

Шум Г.П., Захарчук В.І., Куць Н.Г.
Луцький національний технічний університет

ПОЛІПШЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ РАРИТЕТНОЇ МОТОТЕХНІКИ

Виконано аналіз літературних джерел за темою поліпшення паливної економічності раритетної мототехніки та визначено основні напрямки і завданням. Поняття паливної економічності мотоцикла і експлуатаційної витрати палива складають основу економічної ефективності раритетної мототехніки. Паливна економічність колісних транспортних засобів безпосередньо залежить від особливостей його конструкції та оцінюється з врахуванням коефіцієнта корисної дії сукупності процесів роботи його трансмісії і двигуна, раціональної маси, подолання опору повітря при русі. Проведені багатоваріантні розрахунки ефективних показників бензинового двигуна з різними ступенями стискування та дослідження паливної економічності за різних регулювань системи живлення. З використанням математичної моделі визначено доцільність підвищення ступеню стиску для переведення мотоциклу на бензин А-92 та збідненні горючої суміші.

Ключові слова: мотоцикл, бензиновий двигун, ступінь стиску, математична модель, паливна економічність.

Постановка проблеми. Нині колісні транспортні засоби (КТЗ) швидкими кроками розповсюджуються в усіх сферах діяльності людини. Основне їх призначення - виконання закладених при проектуванні функцій, першочерговими з яких можна вважати задоволення особистісних потреб людини. Населення країни, певним чином виконує роль споживача КТЗ, що формує склад парку КТЗ країни за рахунок зростання кількості нових КТЗ.

Показники роботи бензинового двигуна з карбюраторними системами живлення не відповідають сучасним нормам, проте їх подальша експлуатація в населених пунктах пояснюється певними обставинами, основними з яких є низька трудоемкість операцій технічного обслуговування, висока ремонтпридатність та низька вартість запчастин. Оцінити загальну кількість КТЗ з карбюраторними системами живлення в експлуатації сьогодні складно, через те, що нині припинено правове регулювання та проведення періодичних заходів для перевірки технічної відповідності КТЗ технічним нормам заводу виробника, у ході яких створювалася статистична база КТЗ із зазначенням типу встановленого двигуна.

Робота двотактного двигуна мотоцикла з карбюратором, відрегульованим на збіднений склад суміші, характеризується деякими особливостями [1]. По-перше, при спробі зразу ж рушити на холодному двигуні появляються провали. Тому, для карбюраторів які мають спеціальний дозуючий пристрій для збагачення суміші, приходиться залишати двигун включеним довше. По-друге, тепловий режим працюючого на збідненій суміші двигуна стає більш напруженим, що змушує водія уважніше слідкувати за чистотою ребер циліндрів та головки. По-третє, одночасно зі зниженням витрати палива зменшується потрапляння в двигун мастила (за виключенням мотоциклів з роздільною системою мащення). Однак, практика показала, що навіть при збідненій суміші допустимо не збільшувати його вміст в паливі більше 4%.

В даний час в експлуатації населення знаходиться досить багато важких дорожніх мотоциклів МТ та "Урал", проте на даний час їх експлуатація є проблематичною у зв'язку з поганою паливною економічністю. Двигуни мотоциклів МТ Дніпро розраховані для роботи на бензині А-76, але бензин такої марки в даний час відсутній на АЗС. Власники таких мотоциклів змушені заправляти свої транспортні засоби бензином А-92. Поняття паливної економічності мотоцикла і експлуатаційної витрати палива складають основу економічної ефективності мотоцикла. Паливна економічність КТЗ безпосередньо залежить від особливостей його конструкції та оцінюється з врахуванням коефіцієнта корисної дії (ККД) сукупності процесів роботи його трансмісії і двигуна, раціональної маси, подолання опору повітря при русі [1].

Відносно висока витрата палива у мотоциклів з двотактним двигуном обумовлена декількома причинами. Перша - в самій суті двотактного робочого процесу з класичною кривошипно-камерною продувкою, де значна частина свіжої горючої суміші втрачається разом з видаленням з циліндра відпрацьованих газів. Друга причина - недосконалість систем живлення і запалювання. Найбільш істотно впливає на витрату палива і частіше за інших завдає неприємностей система живлення з вимогливим до обслуговування карбюратором. Третя об'єктивна причина низької економічності мотоцикла не пов'язана з двигуном. Це - високий аеродинамічний опір мотоцикла, особливо обладнаного вітровим склом, наколінними щитками і, тим більше, з боковим причепом. Четверта і

основна причина підвищеної витрати палива у більшій частині мотоциклів - неоптимальне для даного двигуна регулювання карбюратора і моменту запалювання. Крім того, за умовами серійного виробництва параметри мотоциклів не абсолютно однакові для всіх екземплярів, а можуть з певним допуском відрізнятися від якогось «еталонного» рівня. Все це зумовлює можливість індивідуального доведення систем і вузлів мотоцикла доступними засобами з урахуванням індивідуальних вимог його власника, і таким чином, поліпшити паливну економічність.

Мета дослідження є поліпшення паливної економічності раритетних важких дорожніх мотоциклів з розробкою методики досліджень експлуатаційних показників таких мотоциклів; дослідження на математичних моделях впливу стискання та регулювань системи живлення на показники потужності та паливної економічності показників мотоцикла МТ-11 та формулювання практичних рекомендацій.

Завдання дослідження передбачали математичне моделювання робочого процесу бензинового двигуна, багатоваріантні розрахунки на ПК індикаторних та ефективних показників бензинового двигуна з різними ступенями стискання та дослідження паливної економічності за різних регулювань системи живлення.

Аналіз відомих методів поліпшення паливної економічності. Паливна економічність КТЗ визначається відповідно до ГОСТ 20306-85, згідно з яким діють такі показники: паливна характеристика мотоцикла при сталому русі, паливна характеристика на дорозі зі змінним профілем, контрольна витрата палива мотоциклом. Усі ці показники визначають у дорожніх умовах. Крім паливної економічності мотоцикла, існує і таке поняття, як економічність двигуна. Паливна економічність двигуна характеризується величиною відношення витрати палива до ефективної його потужності, що розвивається на певному режимі роботи. Її визначають при стендових випробуваннях, визначаючи витрату палива в об'ємних (л) або вагових (кг) одиницях за одну годину роботи (годинна витрата палива), а потім розрахунковим шляхом і питому витрату палива (г /кВт-год), яка показує кількість витрати палива в грамах протягом години на отримання одиниці потужності - одного кіловата.

Основними токсичними компонентами при роботі двигуна в режимах малих навантажень і холостого ходу є продукти неповного згоряння: вуглеводні (C_mH_n) і оксид вуглецю (СО). Існує багато методів, що дозволяють покращити паливну економічність і екологічні показники бензинових двигунів у режимах малих навантажень і холостого ходу, серед них відключення групи циліндрів, інтенсифікація процесу згоряння, робота двигуна на Perezbidneniy pаливоповітряній суміші, застосування регульованих фаз газорозподілу. Один із найбільш перспективних шляхів є встановлення сучасних систем розподіленого впорскування палива у впускний колектор двигуна із зворотнім зв'язком та системою зниження токсичності відпрацьованих газів. [2].

Іншим напрямком покращення показників бензинових двигунів є їх робота на Perezbidneniy суміші. Відомо, що індикаторний ККД робочого циклу двигуна зростає з підвищенням ступеня стискання і збідненні паливоповітряної суміші повітрям і рециркульованими відпрацьованими газами. При цьому надлишкове повітря і відпрацьовані гази призводять до зниження втрат на газообмін в часткових навантаженнях, а також зниження температури згоряння, внаслідок чого зменшуються втрати теплоти на дисоціацію і в стінки циліндра, знижується ймовірність детонації і утворення NOx. При використанні Perezbidneniy сумішей доцільно застосовувати заходи, що створюють додаткову турбулізацію заряду, яка створювалась за допомогою дефлектора, що встановлювався у впускний канал. Це впливає на показники двигуна з ексцентрично розміщеним клапаном за рахунок інтенсифікації переносу теплоти із зони горіння в свіжий заряд і збільшення площі поверхні фронту полум'я, що призводить до підвищення швидкості і повноти згоряння. Встановлення даного пристрою при стехіометричному складі суміші супроводжувалось зменшенням оптимального кута випередження запалювання на $10^\circ - 20^\circ$. Використання даного пристрою призводить до покращення паливної економічності на 9 – 15 % [3].

За результатами аналізу літературних джерел було встановлено, що покращення паливо-економічних та експлуатаційних властивостей раритетних мотоциклів є можливим. Для цього потрібно відрегулювати всі системи двигуна мотоцикла, а також важливим є збільшення ступеня стиску двигуна.

Результати дослідження. Так як карбюраторна система живлення практично вичерпала усі можливості щодо покращення основних показників роботи двигуна, а особливо при порівнянні з тими, які демонструють зарубіжні КТЗ такого класу, тому, з сучасними системами живлення та запалювання доцільно використовувати заходи, які без значних змін у конструкції двигуна

дозволяють покращити паливну економічність, екологічні та енергетичні показники КТЗ з карбюраторним двигуном в умовах експлуатації [3].

Двигуни мотоциклів МТ Дніпро розраховані для роботи на бензині А-76, але бензин такої марки в даний час відсутній на АЗС. Власники таких мотоциклів змушені заправляти свої транспортні засоби бензином А-92. Одним із способів покращення паливної економічності бензинового двигуна при роботі на бензині з високим октановим числом є підвищення ступеня стиску відповідно до детонаційної стійкості бензину А-92. Збільшення ступеня стиску до 9,0 в даному двигуні технічно можливо за рахунок зменшення висоти циліндрів на 3 мм.

Дослідження робочого процесу двигуна КМЗ-8.15501 мотоцикла МТ-11 Дніпро проводилось методом теплового розрахунку при його роботі на бензині А-92 при різних ступенях стиску (7,1 для серійного двигуна і 9,0 для модернізованого двигуна) та збідненій суміші. Вихідні дані до розрахунку робочого циклу двигуна взяті з технічної характеристики мотоцикла [4]. Результати розрахунку робочого циклу двигуна зведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати розрахунку робочого циклу двигуна КМЗ-8.15501 МТ-11

Розрахункові показник	Розмірності	Позначення	Результати		
			$\varepsilon=7,1 \alpha=0,99$	$\varepsilon=9 \alpha=0,99$	$\varepsilon=9 \alpha=1,15$
Тиск у кінці стиску	МПа	P_c	1,1948	1,6816	1,68
Температура кінця згоряння	К	T_z	2716	2818	2757
Тиск у кінці згоряння	МПа	P_z	5,0016	6,862	6,43
Ефективна потужність	кВт	N_e	22,43	25,46	23,4
Крутний момент	Н·м	M_e	43,7371	45,5928	43,909
Ефективний ККД		η_e	0,2927	0,3270	0,3490
Питома витрата палива на одиницю ефективної потужності за одиницю часу	$G/kBt \cdot год$	q_e	0,2796	0,2502	0,234

За результатами розрахунків видно, що при збільшенні ступеня стискання з 7 до 9 ефективні показники двигуна покращуються. Підвищення у вищенаведених межах призводить до покращення тепловикористання і, як наслідок, до збільшення ефективного ККД і ефективної потужності відповідно на 10,4 і 12 % і відповідно до зменшення питомої ефективної витрати палива на 10,5 %. При цьому максимальний тиск згоряння зростає з 5 до 6,8 МПа при одночасному підвищенні температури згоряння на 27 %. Але це негативно може вплинути на довговічність двигуна. Зменшити максимальний тиск та температуру згоряння можна за рахунок збіднення горючої суміші. Звичайні карбюратори дозволяють виконати таке регулювання. Забезпечення стійкої роботи двигуна на збіднених сумішах досягнуто встановленням на двигун електронної системи запалювання, яка випускається промисловістю і була придбана в спеціалізованому торговому закладі.

При роботі на збідненому складі суміші та ступені стиску $\varepsilon=9$ для режиму номінальної потужності () показники двигуна покращуються ще більше. При цьому максимальний тиск згоряння знижується з 6,86 до 6,43 МПа при одночасному зниженні температури згоряння на 2,16 %. Підвищення у вищенаведених межах призводить до покращення тепловикористання і, як наслідок, до збільшення ефективного ККД на 5,8 % і відповідно до зменшення питомої витрати палива на 16,3%.

Збільшення ступеня стиску двигуна призведе до збільшення компресії двигуна на 22 %, що призведе до збільшення зусилля на педалі кікстартера. Це суттєво утруднить запуск двигуна. Виходом з положення є встановлення на двигун автомобільного електричного стартера двигуна МемЗ-245, як це показано на рисунку 1.

Розрахунковим шляхом визначено, що при збільшенні ступеня стиску двигуна та збідненням горючої суміші, питома витрата палива зменшується на 16,3% при одночасному збільшенні ефективної потужності на 4,14%, крутного моменту на 0,4% та ефективного ККД на 16,1%. При цьому максимальний тиск згоряння зростає з 5 до 6,8 МПа при одночасному підвищенні температури згоряння на 27 %. Але це негативно може вплинути на довговічність двигуна. Зменшити максимальний тиск та температуру згоряння можна за рахунок збіднення горючої суміші. Забезпечення стійкої роботи двигуна на збіднених сумішах досягнуто встановленням на двигун електронної системи запалювання, яка випускається промисловістю.

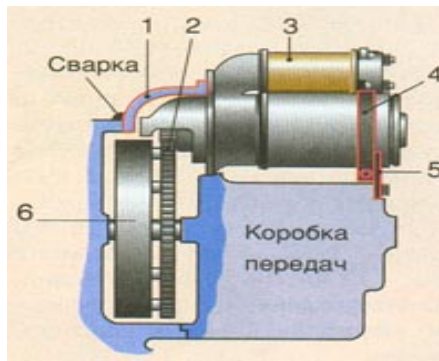


Рис. 1 - Схема встановлення стартера на двигун мотоцикла МТ-11:

1 - деталь кріплення стартера(приварюється до картера); 2 - стартерний вінець снігоходу "Буран"; 3 - стартер; 4 - хомут; 5 - кронштейн кріплення задньої частини стартера; 6 – маховик.

Мотоцикл МТ-11 Дніпро має досить значну витрату палива, а ціни на бензин невинно ростуть. Через те цього варто задуматись про переведення мотоцикла на альтернативне, більш дешеве паливо. Тому, доцільним буде перевести мотоцикл на пропан-бутанове газове паливо, так як воно є дешевше, ніж бензин та зручніше у використанні, ніж метан. Варіант встановлення газового редуктора показаний на рисунку 2.

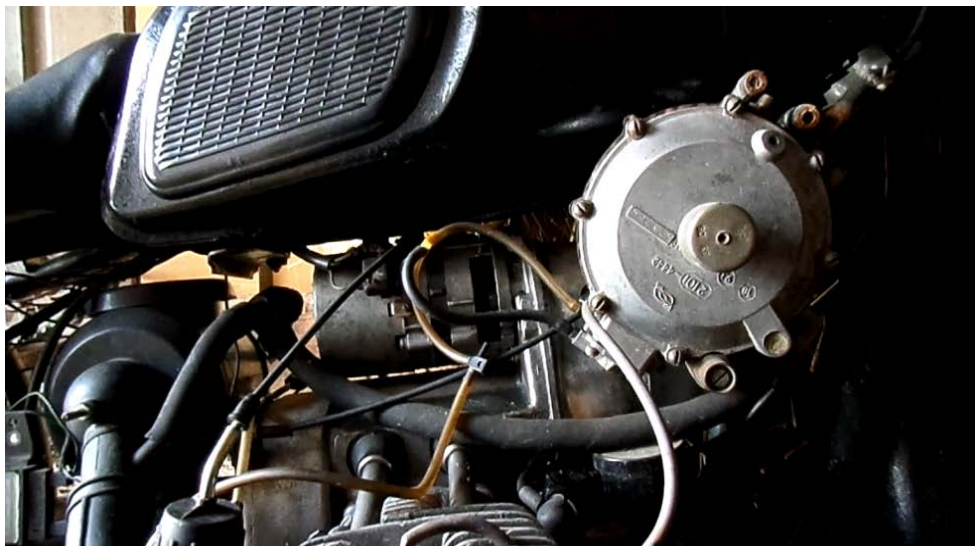


Рис. 2 - Варіант встановлення газового редуктора на мотоцикл МТ-11

В даний час значна частина раритетних важких дорожніх мотоциклів експлуатуються без бокового причепа. Демонтаж бокового причепа впливає на паливну економічність та тягово-швидкісні властивості мотоцикла. Розрахунок тягово-швидкісних властивостей мотоцикла з боковим причепом та без нього виконаний за методикою, основою якої є математична модель. Структурна схема методу дослідження експлуатаційних показників мотоцикла показана на рисунку 3. За результатами дослідження встановлено, що під час експлуатації мотоцикла без бокового причепа час та шлях розгону зменшується відповідно на 25,7% та 19,0% у порівнянні з експлуатацією із боковим причепом.

В результаті дослідження витрати палива мотоциклом МТ-11 з двигуном КМЗ-8.15501 при його русі без бокового причепа розрахунковим шляхом встановлено, що найменша витрата палива досягається при русі на найбільш задіяній четвертій передачі зі швидкістю 50...60 км/год і дорівнює 8,3 л/100 км пробігу, що складає зменшення витрати палива 14,5% порівняно з витратою палива при русі з боковим причепом.

З метою перевірки правильності виконаних розрахунків, була виміряна витрата палива мотоцикла експериментальним способом. Дослідження витрати палива проводилось у сільських умовах, на відрізку дороги 4,6 км з асфальтово-щебеним покриттям. Вимірювання проводилось за допомогою мірного бачка який кріпився на рамі мотоцикла. За результатами експерименту витрата палива становить 8,5л/100км, що є близьким до значення витрати палива отриманого розрахунком.

Висновки. Одним із способів покращення експлуатаційних показників важких дорожніх мотоциклів є підвищення ступеня стиску двигуна. При цьому зменшення витрати палива можна досягти також раціональним регулюванням системи живлення двигуна. Розроблено методику оцінювання паливної економічності мотоциклів, яка дозволила встановити закономірність покращення експлуатаційних показників мотоцикла в залежності від зміни ступеня стиску та правильності регулювань систем двигуна. З використанням математичної моделі визначено доцільність підвищення ступеню стиску для переведення мотоциклу на бензин А-92. Розрахунковим шляхом визначено що при підвищенні ступеню стиску з 7 до 9, та збідненні горючої суміші до питома витрата палива зменшується на 16,3% при одночасному збільшенні ефективної потужності на 4,14%, крутного моменту на 0,4% та ефективного ККД на 16,1%.

1. Шум Г. П. Покращення паливної економічності важких дорожніх мотоциклів Матеріали v-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції “Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту” / Г. П. Шум // Вінницький національний технічний університет. Збірник наукових праць, - 2017. - С. - 137-139.
2. Гутаревич Ю.Ф. Вплив методу регулювання потужності на екологічні показники та паливну економічність сучасного бензинового двигуна / Ю. Ф. Гутаревич, О. В. Сирота, С. В. Карев // Двигатели внутреннего сгорания, Київ - 2015. – С. 74-80.
3. Славін В. В. Вплив типу системи живлення на показники паливної економічності автомобілів / В. В. Славін // Проблеми транспорту: збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2013. - – С. 95-98.
4. Техническая характеристика мотоцикла Днепр 11 / [Електронний ресурс] // <http://uraldnepr.ru/faq/7-1> (Дата звернення: 05.08.2015р.).
5. Регулювання запалювання Урал, Дніпро / [Електронний ресурс] // <http://suvorov-castom.ru/regulirovk-zazhiganiya-ural-dnepr/> (Дата звернення: 05.08.2016р.).

REFERENCES

1. Shum H. P. (2017) Pokrashchennya palyvnoyi ekonomichnosti vazhkykh dorozhnykh mototsykliv [Improvement of fuel economy of heavy road motorcycles] Vynnyts'kyi natsional' nyi tekhnichnyi universytet. Zbirnyk naukovykh prats' 137 -139 [in Ukrainian].
2. Hutarevych YU.F., Syrota O. V., Karev S. V. (2015) Vplyv metodu rehulyuvannya potuzhnosti na ekolohichni pokaznyky ta palyvnu ekonomichnist' suchasnoho benzynovoho dvyhuna [Influence of the method of power regulation on ecological parameters and fuel efficiency of a modern petrol engine] Dvyhately vnutrenneho s-horanyya, Kyiv, 74-80 [in Ukrainian].
3. Slavin V. V. (2013) Vplyv typu systemy zhyvlennya na pokaznyky palyvnoyi ekonomichnosti avtomobiliv [Influence of the type of power system on indicators of fuel economy of cars] Problemy transportu: zbirnyk naukovykh prats' DonIZT 95-98 [in Ukrainian].
4. Tekhnicheskaya kharakterystyka mototsykla Dnepr 11 [Technical characteristics of the motorcycle Dnepr 11] Retrieved from <http://uraldnepr.ru/faq/7-1> [in Russian].
5. Rehulyuvannya zapalyuvannya Ural, Dnipro [Regulation of ignition Ural, Dnipro] Retrieved from <http://suvorov-castom.ru/regulirovk-zazhiganiya-ural-dnepr/> [in Russian].

Шум Г.П., Захарчук В.И., Куць Н.Г. Улучшение топливной экономичности раритетных мототехники.

Выполнен анализ литературных источников по теме улучшения топливной экономичности раритетной мототехники и определены основные направления и задачи. Понятие топливной экономичности мотоцикла и эксплуатационного расхода топлива составляют основу экономической эффективности раритетной мототехники. Топливная экономичность колесных транспортных средств напрямую зависит от особенностей его конструкции и оценивается с учетом коэффициента полезного действия совокупности процессов работы его трансмиссии и двигателя, рациональной массы, преодоление сопротивления воздуха при движении. Проведенные многовариантные расчеты эффективных показателей бензинового двигателя с различными степенями сжатия и исследования топливной экономичности при различных регулировках системы питания. С использованием математической модели определена целесообразность повышения степени сжатия для перевода мотоцикла на бензин А-92 и оскудении горючей смеси.

Ключевые слова: мотоцикл, бензиновый двигатель, степень сжатия, математическая модель, топливная экономичность.

H. Shum, V. Zakharchuk, N. Kuts The improvement of fuel economy of rare motorcycles.

We completed the analysis of literary sources on the theme of improvement of fuel economy of rare motorcycles and defined the main directions and tasks. The concept of fuel efficiency of a motorcycle and of operating costs of fuel is the basis of the economic efficiency of rare motorcycles. The fuel economy of a wheeled vehicle directly depends on the features of its structure and is estimated as the efficiency of the complex of processes of its transmission and engine, of its rational mass and its overcoming of air resistance during the movement. We

conducted multivariate calculations of effective parameters of a petrol engine with different degrees of compression and studied fuel economy for various power supply settings. Using a mathematical model we determined the expediency of increasing of the compression ratio for the transfer of the motorcycle to A92 patrol with the depletion of combustible mixture.

Keywords: Motorcycle, petrol engine, compression ratio, mathematical model, fuel economy.

АВТОРИ:

ШУМ Григорій Петрович, магістрант кафедри «Автомобілі і транспортні технології» Луцький НТУ.

ЗАХАРЧУК Віктор Іванович, доктор технічних наук, доцент кафедри «Автомобілі і транспортні технології», Луцький НТУ, e-mail: zaharchukov205@gmail.com

КУЦЬ Надія Григорівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький НТУ, e-mail: kuts.nadia86@gmail.com

АВТОРЫ:

ШУМ Григорий Петрович, магистрант кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ.

ЗАХАРЧУК Виктор Иванович, д.т.н., доцент кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: zaharchukov205@gmail.com

КУЦЬ Надежда Григорьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и транспортных технологий, Луцкий НТУ, e-mail: kuts.nadia86@gmail.com

AUTHORS:

Hryhoriy SHUM, Master of the Department of Automobile and Transport Technologies of Lutsk National Technical University.

Viktor ZAKHARCHUK, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Automobiles and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: zaharchukov205@gmail.com

Nadiya KUTS, PhD. in Engineering, Assoc. Professor of Automobiles and Transport Technologies Department, Lutsk National Technical University, e-mail: kuts.nadia86@gmail.com

Стаття надійшла в редакцію 25.04.2018р.