизации для определения содержания компонентов в водном объекте. В качестве электрода сравнения предложено использовать второй ионоселективный электрод, опущенный в раствор с постоянной концентрацией ионов аммония.

Вторая электрохимическая ячейка состоит из двух ионоселективных электродов, один из которых опущен в водный раствор со смесью двух ионитов, содержащих ионы натрия и аммония. Данная смесь используется для поддержания постоянной концентрации ионов аммония.

Для проверки работоспособности предложенных систем были измерены градуировочные характеристики в фиксированном диапазоне концентраций ионов аммония.

В экспериментах использовались растворы, содержащие от 10^{-1} до 10^{-4} моль/л ионов NH_4^+ . На рисунке 1 представлена градуировочная характеристика первой системы, на рисунке 2 – второй системы. Установлено, что обе системы показывают линейность градуировочного графика во всём исследуемом диапазоне концентраций.

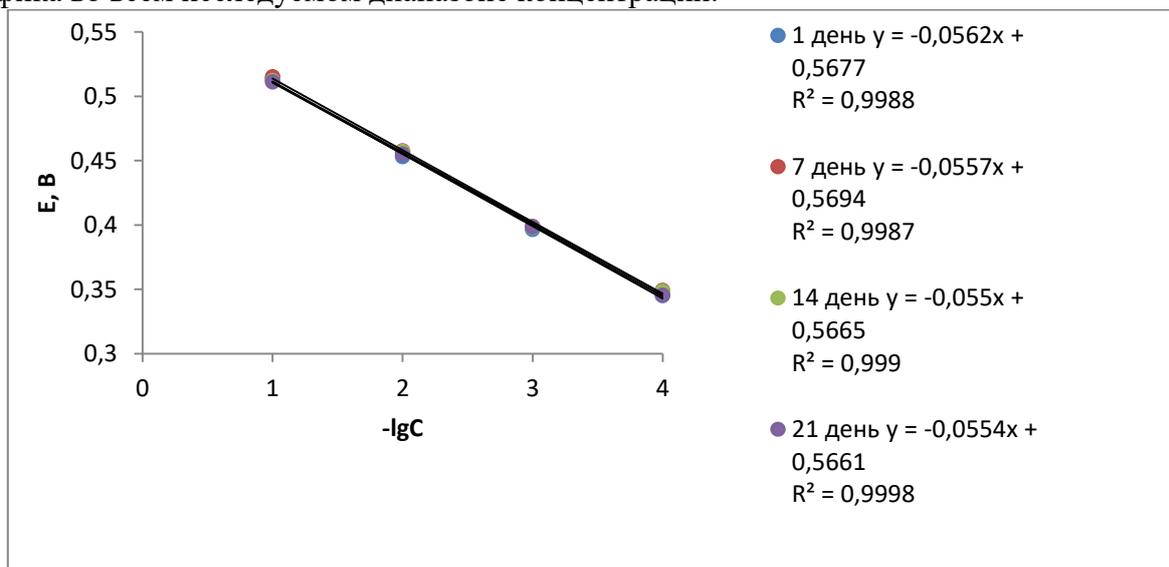


Рисунок 1 – Градуировочная характеристика системы №1

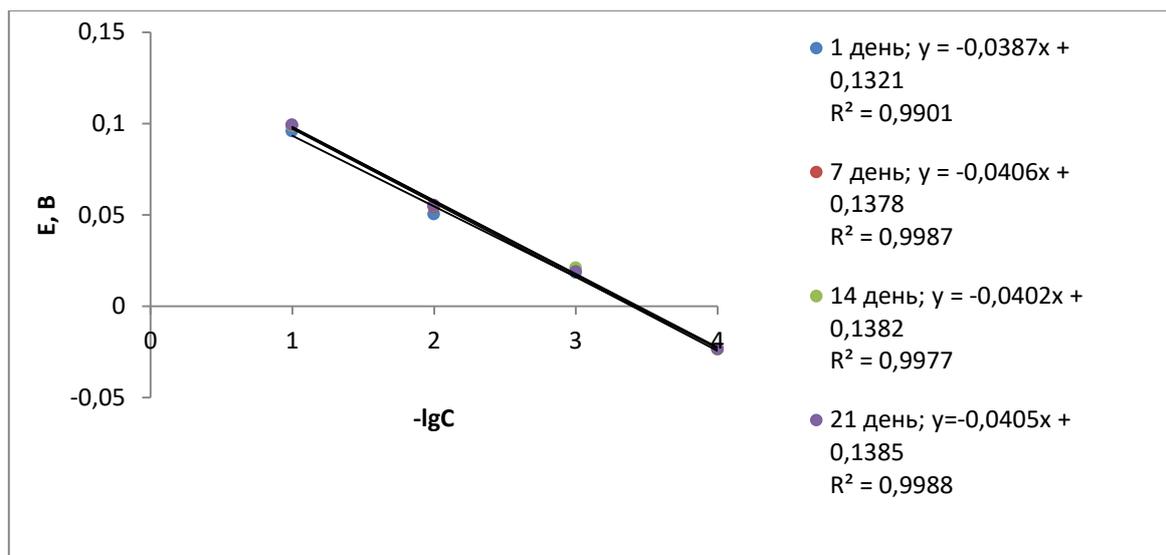


Рисунок 2 – Градуировочная характеристика системы №2

Также изучена стабильность работы исследуемой системы при постоянной концентрации в течение 12 часов. Установлено, что в течение 10 часов устанавливается постоянное значение потенциала с погрешностью, не превышающей величину 3σ . Для получения максимально точных значений необходимо проведение измерений не раньше, чем через указанный промежуток времени.

Для изучения влияния температуры на разность потенциалов исследуемой системы растворы, содержащие от 10^{-1} до 10^{-4} моль/л ионов NH_4^+ , постепенно нагревались от 10°C до 40°C в термостате, собранном в лаборатории на кафедре ЭБЖ ТПУ, и измерялась разность потенциалов. На рисунке 3 представлена зависимость потенциала от температуры при

разных концентрациях. Полученные экспериментальные зависимости удовлетворительно совпадают с теоретическими уравнениями.

Экспериментально полученные данные подтверждают необходимость учета температурного влияния в программном комплексе автоматического устройства.

Таким образом, в ходе исследования была предложена конструкция измерительного датчика для потенциометрического контроля содержания ионов аммония в проточных условиях. Особенность данной системы заключается в использовании ионоселективного электрода, опущенного в буферную систему с постоянным содержанием определяемого иона в растворе, в качестве электрода сравнения. В качестве буферной системы предлагается использовать смесь двух ионитов, содержащих ионы натрия и аммония.

Использование ионоселективного электрода, погружённого в буферный раствор с ионитом, в качестве электрода сравнения, позволяет сохранить стабильную концентрацию определяемого компонента в ячейке. Это свойство является определяющим при проведении измерений в течение долгого времени.

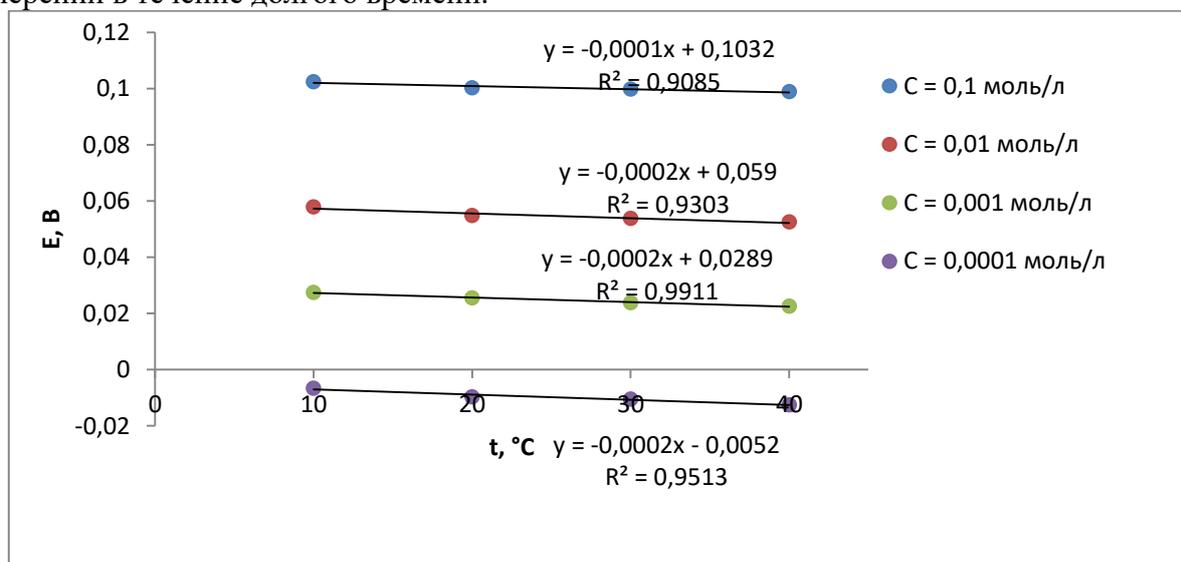


Рисунок 3 – Зависимость потенциала от температуры (система №2)

В работе показано, что предложенный потенциометрический датчик с буферной системой может использоваться для автоматизации экологического контроля широкого круга загрязняющих веществ в большом диапазоне концентраций.

Список литературы

1. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1984. – 448с.
2. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие / Ашихмина Т.Я., Кантор Г.Я. – Москва: Академический проект, 2008. – 416 с.
3. Maria Cuartero. Environmental water analysis with membrane electrodes / Maria Cuartero, Eric Bakker // Current Opinion in Electrochemistry. – 2017. – № 3. – С. 97–105.
4. Claudio Zuliani. Opportunities and challenges of using ion-selective electrodes in environmental monitoring and wearable sensors / Claudio Zuliani, Dermot Diamond // Electrochimica Acta. – 2012. – № 84. – С.29–34.
5. Никольский, Борис Петрович. Ионоселективные электроды / Б. П. Никольский, Е. А. Матерова. – Ленинград: Химия, Ленинградское отделение, 1980. – 239 с.