

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Сучасні технології
та методи розрахунків у будівництві
Збірник наукових праць

Випуск 8

Луцьк – 2017

У збірнику висвітлюються результати експериментально-теоретичних досліджень будівельних матеріалів і конструкцій, технологій їхнього виготовлення та експлуатації, теорії опору елементів будівельних конструкцій зовнішнім впливам, методів їхнього розрахунку.

Призначений для наукових працівників, спеціалістів проектних установ і виробничих підприємств будівельної галузі, докторантів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів.

Редакційна колегія:

Головний редактор - **Шваб'юк В.І.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ);

Заступник редактора - **Максимович В.М.**, д.ф.-м.н., професор (Луцький НТУ);

Відповідальний секретар - **Андрійчук О.В.**, к.т.н. (Луцький НТУ);

Бабич Є.М., д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування); **Белятинський А.О.**, д.т.н., професор (Національний авіаційний університет); **Богаткевич Януш**, доктор інженерії (Люблінська політехніка, Польща); **Бондарський О.Г.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Делявський М.В.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ); **Жданюк В.К.**, д.т.н., професор (Харківський національний автомобільно-дорожній університет); **Іванченко Г.М.**, д.т.н., професор (Київський національний університет будівництва і архітектури); **Карась Славомір**, доктор інженерії (Люблінська політехніка, Польща); **Максимович О.В.**, д.т.н., професор (НУ "ЛП"); **Наумов В.С.**, д.т.н., професор (Краківська політехніка, Польща); **Пастернак Я.М.**, д.ф.-м.н., доцент (Луцький НТУ); **Пустюльга С.І.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ); **Савенко В.Я.**, д.т.н., професор (Національний транспортний університет); **Солодкий С.Й.**, д.т.н., професор (Національний університет "Львівська політехніка"); **Трач В.М.**, д.т.н., професор (НУВГП); **Ужегова О.А.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ).

Технічний секретар - **Ужегов С.О.**

Зареєстрований Державною реєстраційною службою України (свідоцтво серія КВ, № 20340-10140Р від 31.05.2013 р.).

Включений Міністерством освіти і науки України до переліку наукових фахових видань України (Наказ МОН України, № 747 від 13.07.2015 р.).

Матеріали збірника рекомендовані до друку на засіданні Вченої ради Луцького НТУ (протокол № 5 від 29 грудня 2017 р.).

Адреса редакції: 43018, м. Луцьк, вул. Потебні, 56, Луцький НТУ, кафедра "Будівництво та цивільна інженерія", e-mail: Zbirnukfbd@gmail.com,

<http://bf.lntu.edu.ua/fakultet/zbirnuk.html>, телефон (0332) 26-24-60.

УДК 69.001.5

**РОЗВИТОК БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ ЛІВІЇ НА ПРИКЛАДІ
РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ «ВЕЛИКА РУКОТВОРНА РІКА»**

**DEVELOPMENT OF LIBYA BUILDING INDUSTRY ON
EXAMPLE THE REALIZATION PROJECT OF
«LARGE RUKOTVORNA RIVER»**

**Андрійчук О.В., к.т.н., доцент, Шимчук О.П., к.т.н., доцент,
Узегов С.О., асистент, Коукла Алмуетасім, магістр (Луцький НТУ),
Куницький С.О., к.т.н., с.н.с. (НУВГП),**

**Andriichuk O.V., Ph.D., associate Professor, Shymchuk O.P., Ph.D.,
associate Professor, Uzhehov S.O., assistant, Koukla Almuetasim, master's
degree, (Lutsk National Technical University, Lutsk), Kunitskyi S.O.,
Ph.D., senior research fellow (National University of Water and
Environmental Engineering, Rivne),**

У статті наведено відомості та показники будівельної галузі в Лівії протягом 1970 – 2016 років. Проведено їх порівняння з сусідніми країнами та провідними державами в світі. Можливості галузі продемонстровано на основі реалізації проекту – «Велика рукотворна ріка».

The article provides general information and economic indicators of building industry in Libya during 1970-2016. Their comparison with the neighboring countries and the leading developed countries of the world has been carried. The implementation of an extremely ambitious project is described in detail – «Large Rukotvorna River», setting of what - providing of all territory of Libya a drinking-water. It was the largest irrigation project in the history of humanity.

The enormous system of pipes and aqueducts, that includes also over 1300 mining holes in over 500m depth, supplies with cities Tripoli, Benghazi, Sirt and other, supplying with a 6 500 000 m³ of drinking-water in a day. It is worth noting, that despite the very adverse natural and climatic factors in Libya, building industry of this country is ready for the implementation of extraordinary technically challenging projects.

Ключові слова: Лівія, будівництво, вода

Keywords: Libya, construction, water

При площі 1 759 541 км², 90% якої займають пустелі, Лівія - четверта за площею країна Африки та 16-та в світі. У столиці, Тріполі, проживає 1,7 мільйона з 6,3 мільйона лівійців. Лівія традиційно ділиться на три частини: Тріполітанія (Зх), Кіренаїка (Сх) і Феццан (Пд) [1].

Основний вид транспорту в Лівії – автомобільний. Загальна протяжність автомобільних доріг Лівії з твердим покриттям понад 47,6 тис км. Лівія має понад 50 аеродромів із твердим покриттям. Міжнародні аеропорти – Тріполі, Сірт, Бенгазі. Для країни з площею 1,8 млн км², авіація є незамінним видом транспорту.

Важливу роль у транспортному обслуговуванні Лівії відіграє морський транспорт. Головним портом країни є Тріполі, також важливу роль відіграють порти Бенгазі, Аль-Байда, Дерна і Тобрук. Власний вантажний морський флот Лівії налічує 26 суден, в тому числі 12 танкерів.

Специфіка розвитку будівельної галузі в країнах Африки має свої особливості. Так в табл. 1-3 проведено співставлення та порівняння даних про будівництво в Лівії та сусідніх країнах.

Таблиця 1

Будівництво в Лівії та сусідніх країнах, порядок відношення до показника Лівії						
Країна	Рік					
	1970	1980	1990	2000	2010	2015
Алжир	0.21	0.17	0.50	0.13	0.40	1.6
Єгипет	-0.080	-0.40	-0.039	0.17	0.17	1.6
Судан	-0.77	-0.90	-0.52	-0.81	-0.30	0.93
Туніс	-0.46	-0.72	-0.57	-0.49	-0.52	0.65
Чад	-1.1	-1.8	-1.1	-1.5	-1.1	0.093
Лівія	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Нігер	-1.3	-1.3	-1.5	-1.9	-1.6	-0.27

Таблиця 2

Будівництво на душу населення в Лівії та сусідніх країнах,
відношення до показника Лівії

Країна	Рік					
	1970	1980	1990	2000	2010	2015
Алжир	0.23	0.24	0.54	0.23	0.44	7.1
Єгипет	0.051	0.029	0.071	0.12	0.11	2.6
Туніс	0.15	0.096	0.14	0.18	0.18	2.5
Судан	0.026	0.021	0.051	0.024	0.068	1.3
Лівія	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Чад	0.050	0.011	0.060	0.022	0.042	0.55

Таблиця 3

Будівництво на душу населення в Лівії та в країнах лідерах,
відношення до показника Лівії

Країна	Рік					
	1970	1980	1990	2000	2010	2015
Китай	1.2	0.65	0.95	1.4	1.8	3.3
США	2.4	1.7	2.1	2.2	1.9	3.2
Японія	1.8	1.5	2.2	2.1	1.7	2.8
Індія	1.1	0.46	0.94	0.99	1.3	2.6
Великобританія	1.6	1.1	1.6	1.5	1.3	2.6

Залізниця в Лівії були закриті в 1965 році, і протягом кількох наступних десятиліть залізниць в країні не було. В даний час є ряд

проектів з відтворення залізничної мережі. Ведеться будівництво залізниці від Тріполі до кордону з Тунісом (відкриття лінії було заплановано ще на 2009 рік). У червні 2008 року почалося будівництво лінії Тріполі - Сирт, а 30 серпня 2008 року розпочато будівництво 554-кілометрової лінії від Сирта до Бенгазі. У перспективі планується прокласти залізницю вздовж усього узбережжя: від кордону з Тунісом до кордону з Єгиптом, а також побудувати Транс-сахарську залізницю в Нігер.

Розвиток будівельної галузі Лівії, її результативність і вклад у зростання економіки країни можна проаналізувати на основі табл. 4.

Таблиця 4

Економічні показники будівельної галузі в Лівії
протягом 1070 – 2016 років

Рік	млрд \$	\$ на 1 людину	млрд \$	ріст	% буд в екон	доля Лівій		
	Поточні ціни		Постійні ціни, 1970 р.			Світ	Африка	Пн. Африка
1970	0.23	107.0	0.23		5.8	0.11	3.7	21.6
1971	0.30	136.6	0.21	-5.7	6.2	0.12	4.4	24.9
1972	0.51	221.7	0.24	10.6	8.8	0.18	5.9	30.6
1973	0.80	332.5	0.24	0.36	10.2	0.23	7.7	35.4
1974	42767	465.5	0.29	21.0	8.6	0.30	9.1	38.9
1975	42826	515.3	0.32	11.1	10.1	0.30	8.2	33.5
1976	42887	586.3	0.35	10.8	9.3	0.34	7.9	31.3
1977	42979	658.7	0.39	9.6	9.2	0.35	8.2	30.6
1978	42737	718.7	0.41	6.0	10.6	0.33	8.3	28.2
1979	42796	735.8	0.42	1.4	8.2	0.31	7.9	26.8
1980	42980	911.3	0.48	16.4	7.8	0.36	8.3	28.0
1981	42738	938.9	0.49	0.90	9.6	0.39	8.9	29.8
1982	42949	824.2	0.44	-10.9	8.9	0.37	8.8	26.0
1983	42918	762.4	0.41	-5.7	8.7	0.36	8.9	24.0
1984	42888	712.4	0.39	-4.6	9.3	0.35	9.5	21.9
1985	42980	744.9	0.42	7.0	9.6	0.38	11.1	22.0
1986	42979	468.2	0.37	-11.5	7.7	0.20	7.4	12.9
1987	42917	427.2	0.32	-14.7	7.7	0.17	7.4	12.7

1988	42917	402.7	0.34	7.8	5.9	0.14	7.5	13.7
1989	42948	416.2	0.36	6.5	5.9	0.14	7.8	14.5
1990	2.0	457.9	0.38	4.3	5.8	0.14	8.2	15.9
1991	42796	503.5	0.44	16.5	5.9	0.16	10.2	21.1
1992	42827	522.8	0.42	-5.8	5.9	0.16	10.1	20.3
1993	42768	472.6	0.42	0.24	6.0	0.14	9.3	18.0
1994	2.0	427.7	0.43	3.3	5.9	0.12	9.1	17.5
1995	42917	338.9	0.36	-16.4	5.2	0.095	7.2	14.2
1996	42768	447.3	0.48	32.0	6.4	0.13	9.4	18.6
1997	42768	435.7	0.46	-4.1	6.1	0.13	8.9	17.5
1998	42768	427.9	0.43	-5.9	6.6	0.13	8.4	15.9
1999	42857	477.7	0.47	9.0	6.7	0.15	9.6	18.0
2000	42980	536.4	0.58	24.2	7.0	0.16	10.9	20.5
2001	42857	468.3	0.61	4.9	7.0	0.15	9.9	17.9
2002	42856	276.0	0.72	17.3	6.3	0.085	5.9	11.3
2003	42826	246.4	0.63	-12.0	4.7	0.068	4.6	9.7
2004	42917	290.1	0.69	9.1	4.4	0.071	4.5	10.1
2005	42737	353.5	0.81	17.5	4.0	0.081	4.6	10.7
2006	42827	403.3	0.87	7.6	3.9	0.085	4.5	10.8
2007	42738	515.1	1.0	16.4	4.4	0.097	4.7	11.3
2008	42982	800.2	42767	16.3	5.1	0.14	6.1	14.6
2009	6.0	973.7	42795	9.0	8.7	0.18	7.3	16.5
2010	42831	1 016.3	42826	5.8	7.8	0.18	6.6	15.6
2011	42736	180.8	0.28	-79.0	2.8	0.029	1.1	2.9
2012	42826	225.9	0.99	249.1	1.5	0.035	1.2	3.5
2013	42736	181.1	0.45	-54.8	1.5	0.027	0.89	2.6
2014	0.71	113.8	0.31	-30.5	1.5	0.017	0.52	1.5
2015	0.41	65.7	0.30	-2.6	1.5	0.010	0.32	0.91

В пустельних районах південної Лівії існує велика рукотворна річка – складна мережа іригаційного водопроводу, визнана Книгою рекордів Гіннеса в 2008 році найбільшим іригаційним проектом в світі. Кола рукотворних оазисів, що розкидані по посушливих

регіонах і пустельному узбережжі - це результат дії поливальних машин, підключених до іригаційної системи.

У 1953 році, в ході геолого-розвідувальних робіт з пошуку нафтових родовищ, в південній Лівії були виявлені гігантські підземні запаси питної води, після чого в 60-х роках виникла ідея побудови в цьому районі іригаційної системи.

Роботи по проекту «наступу» на пустелю Сахара розпочалися в 1984-му році. Величезна іригаційна система включила в себе понад 1300 колодязів глибиною від 1 до 3 км, з яких вода доставляється на поверхню і поширюється по великим каналах. Діаметр кругових полів, над якими обертаються поливні машини, варіюються від кількох сотень метрів до 3 км.

Проект «Велика рукотворна ріка» – складна мережа побудованих водоводів, що забезпечувала в Лівії пустельні райони і узбережжя водою з Нубійського водоносного шару (рис. 1) [2].

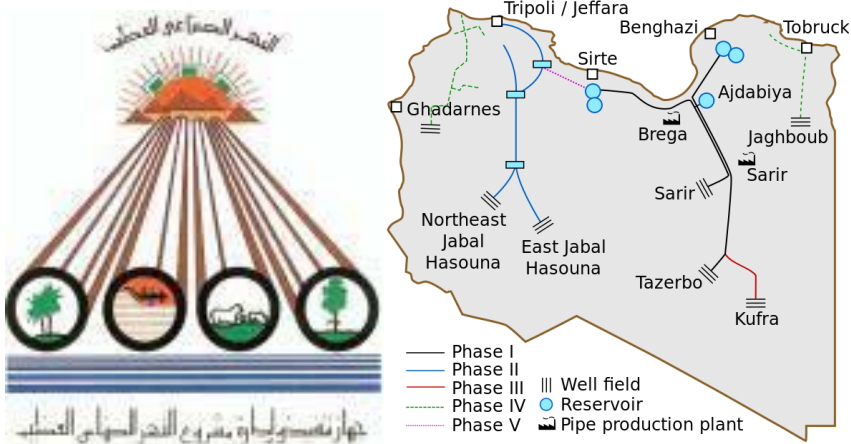


Рис. 1. Емблема та схема проекту «Велика рукотворна ріка»

Це був наймасштабніший іригаційний проект за всю історію людства. Ця величезна система труб і акведуків, що включає також понад 1300 свердловин, постачає міста Тріполі, Бенгазі, Сирт та інші, поставляючи 6 500 000 м³ питної води в день.

У 1960-х з'явилися плани з будівництва іригаційної системи, безпосередні ж роботи по проекту почалися в 1984-му. У 1984 році почалася перша фаза проекту [3]. Реалізовувалася вона південно-корейськими фахівцями за новітніми технологіями (рис. 2).



Рис. 2. Загальний вигляд будівництва та орошені в результаті реалізації проекту поля (темні круги) в пустині Сахара

Саме будівництво природним чином розділилося на п'ять основних фаз.

Перша фаза передбачала серйозні екскаваторні роботи (до 85 млн м³ ґрунту) до яких приступили 28 серпня 1984 року.

З 26 серпня 1989 року почалися роботи другої фази - «Воду в Тріполі», кінцева мета яких – доставка в Тріполітанію 1 мільйона м³ води в день.

Третя фаза – завершення будівництва водоводу з оазису Куфра до Бенгазі.

Останні дві фази – будівництво нової, західної гілки в місто Тобрук і в підсумку об'єднання цих гілок в єдину систему біля міста Сирт.

Для виробництва труб діаметром чотири метри з попередньо напруженого залізобетону в місті Ель-Бурайка був побудований завод, що випустив понад півмільйона труб.

Станом на 2011 рік прокладено 1926 км труб. З 2011 року активні роботи по цьому проекту призупинені, а попереду – ще одна тисяча сімсот тридцять два км трубопроводів. Кожна 7,5-метрова сталева труба досягає в діаметрі чотири метри і важить до 83 тон, а всього таких труб - більше 530,5 тисяч. Загальна вартість проекту становить 25 млрд доларів.

Проект, за задумом, повинен був дозволити зробити поливними 130 тис. гектарів землі [4, 5]. Але у зв'язку зі різкою зміною соціально-економічної ситуації в країні (в 2011 р.) проект на даний момент реалізовано тільки на 70%. Подальші роботи по його завершенню сьогодні не проводяться. Як наслідок, відбувається тільки руйнування вже влаштованих, але не експлуатованих колекторів, віток водогонів та інших складних інженерних систем.

Варто відмітити, що незважаючи на дуже несприятливі природно-кліматичні фактори в Лівії, будівельна галузь цієї країни готова до втілення технічно складних та неординарних проектів.

1. Лівія. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%B2%D1%96%D1%8F>

2. Великая рукотворная река. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://mypensiya.mirtesen.ru/blog/43388276029/Velikaya-rukotvornaya-reka---Sokrovische-Kaddafi>

3. Lybya_1984_4. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://onekorea.ru/2012/06/08/velikij-proekt-kaddafi-osushhestvlenyj-korejskim-inzhenerami-v-livijskoj-pustyne/lybya_1984_4/

4. Water, Water, Water – Libya's Hidden Asset [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.radios.cz/m/info/libyawater.html>

5. The Great Man-Made River of Gaddafi: What Happened To It? [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.radios.cz/m/info/libyawater.html>

З М І С Т

Pushkar N.V., Pashinsky V.V.,	The influence of solar radiation on the temperature of outdoor metal structures.....	3
Андрійчук О.В., Шимчук О.П., Ужегов С.О., Коукла А., Куницький С.О.	Розвиток будівельної галузі лівії на прикладі реалізації проекту «Велика рукотворна ріка»	9
Андрушков В.І., Кузмич І.М.	Залежність величини вантажопідйомності бетонної балки від місця її попереднього обтиснен	17
Антипенко Є.Ю., Щербіна Л.В., Жердев С.С.	Порівняльний аналіз конструктивних особливостей сучасних багатопустотних перекриттів	24
Банах А.В., Ткаченко В.Б.	Про непроєктні фактори впливу на напружено-деформований стан будівель і споруд з тривалим терміном експлуатації	32
Бондар В.О., Ахмеднабієв Р.М., Ахмеднабієв Р.Р.	Оптимізація складів бетонів на основі золошлаків котлів з циркуляційним киплячим шаром.....	40
Борисюк О.П., Зятюк Ю.Ю., Лисюк М.О., Крамаренко А.В.	Сумісна робота шарів підсилення залізобетонних балок	50
Валовой О.І., Попруга Д.В., Чорна К.В.	Особливості використання композитної арматури в згинальних бетонних елементах.....	58
Доля К.В.	Визначення пасажирських кореспонденцій в транспортних системах	65
Дробишинець С.Я., Єріфаві Тарек	Методика дослідження фізико-механічних властивостей щебенево-мастикових асфальтобетонів	71
Задорожнікова І.В., Кух С.П.	Методи та способи застосування складних полімерів при підсиленні залізобетонних конструкцій	81

Іванейко І.Д., Мудрий І.Б., Олексів Ю.М.	Методика формування ефективних комплектів стрілових кранів в умовах обмеження терміну будівництва.....	87
Іваник І.Г., Вибранець Ю.Ю., Віхоть С.І.	Розрахунок підсилення перекриття сталезалізо-бетонною конструкцією.....	95
Коверніченко Л.М.	Заповнювачі для бетону і взаємодія їх з водою	103
Коломійчук Г.П., Майстренко О.Ф., Коломійчук В.Г.	Ефективні залізобетонні оболонки і їх вибір для заданого плану будівлі.....	111
Корнієць А.В.	Визначення екологічних факторів для формування та реалізації геоecологічного моніторингу використання земель міст.....	119
Коробко О.О., Вировой В.М., Варич Г.С., Яковенко І.О.	Механізми розвитку структури бетону при малоциклових утомних навантаженнях.....	126
Кріпак В. Д., Антонов Р.Є.	Монолітні плоскі перекриття з порожнистими вкладишами.....	135
Куницький С.О., Пінчук О.Л., Шевченко Т.О., Шевченко А.О., Андрійчук О.В.	Розрахунок та проектування станції водопідготовки	146
Купченко Ю.В., Дібров І.О.	Ефективні елементи сталевих рам двотаврового перерізу	154
Маліков В.В., Панасюк Я.І., Ящук Ю.Ф.	Укріплення ґрунту цементом та добавкою «Hydrostop».....	159
Мікуліч О.А.	Розподіл динамічних напружень у пластинчатих елементах конструкцій з отворами за дії нерівномірного імпульсного навантаження	164

Моркляник Б.В., Проценко П.О., Іваськевич О.М.	Розрахунок несучої здатності одиночної висячої палі при циклічному замерзанні-розмерзанні ґрунту основи при роботі теплового насоса.....	172
Нестеренко С.Г.	Геоінформаційне забезпечення ефективного використання та адміністрування земель міст.....	184
Пасічник Р.В., Пасічник О.С., Матвійчук С.В.	Дослідження факторів, що впливають на пожежну безпеку деревини.....	193
Пашинський М.В.	Запаси територіального районування кліматичних навантажень в ДБН в.1.2-2:2006.....	201
Петраш О.В., Попович Н.М., Соколов І.А., Кривовязько К.В., Ошовська К.О.	Дослідження технології буріння при підготовці основи об'єктів зберігання та переробки нафтопродуктів.....	209
Радзінська Ю.Б.	Теоретичні підходи щодо оцінки інвестиційної привабливості земель міст.....	215
Самчук В.П., Троць В.Я.	Комп'ютерні технології інформаційного моделювання будівель і споруд.....	221
Стоянов В.В., Жгаллі Ш.	Испытание составных оболочек типа гиперболический параболоид из параболических и асимметрических панелей на действие статической нагрузки.....	227
Хільченко О.П.	Залежність властивостей сировинних гранул штучного пористого заповнювача – пульпопору від фізико механічних характеристик техногенної сировини гірничо-металургійних підприємств Кривого Рогу	245
Чапюк О.С., Олех В.В., Орешкін Д.О.	Зчеплення важкого бетону з композитною склопластиковою арматурою покритою водовідштовхувальною композицією «Сілол®».....	253

Чернишев Д.О.	Поліпшення стану «Стійкості щодо зсуву» територій річкового та морського узбережжя в проектах біосферосумісного будівництва.....	261
Шваб'юк В.І., Ротко В.О., Ротко С. В.	Уточнений розрахунок підсилених балок методом приведених перерізів. Повідомлення 2. Уточнений розрахунок пакету балок за некласичною моделлю коротких балок.....	269
Шишкін О.О., Эддин Халид	Реакційні порошкові бетони на змішаному заповнювачі.....	277

"Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві", випуск 8, 2017

Наукове видання

Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві

Збірник наукових праць

Випуск 8

Верстка О.З. Шафранська

Редактор В.І. Шваб'юк

Підписано до друку 29 грудня 2017 р. Формат 60 × 84 1/16.
Папір офсетний

Гарнітура Times New Roman. Друк трафаретний.
Умовн. друк. арк. 18,0. Тираж 100 пр. Зам. №___

Віддруковано РВВ Луцького НТУ, 43018, м.Луцьк, вул. Львівська, 75

Свідоцтво Держкомтелерадіо України ДК №4123 від 28.07.2011 р.