

- 5) навчальні та науково-дослідні установи з дослідницькими реакторами та нейтронними пришвидшувачами;
- 6) медичні та промислові підприємства, що використовують у своїй діяльності джерела іонізуючого випромінювання.

Синтез неорганічних сорбентів пов'язаний зі складними та ресурсозатратними операціями, потребує дорогого устаткування та реагентів, що істотно впливає на їх вартість та унеможливає їх застосування для вирішення проблем, пов'язаних із переробкою великих об'ємів РРВ. Зважаючи на економічні аспекти, особливої уваги заслуговують сорбенти на основі природної сировини. На основі проведених моніторингових та експериментальних досліджень ми пропонуємо класифікацію, в основі якої закладені шляхи використання природних та модифікованих природних сорбентів залежно від виду та концентрації забрудника в стічних водах (рис. 4) [8-10].



Рис. 4. Класифікація використання природних та модифікованих сорбентів у технологіях очищення стічних вод від забрудників II-IV класу небезпеки.

Висновки. За результатами моніторингу забрудників стічних вод запропоновано класифікацію використання природних та модифікованих сорбентів у технологіях очищення стічних вод від забрудників II-IV класу небезпеки, яка дає змогу вибрати не тільки оптимальний вид сорбенту для нейтралізації забрудника, але й один зі способів модифікування монтморилонітових порід з метою підвищення ступеня сорбції і відповідно зменшення вторинно забруднення навколишнього середовища відпрацьованими сорбентами.

Література

1. Зинюк О.Р. Основи колористики і хімії барвників : курс лекцій / за ред. О. Поліщука / О.Р. Зинюк. – Львів : Вид-во ЛДУ ім. Івана Франка, 1997. – 330 с.
2. Jiuhi Qu. Research progress of novel adsorption processes in water purification: A review / Qu. Jiuhi // Journal of Environmental Sciences. – 2008. – Vol. 20. – Pp. 1-13.
3. Poroikov V. Computer-aided prediction of biological activity spectra. Application for finding and optimization of new leads / V. Poroikov, D. Filimonov // Rational Approaches to Drug Design, Eds. H.-D. Holtje, W. Sippl, Prous Science, Barcelona, 2002. – Pp. 403-407.

4. Манк В.В. Про можливість використання природних дисперсних мінералів для відбілювання соняшникової олії / В.В. Манк, І.І. Марцін, Л.В. Фіалковська // Хімічна промисловість України : наук.-виробн. журнал. – 1997. – № 4. – С. 30-33.

5. Овчаренко Ф.Д. Ионный обмен и поверхностные явления на дисперсных минералах / Ф.Д. Овчаренко // В кн: Успехи коллоидной химии. – М. : Изд-во "Наука", 1973. – С. 67-77.

6. M. Maliovanu Experience of using natural dispersiblis adsorbents of Ukraine for cleaning industrial drains / M. Maliovanu, Y. Gumnitsky, M. Sannikov // Mikrozanieczyszczenia w srodowisku w swietle przepisow unii europejskiej : mater. konf. – Ustron. – 2000. – Pp. 90-93.

7. Троцький В.І. Використання хімічно – активованих цеолітів для поглинання високомолекулярних органічних сполук / В.І. Троцький, Я.М. Ханік, С.Г. Ягольник // Біотехнологія. Освіта. Наука : зб. тез II Всеукра. наук.-практ. конф. – Львів, 6-8 жовтня 2004 р. – 2004. – С. 76.

8. Petrova M.A. Sorption of Sr on Clay Minerals Modified with Ferrocyanides and Hydroxides of Transition Metals / M.A. Petrova, I.M. Krip, A.G. Flawers, T.V. Shimchuk, I.M. Petryshka // Radiochemistry. – 2008. – Vol. 50, № 5. – Pp. 502-507.

9. Петрушка І.М. Внешнедиффузионная кинетика адсорбции красителя анионного красного 8С на глауконите / И.М. Петрушка, Я.М. Гумницкий, М.С. Мальований // Теоретические основы химической технологий. – 2012. – Т. 46, № 6. – С. – 1-5-10.

10. Петрушка І.М. Сумісний помел та кислотне модифікування бентонітів з ціллю отримання сорбента для очищення рідинних середовищ від органічних забрудників. / І.М. Петрушка, М.С. Мальований // Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського". – 2012. – № 2(73). – С. 167-170.

Мальований М.С., Петрушка І.М., Мalyк Н.Ю., Петрушка К.І. Перспективність використання природних сорбентів для забезпечення екологічної безпеки водно-ресурсного потенціала держави

Определены основные направления использования природных дисперсных сорбентов для очистки сточных вод от органических красителей, растворителей и радионуклидов. Предложена классификация методов модифицирования монтморилонитовых пород в зависимости от вида и концентрации загрязнителя для нейтрализации загрязняющих веществ II-IV классов опасности.

Ключевые слова: сорбенты, адсорбция, красители, растворители, радионуклиды, экологическая безопасность.

Maloyvanyu M.S., Petrushka I.M., Malyk N.Yu., Petrushka K.I. Perspective of using natural sorbents for environmental safety vodnoresursnogo state capacity

The main uses of natural dispersed adsorbents for wastewater treatment of organic dyes, solvents and radionuclides. A classification of methods for modifying montmorillonitovuh breeds depending on the type and concentration of the pollutant to neutralize contaminants 2-4th class of danger.

Keywords: sorbents, adsorption, dyes, solvents, radionuclides, environment.

УДК 628.043

Доц. Л.В. Савчук, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ ПОБУТОВИХ СТОКІВ ВІД ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Досліджено процеси очищення стічних вод різноманітного походження від органічних сполук. Встановлено можливість використання біологічних процесів очищення: анаеробного, аноксидно-аеробного окремо, або одночасно анаеробно-аноксидно-аеробного та залежність ефективності очищення від тривалості процесу.

Ключові слова: стічні води, біологічне очищення, анаеробні, аноксидні, аеробні процеси, хімічне споживання кисню.

Вступ. Однією з найважливіших проблем сьогодення є забезпечення люду чистою питною водою. Україна належить до держав з малими запасами природної води. Близько 80 % цих запасів припадає на поверхневі води, стан яких вкрай незадовільний і з кожним роком погіршується. Це пов'язано зі скиданням у довкілля погано або цілком неочищених стоків, кількість яких дедалі збільшується. Однією з причин цього є погана робота застарілих очисних споруд або взагалі їх відсутність. Не вистачає коштів на ремонт, реконструкцію існуючих очисних споруд, а тим більше на будівництво нових. Підприємства, зокрема з перероблення сільськогосподарської продукції, не мають локальних очисних споруд, тому що їх будівництво коштує зазвичай більше, ніж спорудження і запуск самого виробництва. Тому вони, в кращому випадку, скидають сильно концентровані стоки у міські каналізаційні очисні споруди, погіршуючи їх роботу, а в гіршому – без будь-якого очищення скидають у довкілля. Ті очисні споруди, які були збудовані у 70-80-х роках минулого століття технологічно застаріли, включають тільки аеробну стадію біологічного очищення, що недостатньо для ефективного усунення зі стоків "тяжкої" органіки, вуглеводів, поверхнево активних та біогенних речовин. У багатьох державах світу для очищення комунальних та промислових стічних вод широко використовують біологічні процеси, які включають анаеробні, аноксидні та аеробні зони. Послідовність розміщення цих стадій залежить від складу стоків і вимог щодо кінцевих показників очищеної води. В Україні відсутній досвід використання анаеробних процесів для очищення таких стоків і методики розрахунків споруд для цього.

Аналіз останніх досліджень. У більшості розвинених країн світу очищення комунальних та промислово-побутових стічних вод проводять біологічними методами з використанням не тільки аеробних процесів, але й анаеробних та аноксидних [1-4]. Аеробні процеси, особливо під час оброблення концентрованих стічних вод, характеризуються такими недоліками: високі енергозатрати на аерацію, проблеми пов'язані з обробленням і утилізацією великих кількостей активного мулу, що утворюється і має низьку водовіддачу і високу вологість. В анаеробних процесах відсутні затрати на аерацію, в процесі утворюється цінний енергоносіє – метан, на кожен кілограм субстрату (за біологічним споживанням кисню) утворюється 0,1...0,2 кг мулу, 1,0-1,5 кг в аеробних умовах. Активний мул анаеробної стадії мажна високу водовіддачу, швидко сохне і може без додаткового оброблення використовувати як добриво або як додаток до харчів для тварин [5, 6]. За останні роки за кордоном розроблено і введено в дію анаеробні реактори, так званого другого покоління, які забезпечують очищення стічних вод у дуже широкому діапазоні концентрацій (за біологічним споживанням кисню від 0,3 до 100 г/дм³), тривалість їх ефективної роботи від 4 до 48 год на противагу метантенкам, які працюють до 20 діб [4].

Тому **метою роботи** є дослідження можливості використання анаеробно-аноксидно-аеробних процесів для біологічного очищення стічних вод від органічних сполук.

Методика досліджень. Дослідження процесів біологічного очищення стічних вод, які містили речовини, що легко та важко окислюються, проводили в анаеробних, аноксидних та аеробних умовах. Лабораторна установка, в якій проводили дослідження, включала циліндричні, поліетиленові бутилі, об'ємом 2 дм³, з'єднані між собою і які працювали в проточному режимі. Перший реактор, анаеробний, був повністю закритий, другий і третій, відповідно, аноксидний й аеробний були відкриті. Стічні води подавали на очищення в анаеробний реактор знизу за допомогою спеціального розподільвача, що давало змогу перемішувати активний мул, збільшуючи поверхню контактування та інтенсифікуючи процеси очищення. З анаеробного реактора частково очищена вода перетікала в аноксидний, а потім в аеробний реактори. Збільшення поверхні контактування та інтенсифікацію процесів очищення в аноксидному і аеробному реакторах здійснювали, подаючи повітря знизу, відповідно, крупно- і дрібнобубльшковими аераторами. Подачу повітря в аноксидний реактор проводили для перемішування факультативного мулу і збільшення поверхні контактування зі стоками. У цьому випадку вміст розчиненого кисню становив 0,2-0,3 г О₂/м³, тобто не перевищував 0,5 г О₂/м³ (граничне значення для аноксидних процесів). Анаеробний активний мул спеціально готували, витримуючи його протягом 100 днів у модельному розчині в анаеробних умовах. Отриманий анаеробний мул мав вигляд гранул розмірами близько 2·10⁻³ м. Активний мул для аноксидної зони витримували близько двох тижнів у модельному розчині за відсутності кисню, але ємність тримали відкритою. Весь інокулят, який використовували в дослідженнях, готували з активного мулу аеротенків Львівських міських очисних споруд. У пусковий період концентрація біомаси за сухою речовиною дорівнювала 15,6-12,2 г на 1 дм³ реактора. Процеси очищення стоків у анаеробних умовах тривали від 1 до 12 год, проби відбирали щогодини й аналізували. Дослідження проводили на модельних розчинах, які готували розведенням молочної сироватки, що містила білки, жири і вуглеводи, відстоюною водопровідною водою. Для швидкого розвитку мікроорганізмів у модельний розчин додавали NaNO₃ і K₂HPO₄. Ефективність очищення оцінювали за хімічним показником кисню (ХСК), який визначали за загальноприйнятими методиками [7,8]. Концентрацію органічних речовин на вході в реактор змінювали у межах 300-4000 мг/дм³. Витрата модельного розчину становила 7,2-36 дм³/добу. Гідравлічне навантаження на один реактор складало 3,6...10,8 м³/м²·добу.

Результати досліджень. Пусковий період роботи лабораторної установки в аноксидній та аеробній зонах для слабо концентрованих стоків (300-500 мг/дм³) тривав близько 15 днів, а для стоків з високою концентрацією забруднювальних речовин (500-4000 мг/дм³) – 30 днів. В аеробній зоні адаптація тривала, відповідно, приблизно 30 і 60 днів. У цей період значення показників якості очищення (ХСК, БСК, вміст сполук Карбону, Нітрогену, Фосфору) дуже коливалися, що не давало змоги визначати характеристики процесу та зробити висновки щодо ефективності очищення. Після двох місяців роботи, дослідна установка запрацювала більш-менш стабільно.

Через відсутність даних щодо впливу навантаження за органічними забрудниками на тривалість анаеробного очищення (для нашого конкретного

модельного розчину) в стаціонарному режимі ми провели ці дослідження. Отримані результати наведено на рисунку.

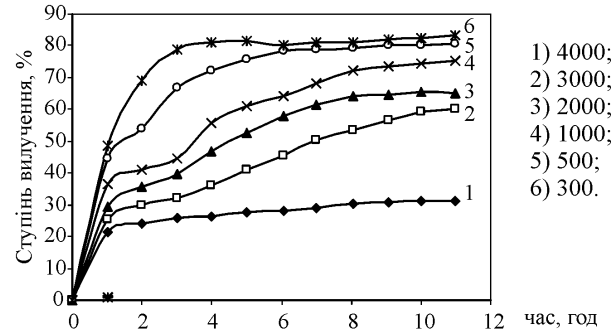


Рис. Залежність ступеня вилучення органічних речовин від тривалості процесу для стічних вод з різним початковим значенням ХСК (г О₂/м³)

Як видно з наведеного рисунка, концентровані стічні води потребують значно більшого часу для досягнення більш-менш задовільного ступеня очищення. Якщо за 12 год для стоків з ХСК > 4000 г О₂/м³ ступінь вилучення становив ~ 25 %, то для менш концентрованих стоків (ХСК = 3000-1000 г О₂/м³) за цей же час можна було досягнути 50-65 % вилучення органічних забрудників. Очищення стічних вод з ХСК = 300 і 500 г О₂/м³ відбувається значно енергійніше і вже протягом перших двох годин ступінь вилучення становить > 50 % для стоків з ХСК = 500 г О₂/м³ і ~ 70 % для стоків з ХСК = 300 г О₂/м³. За 6-годинного очищення, для стоків з ХСК = 500 г О₂/м³, і 4-годинного очищення, для стоків з ХСК = 300 г О₂/м³ досягали ступеня очищення понад 80 %. Збільшувати тривалість процесу для стоків з такою концентрацією економічно не доцільно, тому що з кожною додатковою годиною кількість забрудника зменшується на 1-2 %. Як видно з наведеного рисунка, після двогодинного очищення практично для всіх досліджуваних модельних розчинів, крім цього, що має найнижче значення ХСК (300 г О₂/м³), спостерігаємо сповільнення процесів руйнування забрудників. Тривалість цього процесу є різною: для розчину з ХСК = 4000 г О₂/м³ – деструкція сповільнюється після двогодинного інтенсивного очищення, протягом наступних 10 год ступінь вилучення змінюється в межах 1-5 %; з ХСК = 3000 г О₂/м³ – триває 3 год; з ХСК = 2000 г О₂/м³ і 1000 г О₂/м³ – близько 2 год, а для стоків з ХСК = 500 г О₂/м³ 1 год. Під час анаеробного очищення стічних вод з показником ХСК = 300 г О₂/м³ це явище не спостерігаємо. Наявність такої залежності у зміні ХСК для концентрованих стоків може свідчити про те, що вони містять речовину або речовини, які погано піддаються біологічній деструкції. Чим вища концентрація цих забруднювальних речовин, тим вони гірше руйнуються присутнім біоценозом і потребують тривалішого анаеробного очищення.

Отже, враховуючи отримані результати, для руйнування важкої органіки мінімальний час перебування стічних вод у анаеробній зоні становить близько двох годин. Тому наступні дослідження проводили на описаній вище лабораторній установці у проточному режимі з витратою модельного розчину 7,2-36 дм³/добу. Тобто тривалість перебування розчину в анаеробній,

аноксидній та аеробній зонах становить від 6,5 до 1,2 годин, сумарний час дослідів – від 19,5 до 3,6 годин. Результати досліджень наведено в табл.

Як видно, найкраще очищаються стоки з вмістом органічних забрудників 300 і 500 г О₂/м³ за найменшої витрати (7,2 м³/добу). У цьому випадку, більша частина забрудників видаляється в анаеробній зоні, в аноксидній зоні відбуваються процеси доокиснення летючих жирних кислот і процеси денітрифікації. В аеробній зоні відбуваються процеси нітрифікації і дефосфатації. Органічні сполуки в аеробній зоні практично відсутні.

Для більш концентрованих стоків за забрудниками, в анаеробній зоні спостерігаємо не високий ступінь вилучення навіть за низьких витрат стічних вод. З підвищенням витрати значно зменшується час перебування стічних вод у цій зоні і, відповідно, ступінь вилучення забрудників. Підвищення вмісту у стічних водах домішок і збільшення витрати супроводжується погіршенням якості очищення.

В аноксидній зоні за відсутності кисню, процеси окиснення органічних домішок здійснюються киснем, який зв'язаний з оксидами Нітрогену, вуглецю тощо. Деструкція органічних домішок залежить від тривалості перебування субстрату в цій зоні. За вищих концентрацій субстрату і сполук Нітрогену та Карбону процес відбуватиметься інтенсивніше, за їх відсутності та зменшення тривалості процесу, він практично не протікатиме. Це видно з результатів досліджень, які наведено у табл.

Табл. Залежність ступеня вилучення органічних забрудників для різної витрати стічних вод від їх вмісту

Хімічне споживання кисню, г О ₂ /м ³ , (початкове)	Ступінь вилучення забрудників для різних витрат, %				
	витрати, м ³ /добу				
	7,2	14,4	21,6	28,8	36
Анаеробна зона					
300	77	73	61	52	34
500	69	63	53	46	29
1000	54	41	37	34	25
2000	46	36	32	24	18
3000	39	26	22	18	12
4000	24	19	16	11	7
Аноксидна зона					
1	2	3	4	5	6
300	88	79	81	78	73
500	82	80	81	72	68
1000	23	24	22	8	7
2000	20	18	15	6	7
3000	18	14	15	7	6
4000	14	10	10	6	5
Аеробна зона					
300	6	4	5	4	4
500	8	6	4	4	4
1000	53	46	23	26	21
2000	48	42	22	21	19
3000	47	43	20	22	17
4000	49	44	26	23	16

В аераційній зоні за відсутності органічних домішок відбуваються процеси нітрифікації, тобто амонійний нітроген окиснюється до нітритів і нітратів. Це спостерігаємо для стічних вод, які практично не містять органічних сполук, або їх вміст низький ($X_{CK} = 300 \dots 500 \text{ г O}_2/\text{м}^3$). Ступінь вилучення органічних домішок малий, оскільки їх залишкові кількості незначні, а процес окиснення зводиться до нітрифікації. Підвищення вмісту органічних домішок супроводжується зростанням ступеня вилучення, який є найвищим для малих витрат стоків – $7,2\text{-}21,6 \text{ м}^3/\text{добу}$. Підвищення витрати стоків пов'язане зі зменшенням часу перебування стоків в аераційній зоні і, відповідно, зменшенням ступеня вилучення органічних домішок.

Висновки. Проведені дослідження дають змогу стверджувати, що під час очищення низькоконцентрованих стічних вод стадія анаеробного очищення потрібна для деструктуризації тяжкої органіки (вуглеводів, гетероциклічних речовин, нафтопродуктів тощо), поверхнево активних речовин і тяжких металів. Залежно від виду і вмісту цих забрудників, тривалість цього процесу від 2 до 4 год. Аноксидна зона для таких стоків не є обов'язковою. Процеси нітрифікації, у цьому випадку, можна здійснювати в анаеробній зоні або на іммобілізованій мікроорганізмами насадці аераційної камери. Концентровані стічні води потрібно очищати у двоступеневих анаеробних та аноксидних реакторах, а завершувати процес потрібно аеруванням. Для збільшення поверхні контактування і, відповідно, ступеня вилучення необхідно підібрати спеціальну конструкцію анаеробних і аноксидних реакторів, які б забезпечували максимальну інтенсифікацію цих процесів.

Література

1. Мишуков Б.Г. Удаление азота и фосфора на очистных сооружениях городской канализации / Б.Г. Мишуков, Е.А. Соловьева // Вода и экология: проблемы и решения : прилож. к журналу, 2004. – 72 с.
2. Хенце М. Очистка сточных вод / М. Хенце, П. Армоз, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван. – М. : Изд-во "Мир", 2004. – 480 с.
3. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М. : Изд-во АКВАРОС, 2003. – 512 с.
4. Henze M. Hydrolysis of Particulate Substrate by Activated Sludge under Aerobic, Anoxic and Anaerobic Conditions / M. Henze, C. Mladenovski // Water Res. – Vol. 25. – Pp. 61-64.
5. Калюжный С.В. Анаэробная биологическая очистка сточных вод / С.В. Калюжный, Д.А. Данилович, А.Н. Ножевникова // Итоги науки и техники. – Сер.: Биотехнология. – М. : ВИНТИ. – 1991. – Вып. 29. – 187 с.
6. Münch E.V. A survey of fermenter design, operation and performance in Australia and Canada / E.V. Münch, F.A. Koch // Water Sci. Technol. – 1999. – Vol. 39(6). – Pp. 105-112.
7. Унифицированные методы анализа воды / под ред. Ю.Ю. Лурье. – М. : Изд-во "Химия", 1973. – 376 с.
8. Методика визначення хімічного споживання кисню (X_{CK}) в поверхневих і стічних водах: КНД 211.1.4.021-95. – Метрологічне забезпечення / Офіц. вид. – К. : Мін-во охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, 1995. – 17 с.

Савчук Л.В. Исследование процессов очистки бытовых стоков от органических соединений

Исследованы процессы очистки сточных вод различного происхождения от органических соединений. Установлена возможность использования биологических процессов очистки: анаэробного, аэробного в отдельности, или совместно анаэробно-аноксидно-аэробного, а также зависимость эффективности очистки от продолжительности процесса.

Ключевые слова: сточные воды, биологическая очистка, анаэробные, аноксидные, аэробные процессы, химическое потребление кислорода.

Savchuk L.V. Investigation of domestic wastewater treatment processes of organic compounds

Investigated the process of wastewater treatment of various origins of organic compounds. The possibility of the use of biological treatment processes: anaerobic, aerobic separately or together anoxic-anaerobic-aerobic, and the dependence on the duration of treatment efficiency process.

Keywords: wastewater, biological treatment, anaerobic, anoxic, aerobic processes, chemical oxygen demand.

УДК 332.33:502.35:63

Аспір. А.В. Андрущенко¹ –

НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ НА ЗЕМЛЯХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Проаналізовано сучасний стан використання земель сільськогосподарського призначення, розглянуто класифікацію землеохоронних заходів, подано пропозиції для удосконалення системи природоохоронних заходів на землях сільськогосподарського призначення.

Ключові слова: охорона земель, моніторинг, екологічна мережа, ерозійні процеси, водна і вітрова ерозія, деградовані і малопродуктивні землі.

Вступ. Конституційні положення щодо охорони земель деталізуються в нормах земельного законодавства. Узагальнені вимоги щодо охорони земель сконцентровано у Земельному кодексі України (розділ IV), а у статті 162 ЗКУ подано визначення поняттю "охорона земель". Завданням охорони земель є забезпечення збереження та відтворення земельних ресурсів, екологічної цінності природних і набутих якостей земель.

Постановка завдання. Об'єктивний аналіз стану земель сільськогосподарського призначення свідчить про інтенсивний розвиток деградаційних процесів, надмірну розораність, порушення нормативів оптимального співвідношення земельних угідь в агроформуваннях. Аби уникнути цих негативних явищ, потрібно запровадити дієві землеохоронні заходи. Для цього необхідно застосувати на державному рівні такий ефективний спосіб, як стимулювання власників земельних ділянок і землекористувачів до раціонального використання і охорони земель шляхом компенсаційних заходів.

Результати дослідження. Законом України "Про охорону земель" (ст. 22) деталізується система заходів у галузі охорони земель, яка охоплює: державну комплексну систему спостережень; розробку загальнодержавних і регіональних (республіканських) програм використання та охорони земель; документацію із землеустрою щодо охорони земель; створення екологічної мережі; здійснення природно-сільськогосподарського, еколого-економічного, протиерозійного та інших видів районування (зонування) земель; економічне стимулювання впровадження заходів щодо охорони та використання земель і підвищення родючості ґрунтів; стандартизацію й нормування [1].

¹ Наук. керівник: проф. Г.К. Лоїк, канд. екон. наук