

ANALIZA TENDENCJI ROZWOJOWYCH 155 mm AMUNICJI ARTYLERYJSKIEJ

W artykule przeanalizowano trendy rozwojowe amunicji do 155mm haubic polowych. Zebrano dane o podstawowych pociskach i ładunkach miotających, występujących aktualnie w uzbrojeniu jak i będących w fazie opracowywania wzorów.

1. Wstęp

Fakt opracowania w kraju 155 mm haubicy samobieżnej KRAB oraz informacje o potencjalnym wdrożeniu do produkcji seryjnej, „obudził” potrzebę określenia możliwości pozyskania nowoczesnej 155 mm amunicji oraz ładunków miotających, odpowiadających współczesnym światowym standardom.

Szeroka gama amunicji artyleryjskiej kalibru 155 mm, oferowana na rynkach światowych, pozwala na dokonanie wyboru optymalnego nie tylko pod kątem charakterystyk taktyczno-technicznych, ale także umożliwia wynegocjowanie korzystnych zobowiązań offsetowych. Z drugiej strony opracowanie własnej rodziny 155 mm amunicji artyleryjskiej uniezależniłoby kraj od dostaw amunicji z zagranicy oraz stworzyłoby potencjalne możliwości eksportu do państw posiadających i wprowadzających do uzbrojenia 155 mm sprzęt artyleryjski.

Prowadzone obecnie w państwach należących do NATO prace badawcze i konstrukcyjne, mające na celu wzrost efektywności amunicji, koncentrują się głównie na:

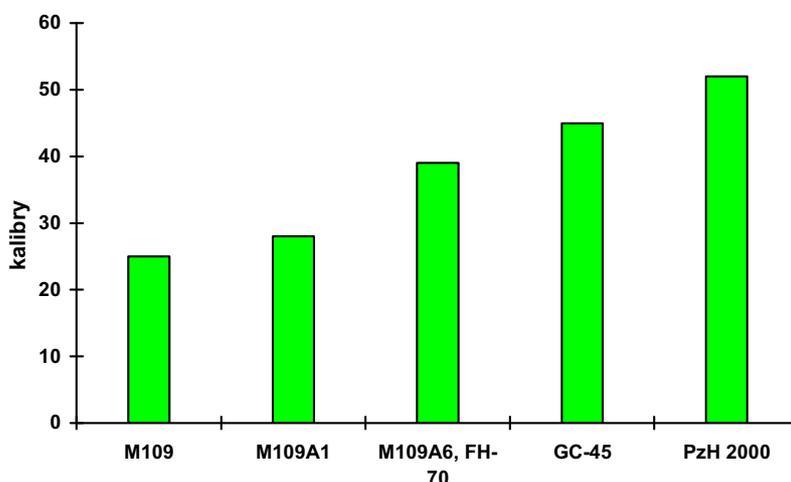
- zwiększaniu donośności maksymalnej pocisku,
- zwiększeniu siły rażenia,
- zwiększeniu precyzji trafienia w cel.

1.1. Donośność maksymalna pocisku

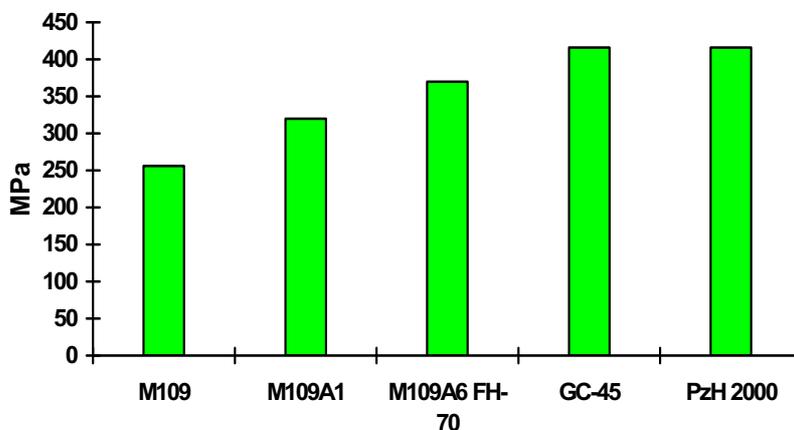
Donośność maksymalna pocisku wystrzelonego z klasycznego działła lufowego zależy od prędkości początkowej pocisku i siły oporu aerodynamicznego, jaki napotyka pocisk na torze lotu. W ostatnim okresie prowadzono intensywne prace nad poprawą obu wyżej wymienionych parametrów. Współczesne wzory dział polowych posiadają lufy o długości 52 kalibrów, wytrzymujące ciśnienie maksymalne gazów prochowych sięgające 416 MPa. Przy jednoczesnym wzroście masy ładunków miotających możliwe jest wystrzeliwanie pocisków pełnokalibrowych z prędkością początkową 945 m/s. Na wykresach 1.1, 1.2 i 1.3 przedstawiono długości luf najpowszechniej stosowanych dział artylerii polowej państw NATO, wartości ciśnienia gazów prochowych występujących w tych działach oraz wartość prędkości początkowych pocisków. Równoległe z udoskonalaniem sprzętu artyleryjskiego i wzrostem prędkości początkowej pocisków prowadzi się prace nad zmniejszeniem siły oporu powietrza działającego na pocisk na torze lotu.

W latach 70-tych opracowano pociski z wydrażonym dnem. Charakteryzują się one znacznym zmniejszeniem tzw. oporu dennego. Typowym przedstawicielem tego rodzaju po-

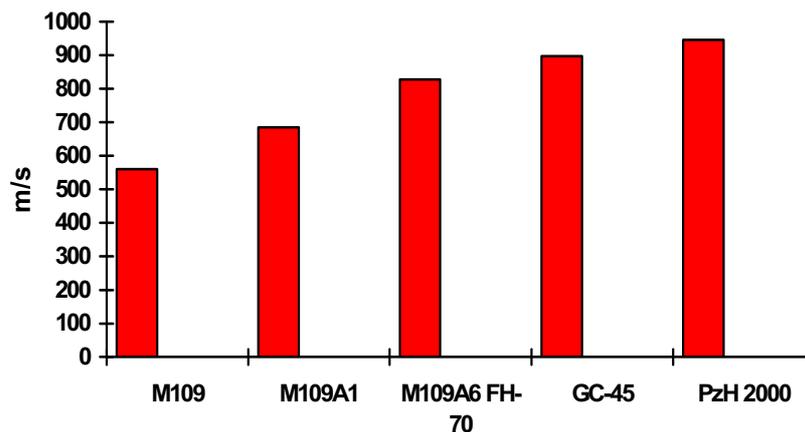
cisków jest angielski pocisk L15A1. Kolejnym krokiem było pojawienie się pocisków ERFB (Extended Range Full-Bore). Posiadają one wydłużoną przednią część ostrołukową, która praktycznie dochodzi do pierścienia wodącego pocisku. Aby umożliwić prowadzenie się pocisku w lufie na części ostrołukowej, w odległości około dwóch kalibrów od pierścienia wodącego znajdują się występy prowadzące. Dno pocisku posiada także wydrążenie zmniejszające opór denny.



Rys. 1.1. Długość lufy w kalibrach 155 mm dział polowych państw NATO



Rys. 1.2. Ciśnienie maksymalne gazów prochowych w przewodzie lufy w 155 mm działach polowych państw NATO



Rys. 1.3. Prędkość początkowa pocisków 155 mm dział polowych państw NATO

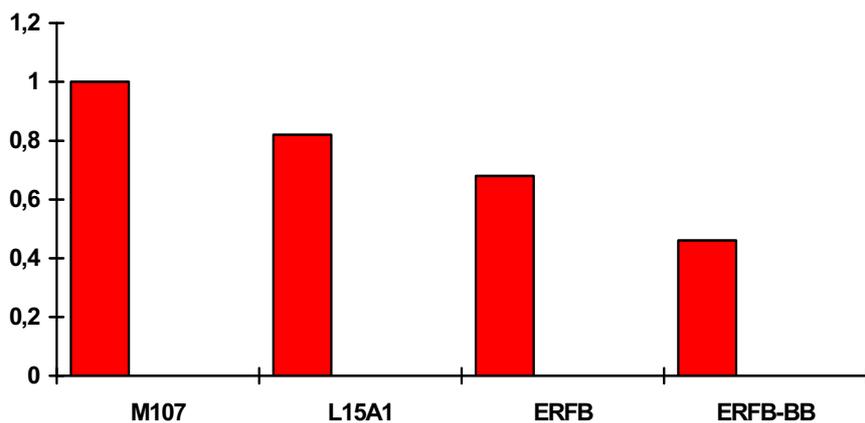
Zastosowanie pocisków ERFB umożliwiło zwiększenie donośności maksymalnej o około 2 km w porównaniu z pociskami z wydrążonym dnem (przy strzelaniu z haubic o długości lufy 39 kalibrów).

Dalsze zwiększenie zasięgu uzyskano dzięki opracowaniu urządzenia “base bleed” (w dosłownym tłumaczeniu “wypływ denny”). Jest to generator gazów dołączony do tylnej części pocisków. W czasie lotu gazy wytwarzane w generatorze wypływają na zewnątrz, co powoduje zmniejszenie oporu dennego o około 60%.

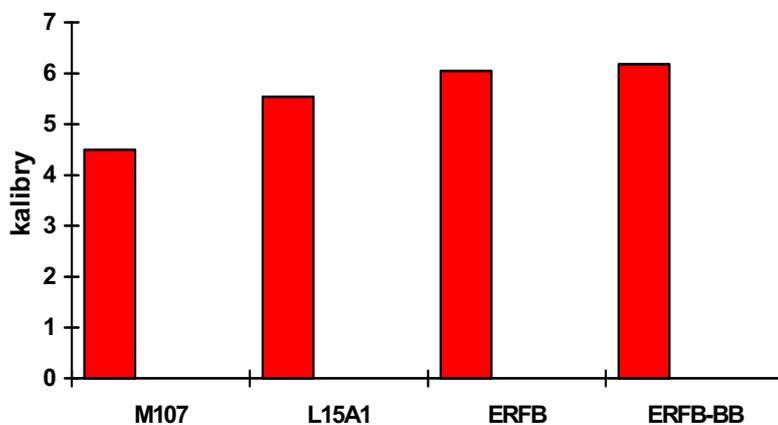
Urządzenie “base bleed” zastosowane do pocisków typu ERFB pozwala na dalsze zwiększenie donośności maksymalnej o około 30%.

Na rys. 1.4 przedstawiono wartości względne współczynnika kształtu dla różnych rodzajów pocisków przyjmując współczynnik kształtu pocisku M107 za jeden. Amerykański pocisk M107 używany już w okresie II wojny światowej nadal jest w uzbrojeniu wielu państw NATO. Jego kształt oraz własności balistyczne są praktycznie identyczne jak pocisku OF540 stosowanego w Wojsku Polskim do 152 mm samobieżnych armato-haubic wz. 1977 “DANA” oraz 152 mm armato-haubic wz. 37. W związku z powyższym jest on dobrym punktem odniesienia do zobrazowania postępu w pracach nad zmniejszeniem wpływu oporu powietrza na pocisk. Długości typowych pocisków NATO wyrażone w kalibrach przedstawiono na rys. 1.5. Z przedstawionych na wykresie 1.4 i 1.5 danych wynika, że współczesne pociski dalekonośne mają długość powyżej 6 kalibrów i charakteryzują się zmniejszoną o około 50%, w stosunku do klasycznych pocisków odłamkowo-burzących, wartością współczynnika kształtu pocisku.

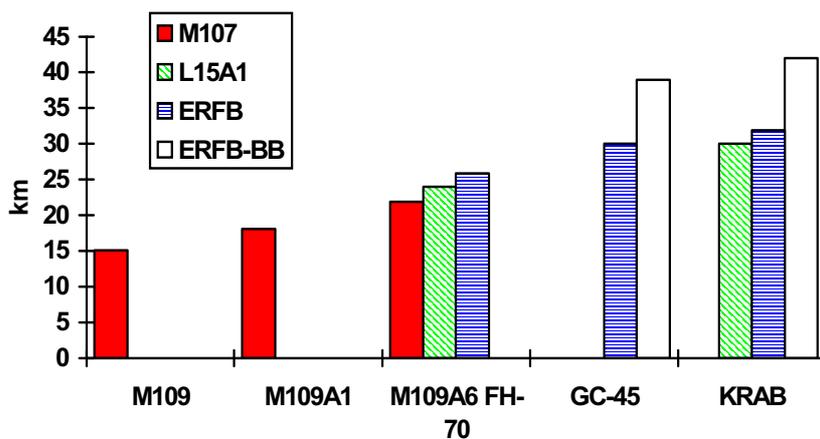
Efekty prac badawczych i konstrukcyjnych mające na celu zwiększenie donośności strzelania artylerii polowej, obejmujące wzrost prędkości początkowej pocisków i zmniejszenie oporów powietrza działających na pocisk na torze lotu, zobrazowane zostały na wykresie 1.6. Z wykresu wynika, że donośność maksymalna typowych dział polowych występujących w armiach NATO wzrosła dwu, a nawet prawie trzykrotnie na przestrzeni ostatnich trzydziestu lat. Należy dodać, że aktualnie praktycznie wycofano się ze stosowania pocisków artyleryjskich z dodatkowym napędem raketowym. Wynika to z faktu, że pociski te cechowały się zwiększonym rozrzutem oraz mniejszą masą użyteczną w stosunku do pocisków klasycznych.



Rys.1.4. Względne wartości współczynnika kształtu 155 mm pocisków artyleryjskich stosowanych w państwach NATO



Rys.1.5. Długość (wyrażona w kalibrach) typowych pocisków stosowanych w państwach NATO



Rys.1.6. Donośność maksymalna 155 mm dział polowych państw NATO przy strzelaniu z użyciem różnego typu pocisków

1.2. Siła rażenia pocisków artyleryjskich

Siłą rażenia pocisków artyleryjskich określa się zdolność niszczenia określonych dla danego pocisku celów. Typowym, najczęściej stosowanym pociskiem artylerii polowej jest pocisk odłamkowo-burzący. Siłę rażenia pocisku odłamkowo-burzącego, zwłaszcza dla kalibru 152 ÷ 155 mm określa się zazwyczaj przez stosunek masy materiału kruszącego, którym za-elaborowany jest pocisk do masy całkowitej pocisku. Wielkość ta zwana współczynnikiem napełnienia oznaczana jest przez c_α . Zwiększenie wartości c_α możliwe jest przez stosowanie na skorupę pocisku bardziej wytrzymałych materiałów i optymalny z uwagi na obciążenia występujące w czasie strzału, dobór grubości ścianek skorupy. Wspomniany uprzednio standardowy 155 mm pocisk amerykański M107 charakteryzuje się współczynnikiem napełnienia $c_\alpha = 0.16$. Natomiast dla pocisku L15A1V, który aktualnie zastępuje w państwach NATO pocisk M107, współczynnik napełnienia wynosi $c_\alpha = 0.26$. Dla pocisków typu ERFB wartość c_α uległa obniżeniu ze względu na kształt pocisku i zawiera się w granicach 0.19 ÷ 0.20. Zwiększone działanie odłamkowe uzyskuje się obecnie stosując na skorupy odpowiednio dobrane gatunki stali, która wskutek wybuchu fragmentuje na dużą ilość odłamków o pożądanej masie.

Aktualnie wymaga się, aby artyleria polowa była w stanie zwalczać cele opancerzone na dalekich odległościach. W tym przypadku efektywność klasycznych pocisków odłamkowo-burzących jest ograniczona. Wzrost zdolności rażenia celów opancerzonych (wozów bojowych piechoty, artylerii i czołgów) można uzyskać stosując amunicję kasetową.

Pociski kasetowe przenoszą wewnątrz skorupy podpociski. Na wysokości kilkuset metrów nad celem następuje rozcalenie pocisku i wyrzucenie podpocisków (wg terminologii NATO - "bomblets"). Podpociski mają działanie kumulacyjno-odłamkowe. Uderzając w cel opancerzony niszczą go strumieniem kumulacyjnym. Równocześnie powstają odłamki rażące siłą żywą. Zapalniki podpocisków posiadają mechanizm samolikwidacji powodujący wybuch w przypadku nie zadziałania zapalnika uderzeniowego wskutek upadku, np. na bardzo miękki grunt. Obecnie praktycznie wszystkie główne państwa NATO opracowały i produkują pociski kasetowe do 155 mm haubic polowych.

Zwiększenie efektywności zwalczania celów opancerzonych przez artylerię polową realizuje się także przez zastosowanie pocisków artyleryjskich kierowanych na końcowym odcinku toru lotu. Przykładem takiego rozwiązania jest amerykański pocisk M712 "Copperhead". Pocisk uzbrojony jest w głowicę kumulacyjną, zawierającą 6.7 kg ładunku wybuchowego. Wystrzeliwany jest z 155 mm haubicy w rejon gdzie znajdują się czołgi nieprzyjaciela. W końcowej fazie lotu, umieszczony w głowicy czujnik promieniowania laserowego, odbiera odbitą od celu wiązkę laserową i pocisk naprowadza się na wskazany cel. Warunkiem trafienia jest podświetlenie celu przy użyciu wskaźnika laserowego, który montowany jest na śmigłowcach, pojazdach lub może być obsługiwany przez operatora znajdującego się na przednim skraju obrony lub na terenie zajęтым przez nieprzyjaciela. Pociski M712 "Copperhead" znajdują się w jednostkach ognia haubic M109 (2 sztuki na wóz). Poza armią USA nie używa ich żadne inne państwo NATO, z uwagi na wysoki koszt pocisku.

1.3. Zwiększenie celności pocisków

W ostatnim okresie rozpoczęto szereg prac badawczo-konstrukcyjnych mających na celu opracowanie amunicji przeznaczonej do niszczenia celów opancerzonych pociskami naprowadzającymi się na cel w końcowej fazie lotu. Koncepcja ta polega na wykorzystaniu pocisku artyleryjskiego jako nośnika kilku (zwykle dwóch) podpocisków wyposażonych w detektory pozwalające na wykrycie i identyfikację celu oraz naprowadzenie głowicy na cel. W Niemczech nad programem SMar155 (Sensorfuzed Munition for the Artillery 155 mm) pracuje

firma GIWS. Zaprojektowany pocisk zawiera dwa podpociski z głowicami bojowymi niszczącymi cel rdzeniem formowanym wybuchowo (tzw. efekt kumulacji odwrotnej). Wykrywanie celów realizowane jest przez czujniki promieniowania podczerwonego i fal milimetrowych. Podpociski opadają na spadochronach i rotując przeszukując teren. W momencie, gdy cel zostanie wykryty i zidentyfikowany jako wóz opancerzony, następuje detonacja ładunku głowicy i cel zostaje rażony strugą metalu o dużej energii kinetycznej. Amunicję o podobnej zasadzie działania opracowują wspólnie, francuska firma GIAT i szwedzka Bofors. Pocisk ten nosi nazwę BONUS. W Stanach Zjednoczonych realizowany jest program SADRAM.

2. Współczesne ładunki miotające do 155 mm haubic

Do współczesnych 155 mm dział polowych stosowane są wyłącznie naboje rozdzielnego ładowania. Ten typ naboju umożliwia łatwą zmianę ładunku miotającego odpowiednio do założonej odległości strzelania (a zatem i wymaganej prędkości początkowej pocisku).

Haubice polowe konstruowane w państwach zachodnich charakteryzują się zastosowaniem zamków umożliwiających zamknięcie i uszczelnienie komory naboju bez konieczności użycia łusek. W związku z tym ładunek miotający (proch) umieszczany jest w woreczkach, łączonych razem za pomocą taśm lub wkładanych do jednego pojemnika wykonanego z tkaniny. Poszczególne woreczki mają najczęściej różne wielkości, kształty i kolory, aby w warunkach stresu na polu walki, w ciemnościach itp. były łatwo rozróżnialne przez obsługę przygotowującą naboje do strzelania. Typowy ładunek woreczkowy do 155 mm haubicy przedstawiony jest na rys. 2.1. Mimo niewątpliwej zalety, jaką jest stosunkowo niska cena, ładunki woreczkowe mają dwie podstawowe wady:

- odejmowane w trakcie prowadzenia ognia woreczki „zaśmiecają” stanowisko ogniowe, stwarzają ogromne zagrożenie dla obsługi, ponieważ w czasie intensywnie prowadzonego strzelania nie ma czasu na przemieszczenie ich w oddalone miejsce;
- ładunki tego typu nie są podatne na stosowanie w zmechanizowanych i automatycznych systemach ładowania. W konstruowanych systemach jedynie pociski są ładowane do lufy z wykorzystaniem podajników mechanicznych, natomiast ładunki miotające, dostarczane na stanowisko ogniowe w pojemnikach lub skrzyniach, są dobierane i ładowane ręcznie.



Rys. 2.1. Ładunek woreczkowy firmy Royal Ordnance

W końcu lat osiemdziesiątych powstała koncepcja zbudowania ładunków miotających do dział polowych wykorzystując technologię spalających się łusek stosowanych w amunicji czołgowej. Pomysł polegał na umieszczeniu materiału miotającego (prochu) w cylindrycznych, sztywnych „pudełkach” wykonanych z materiału spalającego się, a jednocześnie posiadającego dużą wytrzymałość mechaniczną i zabezpieczającego proch przed oddziaływaniem czynników atmosferycznych. Poszczególne „pudełka” po połączeniu ich (najlepiej na „wcisk”) tworzyć miały kolejne ładunki.

Impulsem do zwiększenia intensywności prac nad nową koncepcją nazwaną MPCS (Modular Propellant Charge System) było przyjęcie przez Francję, Niemcy, Wielką Brytanię i Stany Zjednoczone wspólnych wymagań balistycznych dla nowego typu haubicy polowej (Joint Ballistics Memorandum of Understanding – JBMoU).

W porozumieniu określono, że nowa 155 mm haubica polowa będzie miała lufę o długości 52 kalibrów, a objętość komory ładunkowej wyniesie 23 dm³. Maksymalnym ładunkiem miotającym będzie ładunek nr 6 (w państwach NATO, w przeciwieństwie do przyjętego w Związku Radzieckim systemu oznaczania ładunków, czym wyższy jest nr ładunku tym ładunek jest większy), który pozwoli uzyskać prędkość początkową pocisku ok. 945 m/s. Natomiast ładunek nr 5 będzie ładunkiem maksymalnym do dotychczas stosowanych 155 mm haubic o długości lufy 39 kalibrów i objętości komory ładunkowej 18,5 dm³.

Założone ładunki, prędkości początkowe pocisków i strefy strzelania dla haubicy L52 i pocisku L15A1, przyjętego jako typowy pocisk konwencjonalny w państwach NATO, podane są w tabeli 2.1.

Tabela 2.1

Ładunek nr	Prędkość początkowa pocisku (m/s)	Strefa strzelania (km)
1	300	3,2 – 7,6
2	425	5,4 – 11,7
3	525	7,3 – 14,5
4	687	10,4 – 19,8
5	822	13,4 – 24,5
6	945	16,9 – 30,0

Parametry balistyczne i konstrukcyjne haubicy L52 są tak dobrane, aby przy strzelaniu z użyciem ładunku nr 5 uzyskać prędkość początkową ok. 822 m/s – taką samą, jaką uzyskuje się używając tego ładunku przy strzelaniu z haubicy o długości lufy 39 kalibrów.

Takie rozwiązanie pozwala na uproszczenie systemów kierowania ogniem i ułatwia planowanie wsparcia ogniowego artylerii w przypadku, gdy używane są jednocześnie działa nowej i starszej generacji.

Niemiecka firma Rheinmetall W&M wdrożyła do produkcji modułarne ładunki miotające MTL5 – DM 72 (rys.2), przeznaczone dla 155 mm haubicy samobieżnej PZH 2000 (6 modułów), a także dla 155 mm haubicy samobieżnej M 109A3G i ciągniętej FH-70 (5 modułów).



Rys. 2.2. System ładunków modułowych DM72 (fot. Rheinmetall)

Przystępując do prac projektowych założono, że wszystkie moduły będą miały identyczną budowę, masę, wymiary i jeden rodzaj prochu. Każdy moduł posiada z jednej strony kołnierz, w który wciskany jest następny moduł tworząc jednolity, sztywny walec. W ten sposób uzyskuje się kolejne ładunki dołączając kolejne moduły. W module znajduje się odmiędzacz

w postaci folii cynkowej. Wewnątrz umieszczony jest centralnie zapłonnik i przekaźnik płomienia w celu uzyskania jak najbardziej równomiernego zapłonu wszystkich modułów wchodzących w skład ładunku. Ładunek miotający należy do grupy materiałów tzw. „mało wrażliwych” to znaczy nie wybuchają przy trafieniu pociskiem z broni małokalibrowej.

Maksymalne ciśnienie graniczne gazów prochowych wynosi 415 MPa, natomiast średnie ciśnienie maksymalne przy strzelaniu w temperaturze normalnej (21⁰C) kształtuje się na poziomie 330MPa. Różnica pomiędzy ciśnieniem oddziaływującym na zamek i na pocisk jest mniejsza niż 75 MPa. Uchylenie standardowe prędkości początkowej pocisku nie przekracza 2 m/s dla wszystkich ładunków. Badania strzelaniem potwierdziły przyjęte założenia projektowe dla ładunków od nr 3 do nr 6. Przy strzelaniu z użyciem ładunku nr 1 i nr 2 wystąpiły problemy ze stabilnością spalania się materiału miotającego zwłaszcza w niskich temperaturach strzelania. Problemów tych nie udało się usunąć i jedynym możliwym rozwiązaniem pozostało wprowadzenie innego typu modułu dla stref strzelania nr 1 i nr 2. Moduły te oznaczone symbolem DM 82, różnią się wymiarami od DM 72 (aby uniknąć pomyłek), wypełnione są prochem o mniejszej grubości warstwy palnej a obudowa ma kolor brązowy.

We Francji (GIAT) opracowano także system ładunków modularnych przeznaczonych dla 155 mm haubic GCT AUF 2 i CRUSADER, jak również możliwych do stosowania we wszystkich innych działach tego kalibru spełniających porozumienia JBMoU. Podobnie jak w systemie firmy Rheinmetall występują dwa typy modułów:

- dla stref nr 1 i nr 2 – Bottom Charge Module (BCM);
- dla stref nr 3 do nr 6 – Top Charge Module (TCM).

Moduł BCM ma masę 2,0 kg i wypełniony jest prochem nitrocelulozowym, natomiast masa modułu TCM wynosi 2,6 kg a materiałem miotającym jest proch nitroguanidynowy. W tabeli 2.2 zestawiono prędkości początkowe pocisków przy strzelaniu z haubicy o długości lufy 52 kalibrów.

Tabela 2.2

Nr ładunku - liczba modułów	1 (BCM)	2 (BCM)	3 (TCM)	4 (TCM)	5 (TCM)	6 (TCM)
Masa sumaryczna ładunku (kg)	2,0	4,0	7,8	10,4	13,0	15,6
Prędkość pocz. pocisku (m/s)	320	435	575	700	821	945

W Stanach Zjednoczonych do opracowania ładunków modularnych (Modular Artillery Charge System - MACS) powstało konsorcjum złożone z Primex Technologies, Armtec Defense Products i Allied Techsystem. System ładunków oparty jest także na dwóch typach modułów. Dla ładunków nr 1 i nr 2 jest to moduł XM231 o masie 1,8 kg, wypełniony drobnym prochem ziarnistym M 1SP. Średnica modułu wynosi 154,9 mm, a wysokość 152,4. Dla ładunków nr 3 do nr 6 używany jest moduł XM 232 o masie 2,7 kg z prochem M 30A1 MP7 (7 - kanalikowy). Średnica XM232 wynosi 150,6 mm, wysokość – 157,5 mm. W celu szybszej identyfikacji, oprócz nieco innego kształtu moduły XM 231 mają kolor zielony, a XM232 – jasnobrązowy. Ładunki MACS projektowane były przede wszystkim dla nowej 155 mm haubicy CRUSADER, lecz oczywiście mogą być stosowane także do starszych wzorów dział połowych.

Znana brytyjska firma Royal Ordnance opracowała również ładunki modularne złożone z dwóch typów modułów RO 610 i RO 600. Moduł RO 610 przeznaczony jest do kompletowania ładunków nr 1 i nr 2, a moduł RO 600 dla pozostałych (od nr 3 do nr 6). Konstrukcja obu modułów jest identyczna jednak dla łatwego rozróżniania na polu walki (także w ciemnościach) obudowa RO 610 jest uźebrowana.

Mimo pozytywnych wyników badań system RO 610 i RO 600 nie będzie prawdopodobnie wdrożony do produkcji, gdyż brytyjskie Ministerstwo Obrony zamówiło dla AS 90 ładunki miotające w południowo-afrykańskiej firmie SOMCHEM.

W Republice Południowej Afryki zakłady SOMCHEM, będące częścią koncernu DENEL, produkują ładunki modularne do 155 mm haubic o długości lufy 45 kalibrów (G-5, G-6) oraz 52 kalibrów (zgodnych z JBMoU).

Modular Propelling Charge System (MPCS) przeznaczony jest dla haubic opartych na konstrukcji znanego działa GC-45 zaprojektowanego przez zespół dr Bulla.

System składa się z czterech typów modułów, z których zestawia się 5 ładunków:

- Ładunek nr 1 – moduł 1 (M51A1),
- Ładunek nr 2 – moduł 2 (M52A1),
- Ładunek nr 3 – moduł 2 + moduł dodatkowy (increment),
- Ładunek nr 4 – moduł 2 + 2 x moduł dodatkowy,
- Ładunek nr 5 – moduł 3 (M53A2).

Producent podkreśla, że specjalnie dobrane składniki ładunków M53A2 powodują małe zużycie przewodu lufy. Podawana żywotność lufy haubicy G-5 wynosi powyżej 4000 strzałów na ładunku nr 5 (M53A2). Przy tej ilości strzałów średnica lufy w rejonie stożka przejściowego wzrasta o ok. 1,7 mm.

Dla haubic o długości lufy 52 kalibrów przeznaczony jest system modułów M90 BMCS (Bi – Modular Propelling Charge System). W skład BMCS wchodzi dwa typy modułów: M91 – tworzący dwa pierwsze ładunki oraz M92, z których składa się ładunki od nr 3 do nr 6. M90 BMCS został wybrany przez Wielką Brytanię do stosowania w haubicach AS/152. Podstawową zaletą systemu jest niska erozyjność ładunków przyczyniająca się do uzyskania dużej żywotności lufy. DENEL podaje, że żywotność lufy przekracza 2500 strzałów przy strzelaniu z użyciem ładunku nr 6.

Tabela 2.3. Dane techniczne systemu ładunków BMCS

Ładunek	M91A1	M92A1
Długość (mm):		
1 moduł	167	
2 moduły	309	
3 moduły		461
4 moduły		608
5 modułów		755
6 modułów		902
Średnica (mm)	158	158
Masa jednego modułu (kg)	1,8	2,6
Zakres temperatur stosowania	- 46 ⁰ C do + 63 ⁰ C	

Tabela 2.4. Podstawowe parametry balistyczne przy strzelaniu z haubicy L39 pociskiem L15 w temp. + 21⁰C:

Nr ładunku	1	2	3	4	5
Prędkość początkowa (m/s)	335	500	555	690	830
Donośność maks. (km)	8,85	13,50	14,20	18,64	24,950
Ciśnienie maks. (MPa)	75	180	110	180	330

Tabela 2.5. Podstawowe parametry balistyczne przy strzelaniu z haubicy L52 pociskiem L15 w temp. + 21⁰C:

Nr ładunku	1	2	3	4	5	6
Prędkość początkowa (m/s)	335	500	568	695	825	945
Donośność maks. (km)	8,85	13,50	14,30	18,85	24,60	30,00
Ciśnienie maks. (MPa)	65	150	100	150	240	340

Przedstawiony powyżej przegląd prac nad systemami modularnych ładunków miotających wskazuje jak dużą wagę przywiązuje się w świecie do tego problemu. Praktycznie każdy z liczących się producentów uzbrojenia artyleryjskiego przystąpił do opracowywania własnego systemu tego typu ładunków. Większość z nowo opracowanych ładunków jest w pełni zamienialnych, ponieważ spełniają wymagania JBMoU.

Intensywność prac nad ładunkami modularnymi i ich szeroki zasięg, pozwala przypuszczać, że w ciągu kilku najbliższych lat staną się one standardem światowym powszechnie stosowanym w całej artylerii polowej.

3. Pociski zasadniczego przeznaczenia do 155 mm haubic

Podstawowym rodzajem amunicji do haubic polowych pozostaje nadal amunicja z pociskami odłamkowo-burzącymi. Wielu specjalistów przewidywało, że zostanie ona wyparta przez amunicję kasetową. Wydaje się jednak, że amunicja odłamkowo-burząca (HE) pozostanie w uzbrojeniu jeszcze bardzo długo. Zwłaszcza, że prowadzone są prace badawcze (głównie w USA) nad zwiększeniem dokładności strzelania na dalekie odległości przy użyciu pocisków typu HE, co radykalnie poprawi efektywność strzelania.

W tabeli nr 3.1 zestawiono dane najbardziej charakterystycznych wzorów amunicji odłamkowo-burzącej, a w tabeli nr 3.2 - amunicji kasetowej. Pociski odłamkowo-burzące elaborowane są trotylem (TNT), mieszaniną trotylu i heksogenu w stosunku 50:50 lub 40:60 (TNT, RDX), kompozycją B (mieszanina trotylu i heksogenu z dodatkiem oktogenu). Na uwagę zasługuje fakt, że w Stanach Zjednoczonych ostatnio powrócono do napełniania pocisków HE trotylem. Prawdopodobnie wynika to z dążenia do uzyskania właściwych proporcji pomiędzy efektem burzącym i odłamkowym w wyniku eksplozji pocisku HE oraz większej stabilności trotylu podczas składowania w różnych warunkach otoczenia.

Tabela 3.1. Amunicja odłamkowo-burząca do haubic kalibru 155 mm

Dane	USA 155 mm M107	USA 155 mm M795	RFN 155 mm DM121	RFN 155 mm DM131 BB	Holandia 155 mm ERFB- BB	W.Brytania 155 mm L15A1	RPA 155 mm M0121	RPA 155 mm M0121 BB
Masa pocisku /kg/	46,22	46,22	43,50	44,5	47	43,35	43,4	43,4
Masa ładunku kruszącego /kg/	6,62	10,8	11,4	9,2	8,71	11,3	8,8	8,8
Rodzaj materiału wybuchowego	comp.B lub trotyl	trotyl	comp.B lub PBX	comp.B lub PBX	trotyl/ heksogen	trotyl/ heksogen lub comp.B	comp.B lub PBX	comp.B lub PBX
Prędkość początkowa /m/s/ (długość lufy)	685 (25 kal.)	797 (39kal.)	945 (52kal.) 820 (39kal.)	945 (52kal.) 820 (39kal.)	895 (45kal.)	827 (39 kal.)	930 (52kal.) 820 (39kal.)	945 (52kal.) 840 (39kal.)
Donośność maksymalna /m/	18100	22600	30300 24700	40000 31500	39000	24700	30000 25000	40000 30000
Maks. ciśnienie gazów proch. /MPa/					350		320	335
Zapalnik	M728, M557 lub zbliżeniowy M732, M728	jak M107			M557, M564	L106A2 L85A2 L11A1	STD NATO	STD NATO

Tabela 3.2. Amunicja kasetowa do haubic kalibru 155 mm

Dane	USA 155 mm M483A1	Francja 155 mm ERFB-BB Nr 269	Niemcy 155 mm DM642	Niemcy 155 mm DM662 BB	RPA 155 mm M2001	RPA 155 mm M2001 BB
Masa pocisku /kg/	46,54	46,22	47	47	43,4	43,4
Liczba podpocisków	64 M42 + 24 M46	56	63 DM1383	49 DM1383	42	42
Typ podpocisków	kumulacyjno-odłamkowe					
Rodzaj materiału wybuchowego	comp.A5	comp.A5	comp.A5	comp.A5	comp.A5	comp.A5
Masa mat. wybu- chowego w podpoci- sku /g/	30,5	30				
Prędkość począt- kowa /m/s/	797 (lufa 39 kal.)	895 (lufa 45 kal.)	802 (lufa 39kal.)	802 (lufa 39kal.)	930 (lufa 52kal.) 820 (lufa 39kal.)	948 (lufa 52kal.) 840 (lufa 39kal.)
Donośność maksy- malna /m/	22600	38300	27100 22400	35900 28500	25000 30000	40000 31000
Max.ciśnienie gazów proch. /MPa/		345			320	340
Zapalnik	ET M742, MTSQM577	MTSQ M577	MTSQ DM163 M577	MTSQ DM163 M577		

4. Prace nad pociskami dalekonośnymi precyzyjnego rażenia

Zwiększenie precyzji trafienia pocisków artyleryjskich poprzez dosterowanie ich na końcowym odcinku toru lotu było praktycznie do niedawna niemożliwe ze względu na brak odpowiednich układów elektronicznych.

Pierwszym pociskiem artyleryjskim kalibru 155 mm wprowadzonym do uzbrojenia wojsk był amerykański pocisk M712 *Copperhead*. Prace nad nim rozpoczęto w 1970 roku. Pierwsze pociski przekazano do jednostek wojskowych w 1983 roku. W 1990 produkcję wstrzymano. Pociski M712 przeznaczone były początkowo do zwalczania celów opancerzonych, później były używane także do zwalczania innych celów punktowych. Efektywność jednak była niewielka z uwagi na zastosowaną głowicę o działaniu kumulacyjnym. Pocisk kierowany jest na cel wskazany za pomocą laserowego urządzenia, które może znajdować się na pojazdach, śmigłowcach lub być przenoszone przez wysuniętych obserwatorów. Donośność pocisku wynosi 16000 m (tor lotu ślizgowy), przy prędkości początkowej 577 m/s. Zwiększenie donośności maksymalnej nie było możliwe z uwagi na ograniczenie wynikające z wytrzymałości układów sterujących na występujące w momencie strzału przeciążenia (dopuszczalne maksymalne przeciążenie wynosi 8100g). Koszt pocisku M712 w latach 80-tych wyniósł około 35 tysięcy dolarów.

Znacznie bardziej uniwersalnym pociskiem artyleryjskim kalibru 155 mm jest rosyjski pocisk *Krasnopol-M* (*KM-2*), który jest wersją eksportową używanych w Rosji pocisków kalibru 152 mm *Krasnopol – 3OF39*. Pocisk posiada głowicę odłamkowo-burzącą zawierającą ok. 6,2 kg materiału wybuchowego. Umożliwia ona zwalczanie zarówno celów opancerzonych (atak z górnej półsfery) jak i bunkrów i umocnień polowych. Masa pocisku została

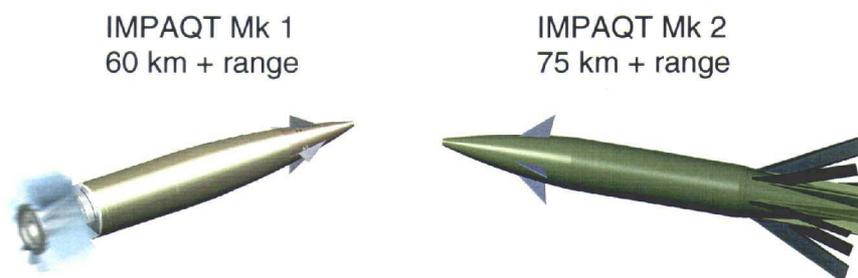
zmniejszona w stosunku do pierwotnej wersji do 43 kg. Donośność maksymalna wynosi 20 km (dla haubic o długości lufy 52 kal. może sięgać 22 km). Ograniczenia wynikające z przeciążeń pocisku w czasie strzału są zbliżone jak dla pocisku M712 (wydłużenie zasięgu uzyskano przez zastosowanie gazogeneratora BB).

Metoda kierowania pocisku na cel jest identyczna jak w pocisku amerykańskim tj. konieczne jest podświetlenie celu wskaźnikiem laserowym do momentu uderzenia pocisku w cel. Zasięg wskaźnika laserowego (7000 m) wymaga, aby obserwatorzy znajdowali się dość blisko celu i mieli zapewnioną bezpośrednią widoczność. Wskaźnik celu w wersji przenośnej ma masę 45 kg. Cena pocisku *Krasnopol-M* wynosi 30 – 55 tys. dolarów. Ponieważ według szacunków rosyjskich efektywność pocisku jest 20 do 50 razy większa od pocisku konwencjonalnego bezpośredni koszt zniszczenia punktowego celu jest zbliżony do kosztów amunicji odłamkowo-burzącej. Znacznie jednak maleją koszty dowozu amunicji oraz niewymierne kosztowo zmniejszenie zniszczeń wokół celu, zwłaszcza w gęsto zaludnionych terenach.



Rys. 4.1. Rosyjski 155 mm pocisk *Krasnopol*

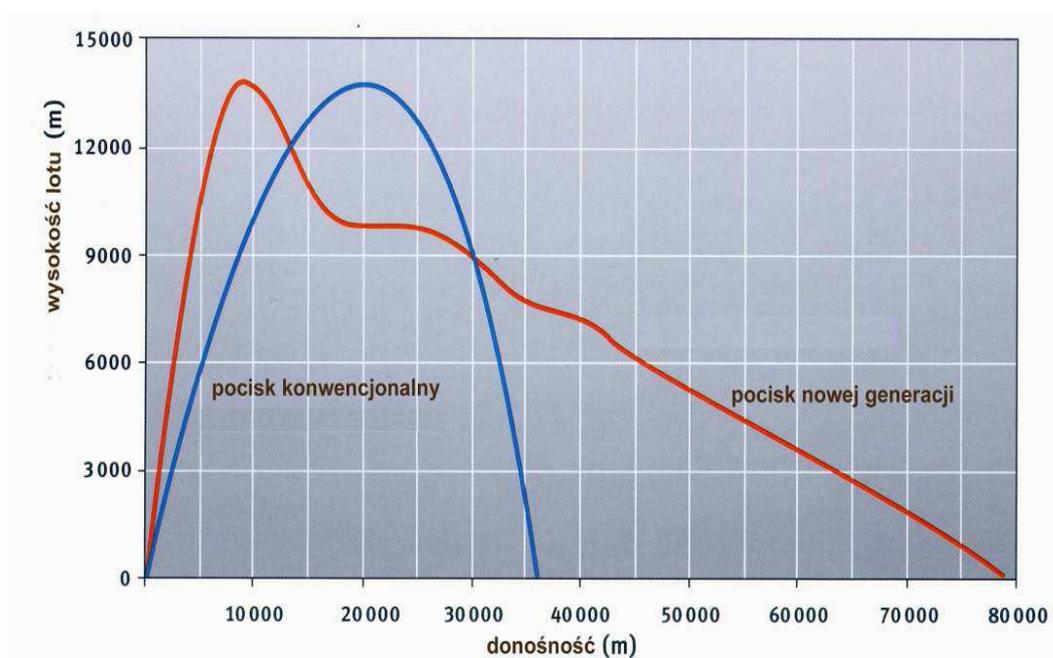
Aktualnie w wielu ośrodkach prowadzone są prace mające na celu osiągnięcie większej donośności i dokładności trafienia pocisków. Trwające obecnie badania dotyczące 155 mm amunicji kierowanej mają na celu zapewnienie możliwości korekty toru lotu pocisku oraz zwiększenia donośności maksymalnej nawet do 80 km. Jedną z koncepcji niemieckiej firmy Rheinmetall zakłada wyposażenie 155mm pocisku nowej generacji w brzechwy stabilizujące z możliwością sterowania aerodynamicznego z wykorzystaniem systemu GPS.



Rys. 4.2. Koncepcje pocisków firmy Bofors



Rys. 4.3. Koncepcja pocisku dalekiego zasięgu z korekcją toru lotu firmy Rheinmetall



Rys. 4.4. Wykres toru lotu pocisku dalekiego zasięgu firmy Rheinmetall

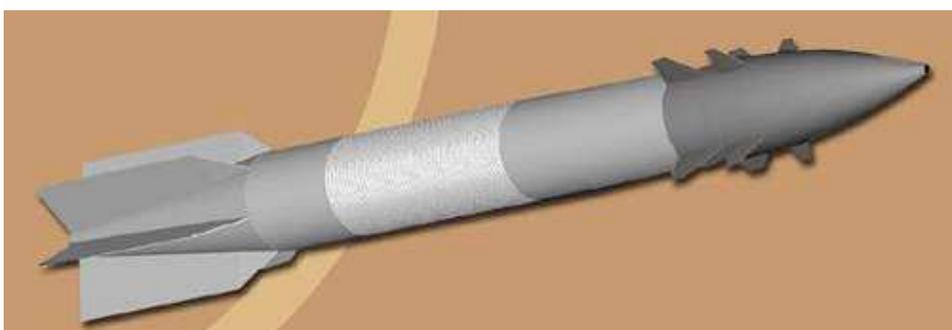
Podobne prace prowadzone są w szwedzkiej firmie Bofors; gdzie opracowano koncepcje dwóch 155 mm kierowanych pocisków artyleryjskich IMPAQT Mk 1 i Mk 2 o donośności odpowiednio 60 i 75 km, przeznaczonych do precyzyjnego rażenia celów.

Prace nad nowoczesną amunicją artyleryjską prowadzi amerykańska firma Raytheon. 155 mm pocisk Excalibur (XM982), wyposażony w system GPS-INS oraz stabilizatory, przeznaczony będzie do 155mm haubic M109A6 Paladin, gdzie przewiduje się osiągnięcie przez pocisk maksymalnej donośności 37 km.



Rys. 4.5 Rodzina pocisków Excalibur: (od góry) pocisk kasetowy z granatami kumulacyjno-odłamkowymi, pocisk z dwoma podpociskami przeciwpancernymi, pocisk do niszczenia umocnień betonowych

Włoska firma OTO Melara przeprowadziła w 2004 roku pierwsze badania na poligonie Nettuno 127 i 155 mm pocisków Vulcano. Pocisk kalibru 127 mm przeznaczony jest dla armat okrętowych, natomiast 155 mm dla haubic polowych. Są to pociski odłamkowo-burzące podkalibrowe. Dzięki temu po odrzuceniu sabotu posiadają one kształt strzały zmniejszający znacznie opór czołowy. Donośność pocisków Vulcano ma przekraczać 80 km. Wyposażone będą w urządzenie do korekcji toru lotu. Masa pocisku w lufie wynosi 29 kg i 18 kg na torze lotu. Prędkość początkowa przy strzelaniu z haubicy z lufą o długości 52 kalibry wynosi 1150 m/s.



Rys. 4.6. Pocisk Vulcano (po odrzuceniu sabotu)

4. Podsumowanie

Przedstawione powyżej analizy dotyczące użytkowanej i będącej w fazie opracowywania amunicji do 155 mm haubic polowych wskazują, że podstawowymi pociskami są:

- pociski odłamkowo-burzące i kasetowe o donośności do 30 km,
- pociski odłamkowo-burzące i kasetowe z gazogeneratorem o donośności do 40 km.

Do strzelania w/w pociskami używa się sześciomodułowych ładunków miotających zapewniających prędkość początkową 920÷945 m/s.

W Wojskowym Instytucie Technicznym Uzbrojenia w ostatnich latach zaprojektowano i wdrożono do produkcji szereg wzorów nowej amunicji (amunicja kasetowa kalibru 122 mm i 98 mm, amunicja odłamkowo-burząca i podkalibrowa do 120 mm armat czołgowych wraz z ładunkami miotającymi) charakteryzujących się porównywalnymi do konstrukcji zagranicznych własnościami technicznymi.

Wykorzystując te doświadczenia możliwe jest opracowanie i wdrożenie do produkcji podstawowych typów pocisków i ładunków miotających spełniających wymagania współczesnego pola walki w stosunkowo krótkim czasie (3-4 lata).

Opracowanie pocisków dalekonośnych o donośności 60 ÷ 80 km o zwiększonej precyzji trafienia wymaga podjęcia w kraju prac badawczych zwłaszcza w zakresie systemów korekcji toru lotu oraz określenia przez użytkownika wymagań odnośnie metody naprowadzania pocisku na cel.

Literatura

- [1] Hogg I.V.: Artyleria dwudziestego wieku, Bellona, Warszawa, 2001.
- [2] Jane's Ammunition Handbook 2006-2007.
- [3] Jane's Armour and Artillery Handbook 2006-2007.
- [4] Kostrow R., Magier M., Pankowski Z.: Artyleria XXI wieku, Oficyna drukarska Jacek Chmielewski, Warszawa, 2006.
- [5] Kostrow R., Makuszewski M., Studencki M.: Rakiety i artyleria wojsk lądowych, Bellona, Warszawa, 2001.
- [6] Magier M., Pankowski Z.: Amunicja odłamkowo-burząca artylerii polowej. Nowa Technika Wojskowa Nr 11/2005, s. 20÷23.
- [7] Pankowski Z.: Artyleria wiecznie młoda. MON, Warszawa, 1984.
- [8] Witkowski I.: Broń przeciwpancerna, Lampart, Warszawa, 1996.
- [9] Woźniak R. i inni: Najnowsze uzbrojenie na świecie, Bellona, Warszawa, 2006.
- [10] Materiały reklamowe firm: BAE Systems, Bofors Defense AB, Denel, GIAT, OTO Melara, Rheinmetall, United Defense.
- [11] Materiały internetowe:
 - <http://www.army-technology.com>,
 - <http://www.ArmyRecognition.com>,
 - <http://www.army-technology.com>,
 - <http://www.warfare.ru>.