**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Факультет комп’ютерних наук та кібернетики

Кафедра математичної інформатики

Реферат

На тему:

**SpaceX. Діяльність успішної компанії впродовж останніх 20 років**

Виконав студент 4-го курсу

Волохович Ігор Ігорович

КИЇВ 2021

1. **Історія створення**

У 2001 році Маск розробив концепцію "Марсового оазису" - проекту висадження на Марсі мініатюрної експериментальної теплиці, що містить насіння з зневодненим гелем, для вирощування рослин на марсіанській землі , "отже, це буде найдальше, ніж коли-небудь подорожувало життя" 1 в спробі повернути інтерес суспільства до вивчення космосу та збільшити бюджет НАСА . 2 3 4 Але Маск зрозумів, що навіть з набагато більшим космічним бюджетом подорож на Марс буде надмірно дорогою без принципового прориву в ракетних технологіях. 4 У жовтні 2001 року Маск відправився до Москви з Джимом Кантреллом (аерокосмічним приладдям) та Адео Рессі (його найкращий друг з коледжу), щоб придбати відремонтовані МБР ( Дніпро ), які могли б відправити передбачуваний корисний вантаж у космос.

Група зустрічалася з такими компаніями, як Lavochkin та ISC Kosmotras . Однак, за словами Кантрелла, Маск розглядався як новачок і, отже, на нього плюнув один з головних російських дизайнерів, і група повернулася до США з порожніми руками. 6 У лютому 2002 року група повернулася до Росії для пошуку трьох МБР, привівши Майка Гріффіна, який працював у відділі венчурного капіталу ЦРУ, In-Q-Tel ; Лабораторія реактивного руху НАСА ; і якраз залишав Orbital Sciences Corporation , виробника супутників і космічних кораблів. Група знову зустрілася з Космотрасом, і їм запропонували одну ракету на 8 мільйонів доларів США. Однак це було розцінено Маском як занадто дороге, і Маск покинув зустріч. Під час зворотного рейсу Маск зрозумів, що може створити компанію, яка зможе побудувати доступні ракети, які йому потрібні. За словами раннього інвестора Tesla і SpaceX Стіва Юрветсона, Маск підрахував, що сировина для побудови ракети насправді становила лише 3 відсотки від ціни продажу ракети на той час. Застосовуючи вертикальну інтеграцію - головним чином з міркувань витрат; 5 близько 85% всього автомобіля Falcon / Dragon виробляється власноруч 8 9 - і модульний підхід від програмної інженерії ( Falcon 9використовує 9 двигунів Merlin, які були протестовані на одномоторному Falcon 1 , Falcon Heavy використовує три підсилювальні каскади Falcon 9), SpaceX може знизити ціну запуску в десять разів і при цьому мати 70-відсотковий валовий прибуток . Ще однією причиною вертикальної інтеграції було переконання Маск у тому, що багаторазові ракети не можна будувати за допомогою компонентів існуючих аерокосмічних постачальників. Наприклад, SpaceX довелося сконструювати машину, яка могла б перемішувати зварювальний сплав алюмінієво-літієвим сплавом для конструкції планера Falcon 9, оскільки такої машини не існувало. За словами Маск, SpaceX розпочав з найменшої корисної орбітальної ракети (Falcon 1, яка має близько півтонни на орбіті), замість того, щоб будувати більш складну та ризиковану ракету-носій, яка могла вийти з ладу та збанкрутувати компанію.

На початку 2002 року Маск шукав співробітників для нової компанії і звернувся до ракетного інженера Тома Мюллера , який зараз є технічним директором космічної галузі SpaceX. Вперше штаб-квартира SpaceX розташована на складі площею 75000 квадратних футів в Ель-Сегундо, штат Каліфорнія . Маск вирішив, що перша ракета SpaceX отримає ім'я Falcon 1 , що вказує на " Сокіл тисячоліть " зоряних воєн . Маск планував перший випуск Falcon 1 відбутися в листопаді 2003 року, через 15 місяців після створення компанії.

У січні 2005 року SpaceX придбала 10% акцій компанії Surrey Satellite Technology . До березня 2006 року Маск вклав у компанію 100 мільйонів доларів США .

4 серпня 2008 року компанія SpaceX прийняла ще 20 мільйонів доларів США від Фонду засновників . 16 На початку 2012, приблизно дві третини компанії належали її засновнику і його 70 млн акцій , то, по оцінках, коштує $ 875 млн на приватних ринках , 18 , який приблизно оцінюється SpaceX в 1,3 $ млрд , як від лютого 2012 р. 19 Після польоту COTS 2+ у травні 2012 р. оцінка приватного капіталу компанії майже подвоїлася до 2,4 млрд. дол.

16 червня 2009 року SpaceX оголосив про відкриття свого Департаменту безпеки та забезпечення місій космонавтів. Він найняв колишнього астронавта НАСА Кена Бауерсокса для нагляду за відомством на посаді віце-президента компанії. Однак з тих пір повідомлялося, що згодом колишній космонавт покинув SpaceX наприкінці 2011 року. Причин не було вказано, а заміщення на цій посаді не оголошено.

У 2012 році SpaceX оголосив стартову ціну 57 мільйонів доларів на Falcon 9, тоді як Arianespace рекламував стартову ціну 137 мільйонів доларів за запуск.

У 2012 році первинне публічне розміщення акцій (IPO) було сприйнято як можливе до кінця 2013 року , але тоді Маск заявив у червні 2013 року, що планує відкласти будь-яке потенційне IPO до тих пір, поки " Марсовий колоніальний транспортер не буде регулярно літати", , і це було повторено в 2015 році, вказуючи, що пройде багато років, перш ніж SpaceX стане публічною компанією, де Маск заявив, що "я просто не хочу, щоб SpaceX контролювався деякими приватна інвестиційна фірма, яка буде доїти її для короткострокових доходів " 29З часу заснування компанія швидко зростала, зросла зі 160 працівників у листопаді 2005 р. До понад 500 до липня 2008 р. До понад 1100 у 2010 р. 30 31 1800 на початку 2012 р. 32 та 3000 на початку 2013 р. . 33 компанія виросла до 3,800 співробітників і підрядників до жовтня 2013 року , 34 і була «майже 5000» в наприкінці 2015 року 35 і в лютому 2016 року 36

Після спаду вибуху стартової панелі , SpaceX успішно повернувся до польоту 14 січня 2017 року, випустивши супутники Iridium . 19 лютого 2017 року Falcon 9, що несе CRS-10, здійснив перший запуск з пускового комплексу 39 А. Космічного центру Кеннеді. Першим етапом запуску, запланованого на кінець лютого 2017 року, буде відновлення. та відремонтований з 8 квітня 2016 р.

23 травня 2019 року SpaceX успішно розгорнув перші 60 із приблизно 12 000 супутників у запланованому Starlink - який він має на меті використовувати для забезпечення мережевих комунікацій з низькою затримкою через велике сузір'я на низькій орбіті Землі (LEO).

30 травня 2020 року SpaceX успішно вивів на орбіту космічного корабля Crew Dragon двох астронавтів NASA ( Дуглас Херлі і Роберт Бенкен ) під час SpaceX Demo-2 , зробивши SpaceX першою приватною компанією, яка направила астронавтів на Міжнародну космічну станцію і відзначила першу запуск екіпажу з американської землі через 9 років. Місія стартувала з пускового комплексу 39А Космічного центру Кеннеді у Флориді. SpaceX Demo-2 успішно стикується з МКС 31 травня 2020 р. і повертає астронавтів безпечно 2 серпня 2020 р.

1. **Які нові продукти та послуги запропонувала компанія**

**Ракети-носії**

Посадка першого етапу Falcon 9 Block 5 на мисі Канаверал у липні 2019 року - технології VTVL використовуються у багатьох ракетах-носіях SpaceX.

Falcon 1 - це мала ракета, здатна вивести кілька сотень кілограмів на низьку земну орбіту . 115 Він функціонував як ранній випробувальний стенд для розробки концепцій та компонентів для великого Falcon 9. 115 Falcon 1 зробив спробу п'яти польотів між 2006 і 2009 рр. З Falcon 1, коли Маск оголосив про свої плани щодо цього перед підкомітетом у Сенату в 2004 р. він обговорив, що Falcon 1 буде "єдиною у світі орбітальною ракетою, що використовується повторно", крім космічного човника . 116 28 вересня 2008 року, з четвертої спроби, Falcon 1 успішно вийшов на орбіту, ставши першою приватною ракетною системою, що працює на рідкому паливі. 117

Falcon 9 - це сертифікована NSSL ракета-носій середньої підйомності, здатна доставити на орбіту до 22 800 кілограмів (50 265 фунтів), конкуруючи з ракетами Delta IV та Atlas V , а також іншими ракетами-носіями по всьому світу. На першому етапі він має дев'ять двигунів Merlin . 118 Фалькон 9 v1.0 ракета успішно досягла орбіти на своїй першій спробі на 4 червня 2010 року Його третій польоту, COTS Demo Flight 2 , запущений 22 травня 2012 року , і був перший комерційний космічний корабель , щоб досягти і стикування з Міжнародною Космічна станція (МКС). 119 Автомобіль було модернізовано доFalcon 9 v1.1 у 2013 році, Falcon 9 Full Thrust у 2015 році і, нарешті, до Falcon 9 Block 5 у 2018 році. Станом на 20 січня 2021 року сім'я Falcon 9 та Heavy здійснила 106 із 108 успішних місій з однією невдачею, однією частковою успіху, і один транспортний засіб було знищено під час планових випробувань за кілька днів до запланованого запуску.

Falcon Heavy - це (NSSL) сертифікована ракета-носій важкої ліфтової техніки, здатна доставити до 63 800 кг (140 700 фунтів) на низьку орбіту Землі (LEO) або 26 700 кг (58 900 фунтів) на геосинхронну орбіту передачі (GTO) . Він використовує три дещо модифіковані ядра Falcon 9 першого ступеня із загальною кількістю 27 1D двигунів Merlin . 120 121

Falcon Heavy успішно здійснив свою інавгураційну місію 6 лютого 2018 року, випустивши персональний Tesla Roadster Муска на геліоцентричну орбіту 122 На момент свого першого запуску SpaceX описав їх Falcon Heavy як "найпотужнішу в світі ракету в експлуатації". 123

**Ракетні двигуни**

Двигун Merlin 1D , найчисленніший двигун SpaceX, проходить випробування на Ракетно-конструкторському комплексі SpaceX у Макгрегорі, штат Техас .

З часу заснування SpaceX у 2002 році компанія розробила три сімейства ракетних двигунів - Merlin та Kestrel, що вийшов у відставку, для запуску ракет-носіїв , а також рушії управління Draco . В даний час SpaceX розробляє один новий ракетний двигун: Raptor . В даний час SpaceX є найпродуктивнішим у світі виробником ракетних двигунів на рідкому паливі. 124 Merlin - це сімейство ракетних двигунів, розроблених SpaceX для використання на своїх ракетах-носіях . Двигуни Merlin використовують рідкий кисень (LOX) та RP-1як паливо в циклі живлення газогенератора. Спочатку двигун Merlin був розроблений для відновлення та повторного використання моря. Інжектор у центрі Merlin має тип штифта, який вперше був використаний у програмі Apollo для місячного посадкового двигуна. Харчові речовини подаються через один вал, подвійний турбонасос з робочим колесом . Kestrel - це ракетний двигун LOX / RP-1, що працює під тиском, і використовувався як основний двигун другого ступеня ракети Falcon 1. Він побудований на тій же архітектурі, що і двигун Merlin від SpaceX, але не має турбонасоса , а живиться лише під тиском бака . Його насадка також апалативно охолоджується в камері та горлірадіаційно охолоджується і виготовляється із високоміцного ніобієвого сплаву. Обидві назви двигунів Merlin та Kestrel походять від видів північноамериканських соколів: американська пустеля та мерлін . 125

Двигуни Draco - це гіперголічні ракетні двигуни з рідким паливом, які використовують монометилгідразинове паливо та окислювач тетроксиду азоту . Кожен рушій Драко створює тягу 400 Н (90 фунтів f ). 126 Вони використовуються як рушії системи управління реакцією (RCS) на космічному кораблі "Дракон" . 127

Двигуни SuperDraco - набагато потужніша версія двигунів Draco, які спочатку мали на меті використовуватись як двигуни посадки та запуску системи евакуації на Dragon 2 . Концепція використання ретро-ракет для посадки була скасована в 2017 році, коли було вирішено здійснити традиційний парашутний спуск і сплеск у морі. 128 Raptor - це нове сімейство повноцінних поетапних двигунів циклічного згоряння, що працюють на метані, і буде використовуватися в його майбутній системі запуску Starship. 129 Версії для розробки були випробувані в кінці 2016 року. 130 3 квітня 2019 року SpaceX провела успішне статичне випробування вогнем у Техасі на своєму Starhopperтранспортний засіб, який запалив двигун, поки транспортний засіб залишався прив’язаним до землі. 131 25 липня 2019 року SpaceX провів успішний тестовий стрибок на 20 метрів свого Starhopper . 132 28 серпня 2019 року Starhopper провів успішний випробувальний стрибок на 150 метрів. 133

**Космічний корабель Дракон**

Космічний корабель SpaceX Crew Dragon , призначений для доставки екіпажу до та з Міжнародної космічної станції в рамках програми комерційної екіпажу .

У 2005 році SpaceX оголосила про плани продовжувати комерційну космічну програму, призначену людьми, до кінця десятиліття. 134 Дракон - це звичайна балістична капсула з тупим конусом, яка здатна перевозити вантаж або до семи космонавтів на орбіту та далі. 135 У 2006 році NASA оголосило, що компанія була однією з двох, обраних для надання контрактів про демонстрацію поставки екіпажу та вантажів на МКС за програмою COTS. 136 SpaceX продемонстрував поповнення вантажів і, врешті-решт, послуги з перевезення екіпажу за допомогою Дракона. 119 Перший політ випробувальної статті "Дракон" відбувся в червні 2010 року з пускового комплексу 40 (SLC-40) на станції ВВС мису Канаверал(CCAFS) під час першого польоту ракети-носія Falcon 9 ; у макета Дракона бракувало авіоніки, теплозахисту та інших ключових елементів, які зазвичай потрібні для повноцінного космічного корабля, але містили всі необхідні характеристики для перевірки польотних характеристик ракети-носія. 137 Діючий космічний корабель Dragon був запущений в грудні 2010 року на борту COTS Demo Flight 1 , другого польоту Falcon 9, і безпечно повернувся на Землю після двох орбіт, виконавши всі цілі своєї місії. 138 У 2012 році Dragon став першим комерційним космічним кораблем, який доставив вантаж на Міжнародну космічну станцію, 119і з тих пір проводить регулярні послуги з постачання МКС. 139

У квітні 2011 року НАСА уклало контракт на 75 мільйонів доларів США в рамках своєї другої програми розвитку комерційного екіпажу (CCDev) на розробку SpaceX інтегрованої системи запуску для запуску Dragon в рамках підготовки до оцінки людиною транспортного засобу екіпажу. на МКС. 140 У серпні 2012 року НАСА присудило SpaceX тверду угоду про космічний акт із фіксованою ціною (SAA) з метою розробити детальний проект всієї транспортної системи екіпажу. Цей контракт включає численні основні технічні та сертифікаційні етапи, випробування на льотне випробування, льотне випробування з екіпажем та шість оперативних завдань після сертифікації системи. 141Очікується, що повністю автономний космічний корабель Crew Dragon стане однією з найбільш безпечних систем космічних апаратів. Багаторазовий за своєю природою Екіпажний Дракон запропонує НАСА заощадження. 141 SpaceX провела випробування порожнього драконного екіпажу на МКС на початку 2019 року, а пізніше цього року вони планують запустити екіпажний Дракон, який відправить американських астронавтів на МКС вперше після виходу з ладу космічного човника. у 2011 р. 142 143 У лютому 2017 р. SpaceX оголосив, що двоє потенційних космічних туристів внесли "значні депозити" для місії, яка б побачила, як двоє туристів літають на борту капсули Дракона навколо Місяця і назад .

На додаток до приватних планів SpaceX щодо майбутньої місії на Марс , Науково-дослідний центр NASA Ames розробив концепцію під назвою Червоний дракон : недорога місія на Марсі, яка використовувала Falcon Heavy як ракету-носій і трансмарсіанську інжекційну машину, а також Dragon капсула для входження в атмосферу Марса . Концепція спочатку задумувалася до запуску в 2018 році як місія NASA Discovery , а потім, як альтернатива, до 2022 року. 144 Цілями місії було б повернення зразків з Марса на Землю з часткою вартості власного повернення НАСА. на даний час прогнозована місія - 6 мільярдів доларів США.144 145 У вересні 2017 року Ілон Маск опублікував перші прототипи зображень своїх скафандрів, які будуть використані в майбутніх місіях. Костюм перебуває на етапі випробувань і призначений для роботи з тиском 2 атм (200 кПа; 29 фунтів на квадратний дюйм) у вакуумі. 146 147 Космічний корабель Crew Dragon вперше був відправлений у космос 2 березня 2019 року.

27 березня 2020 року SpaceX показав космічний корабель Dragon XL для доставки вантажів під тиском і без наддуву, експериментів та інших матеріалів до запланованого шлюзу NASA за контрактом на Gateway Logistics Services (GLS). 148 Обладнання, яке доставляють місії Dragon XL, може включати матеріали для збору зразків, скафандри та інші предмети, які можуть знадобитися астронавтам на Шлюзі та на поверхні Місяця , повідомляє NASA . Він буде запущений на ракетах SpaceX Falcon Heavy з майданчика 39A космічного центру Кеннеді у Флориді. Dragon X залишатиметься на шлюзі протягом 6-12 місяців за один раз, коли корисні вантажі всередині та зовні вантажного судна можуть експлуатуватися дистанційно, навіть коли екіпажів немає. 149 Її корисна вантажопідйомність, як очікується, буде більше 5 т (5000 кг; 11000 фунтів) до місячної орбіти.

7 грудня 2020 року SpaceX запустив новий вантажний Dragon на Космічну станцію для 100-го успішного польоту Falcon 9. Це перший запуск цього переробленого вантажного Dragon, а також перша місія нової серії місій CRS за оновленим контрактом з NASA. Він перевозить 2900 кг ваги для космічної станції та її екіпажу, а також експериментальні матеріали та обладнання для досліджень, що проводяться на станції. Ця версія Dragon може нести на 20% більше, ніж останній вантажний космічний корабель від SpaceX, і вона також має вдвічі більше шафк з електромережею для клімат-контрольованого транспортування експериментальних матеріалів.

**Багаторазова система запуску**

Багаторазова програма запуску SpaceX був публічно оголошена в 2011 році , і на етапі проектування було завершено в лютому 2012 року система повертає перший етап у вигляді Фалькона 9 ракети з заданою посадочним майданчиком , використовуючи тільки свої власні рухові системи.

Активна програма випробувань SpaceX розпочалася наприкінці 2012 року з тестування аспектів технології посадки на низькій висоті та низькій швидкості . У прототипи Falcon 9 виконана вертикальний зліт і посадка.

Високошвидкісні, високогірні аспекти прискореної технології повернення атмосфери почали випробовувати в кінці 2013 року і тривали до 2018 року, з 98% успіху на сьогоднішній день . В результаті мети Елон Маск про розробку більш економічних ракет - носіїв, SpaceX задуманий спосіб для повторного використання на першому етапі свого початкового ракети, в Falcon 9 , намагаючись пропульсивних вертикальних посадок на твердих поверхнях. Після того, як компанія визначила, що м'які посадки є можливими, торкнувшись Атлантичного та Тихого океану , вони почали спроби висадки на тверду платформу. SpaceX вперше досягла успішної посадки та відновлення першого етапу у грудні 2015 р. та у квітні 2016 р. перший прискорювач вперше успішно приземлився на автономному безпілотному кораблі космодрому (ASDS) «Звичайно, я все ще люблю тебе».

SpaceX продовжує виконувати посадки на першому етапі при кожному запуску на орбіті, що дозволяють запаси пального. До жовтня 2016 року, після успішної посадки, SpaceX заявила, що пропонує своїм клієнтам знижку в 10%, якщо вони вирішать перевезти свій корисний вантаж на повторно використаний перший етап Falcon 9. 157 30 березня 2017 року SpaceX запустив "перевірений польотом" Falcon 9 для супутника SES-10 . Це був перший випадок повернення орбітальної ракети, що несе корисний вантаж, у космос. 73 158 Перший етап був відновлений і висаджений на ASDS Звичайно, я все ще люблю тебев Атлантичному океані, що також робить його першим посадкою повторно використаної ракети орбітального класу. Ілон Маск назвав це досягнення "неймовірною віхою в історії космосу". 159 160

SpaceX орендував і модифікував кілька барж, щоб сидіти в морі як ціль для першого етапу, що повертається, перетворюючи їх на автономні безпілотні кораблі космодрому (ASDS). Ці кораблі використовуються як десантні платформи для ракети-носія Falcon 9, коли рушій гвинтів не дозволяє повернутися до польоту на місце запуску (RTLS).

Автономні безпілотні кораблі космічного порту названі на честь гігантських зоряних кораблів із серій "Культура" автора наукової фантастики Іена М. Бенкса .

Плавучі стартові платформи SpaceX - це модифіковані нафтові платформи, які зараз будуються для використання в 2020-х роках, щоб забезпечити можливість морського запуску для своєї ракети-носія другого покоління: важкої підйомної системи Starship, що складається з підсилювача Super Heavy та другого етапу Starship.

SpaceX розробляє надважку систему запуску ліфтів Starship . Starship - це повністю повторно використовуваний другий етап та космічний апарат, призначений замінити все існуюче обладнання компанії-ракети-носія до початку 2020-х; плюс наземна інфраструктура для швидкого запуску та перезапуску, а також технологія передачі палива з нульовою гравітацією на низькій орбіті Землі (LEO).

SpaceX спочатку задумав концепцію ITS діаметром 12 метрів у 2016 році, яка була спрямована виключно на транзит Марса та інші міжпланетні цілі. У 2017 році SpaceX сформулював менший BFR діаметром 9 метрів, щоб замінити всі можливості постачальника послуг запуску SpaceX - навколоземну орбіту, місячну орбіту, міжпланетні місії і, можливо, навіть міжконтинентальний пасажирський транспорт на Землі - але роблять це на повністю багаторазовий набір транспортних засобів із помітно нижчою структурою витрат. 162 Велика частина компонентів Starship виготовлена ​​з нержавіючої сталі 301 , а деякі виготовлені з нержавіючої сталі 304L. 163 Приватний пасажир Юсаку Маедзава уклав контракт на обліт Місяця на Зоряному кораблі в 2023 році.164 165 166

Довгостроковим баченням Маск для компанії є розвиток технологій та ресурсів, придатних для колонізації людини на Марсі. Він висловив зацікавленість у тому, щоб колись поїхати на планету, заявивши: "Я хотів би померти на Марсі, тільки не від удару". 167 Ракета кожні два роки або близько того може забезпечити базу для людей, що прибувають у 2025 році після запуску в 2024 році. 168 169 За словами Стіва Юрветсона, Маск вважає, що не пізніше 2035 року їх буде тисяча ракет, що перелітали мільйон людей на Марс, щоб забезпечити самодостатню людську колонію. 170

1. Новий вид бізнесу, що запропонувала компанія (якщо є).

Головною метою SpaceX була розробка швидко запущеної багаторазової системи запуску . Станом на березень 2013 р. , Включаючи програму випробувань демонстраційної ракети з технологією вертикального зльоту « Коник» на низькій висоті, вертикальної посадки (VTVL) 49 50 51 та високошвидкісного швидкісного « Сокола» 9 випробувальних кампаній з прискореного повернення після завершення місії, де - починаючи з середини 2013 року, з шостим загальним польотом Falcon 9 - кожен перший етап буде оснащений та обладнаний як контрольно-випробувальний апарат з контрольованим спуском для проведення випробувань над водою на рушій . 52Співпрацівник SpaceX Гвін Шотвелл заявила на Сінгапурському форумі супутникової індустрії влітку 2013 року: "Якщо ми правильно зробимо це технологія багаторазового використання, і ми дуже намагаємось це виправити, ми дивимось, щоб запуски були на рівні 5 доларів США до Діапазон 7 мільйонів , що насправді кардинально змінило б ситуацію ". 53

Маск заявив в інтерв’ю 2011 року, що він сподівається відправити людей на поверхню Марса протягом 10–20 років. 54 У 2010 році розрахунки Маск переконали його, що колонізація Марса можлива. 55 У червні 2013 року Маск використав дескриптор Mars Colonial Transporter для посилання на приватний проект розробки для проектування та побудови системи космічних польотів ракетних двигунів , ракет-носіїв та космічних капсул для транспортування людей на Марс і повернення на Землю . 26 У березні 2014 року генеральний директор Гвін Шотвелл заявила, що коли літають версії Falcon Heavy та Dragon 2, основна увага інженерної команди компанії буде зосереджена на розробці технології підтримки транспортної інфраструктури, необхідної для місій на Марсі. 56

У серпні 2020 року SpaceX заявив, що прагне побудувати курорт у Південному Техасі з наміром перетворити "Бока Чика на" космодром 21 століття " ". 57 58

1. Нові способи взаємодії зі  споживачем.

SpaceX запропонувала та прагне до розширення контингенту людей, для яких відкривається можливість подорожувати у космос. Через це більшість людей вливають значні гроші у космічну промисловість тим самим здешевлюючи та приносячи популярність цій галузі.

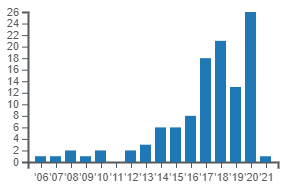
1. Нові технології у виробництві, веденні, організації та плануванні бізнесу.

Серед основних досягнень SpaceX:

* Перша приватна ракета на рідкому паливі (Falcon 1), яка вийшла на орбіту (28 вересня 2008 р.)
* Перша приватна компанія, яка успішно запустила (Falcon 9), здійснила орбіту та відновила космічний корабель (Dragon) (9 грудня 2010)
* Перша приватна компанія, яка направила космічний корабель (Дракон) на Міжнародну космічну станцію (25 травня 2012 р.)
* Перша приватна компанія, яка направила супутник на геосинхронну орбіту ( SES-8 , 3 грудня 2013 р.)
* Перша приватна компанія, яка направила зонд за межі орбіти Землі ( Обсерваторія глибокого космосу , 11 лютого 2015 р.)
* Перша посадка ракети, здатної до орбіти першого ступеня (Falcon 9, Рейс 20 ) (22 грудня 2015 р., 13:39 UTC) 60
* Перша водна посадка орбітальної ракети першого ступеня (Falcon 9) (8 квітня 2016 20:53 UTC)
* Розробка найпотужнішої оперативної ракети станом на 2020 рік (Falcon Heavy, перший рейс 6 лютого 2018 року)
* Перша приватна компанія, яка направила людей на орбіту ( Crew Dragon Demo-2 , 30 травня 2020 р.)

1. Основні показники діяльності компанії.

SpaceX фінансується приватним шляхом. 80 Він розробив свою першу ракету-носій - Falcon 1 - і три ракетні двигуни - Merlin , Kestrel і Draco - повністю з приватним капіталом . SpaceX уклала контракт з урядом США на частину фінансування розробки ракети-носія Falcon 9 , яка використовує модифіковану версію ракетного двигуна Merlin . 80 SpaceX розробляє Фалькон Важкою ракети - носій, 81 Raptor метан палива ракетного двигуна , 82і набір технологій ракет-носіїв багаторазового використання з приватним капіталом. 83



Успішний запуск SpaceX по року 1

За станом на травень 2012 року SpaceX за перші десять років роботи отримала загальне фінансування близько 1 млрд доларів. З них приватний капітал забезпечив близько 200 млн. Доларів, при цьому Маск вклав близько 100 млн. Доларів, а інші інвестори - близько 100 млн. Доларів ( Фонд засновників , Дрейпер Фішер Юрветсон , ...). 84 Решта надійшла від виплат за прогресом за довгостроковими контрактами на запуск та контрактами на розробку. Станом на квітень 2012 року НАСА вклало близько 400–500 мільйонів доларів із цієї суми, причому більша частина з них була платою за прогресивні контракти. 85 До травня 2012 року SpaceX уклав контракти на 40 пускових місій, і кожен із цих контрактів передбачає авансові платежі під час підписання контракту, а також багато хто платить прогресивні виплати, оскільки компоненти ракет-носіїв будуються до запуску місії, частково керуючись правилами бухгалтерського обліку США для визнання довгострокового доходу . 85

У серпні 2012 року SpaceX підписав великий контракт з НАСА на розробку та розробку космічної капсули, що несе екіпаж, для " наступного покоління американських можливостей космічного польоту ", щоб знову забезпечити запуск астронавтів з американської землі до 2017 року. Ще дві компанії - Boeing та Sierra Nevada Corporation - отримали подібні контракти на розробку. Досягнення всіх трьох компаній згідно з угодами про космічний закон через інтегровані можливості комерційного екіпажу NASA ( CCiCap) ініціатива покликана врешті-решт призвести до доступності комерційних служб космічного польоту як для уряду, так і для комерційних споживачів. В рамках цієї угоди компанія SpaceX отримала контракт на суму до 440 мільйонів доларів на контрактні результати між 2012 та травнем 2014 року

На кінець 2012 року SpaceX маніфестував понад 40 запусків, що становило близько 4 мільярдів доларів контрактного доходу. Багато з цих контрактів вже здійснювали виплати компанії SpaceX як комерційним, так і державним (NASA / DOD) клієнтам. 88 Станом на грудень 2013 року SpaceX має за договором 50 запусків у майбутньому, дві третини з яких призначені для комерційних клієнтів. 89 90 Наприкінці 2013 року ЗМІ космічної галузі почали коментувати явище того, що ціни на SpaceX занижують основних конкурентів на ринку комерційних випусків - Ariane 5 та Proton-M 91- тоді SpaceX мав щонайменше 10 подальших геостаціонарних орбітальних польотів у своїх книгах. 90

У січні 2015 року SpaceX залучила 1 мільярд доларів фінансування від Google і Fidelity в обмін на 8,333% компанії, встановивши оцінку компанії приблизно в 12 мільярдів доларів. Google і Fidelity приєдналися до нинішньої групи інвесторів Дрейпера Фішера Юрветсона, Фонду засновників, Valor Equity Partners та Козерога. 92 93 Хоча вважалося, що інвестиція пов’язана із запуском SpaceX сузір’я Starlink , 94 Гвін Шотвелл заявила в березні 2015 року, що інвестиція не стосується глобального Інтернет-проекту. 95 Google шукав партнера по супутниковому Інтернету ще з розриву з O3b Networksта OneWeb . 96

Низькі ціни запуску SpaceX, особливо на супутники зв'язку, що летять на геостаціонарну орбіту (GTO), призвели до тиску ринку на своїх конкурентів, щоб знизити власні ціни. 33 До 2013 року на відкрито конкуруючому ринку запуску комсатів домінували Arianespace (літаючий Ariane 5 ) та International Launch Services (літаючий Proton ). 268 З опублікованою ціною 56,5 млн. Доларів США за запуск на низьку орбіту Землі, "Ракети Falcon 9 були і без того найдешевші в галузі. Багаторазові Falcon 9 могли знизити ціну на порядок, що спричинило б розвиток космічних підприємств, що, в свою чергу, ще більше знизило б вартість доступу до космосу через економіку масштабу ". 269 SpaceX публічно заявила, що якщо вони успішно розроблять технологію багаторазового використання, можливі стартові ціни для багаторазового Falcon 9 в діапазоні від 5 до 7 мільйонів доларів США. 270

У 2014 році SpaceX виграла дев'ять контрактів з 20, які відкрито конкурували у всьому світі в 2014 році у постачальників послуг комерційного запуску. 271 Космічні ЗМІ повідомляють, що SpaceX "вже почав брати частку ринку" від Arianespace. 272 Arianespace звернулася до європейських урядів з проханням надати додаткові субсидії для боротьби з конкуренцією з боку SpaceX. 273 274 Європейські супутникові оператори наполягають на Європейському космічному агентстві (ESA) знизити ціни на Ariane 5 та майбутні ракети Ariane 6 в результаті конкуренції з боку SpaceX. За даними одного Arianespaceкеруючим директором у 2015 році, було ясно, що "дуже значний виклик був з боку SpaceX ... Тому речі повинні змінитися ... і вся європейська галузь реструктуризується, консолідується, раціоналізується та впорядковується". 275 Жан Ботті, директор з питань інновацій Airbus (що робить Ariane 5), попередив, що "тим, хто не сприймає Ілона Муска всерйоз, доведеться багато про що турбуватися". 276 У 2014 році не було зарезервовано жодного комерційного запуску для польоту на російській ракеті " Протон" . 271

Також у 2014 році можливості та ціни SpaceX почали впливати на ринок запуску американських військових вантажів. Близько десятиліття великий постачальник американських пускових установок United Launch Alliance (ULA) не стикався з жодною конкуренцією щодо військових пусків. 277 Без цієї конкуренції витрати на запуск американського провайдера зросли до понад 400 мільйонів доларів США. 278 Монополія ULA закінчилася, коли SpaceX почав конкурувати за запуски національної безпеки. Для порівняння, вартість запуску SpaceX для комерційних місій значно нижча - 62 мільйони доларів США. У 2015 році, передбачаючи падіння внутрішніх, військових та шпигунських запусків, ULA заявила, що припинить свою діяльність, якщо не виграє замовлення на комерційний запуск супутників. 280 З цією метою ULA оголосила про велику реструктуризацію процесів та робочої сили з метою зменшення витрат на запуск наполовину. У 2017 році SpaceX мала 45% частки світового ринку для укладених комерційних контрактів на запуск, оцінка на 2018 рік складає близько 65% станом на липень 2018 року. 11 січня 2019 року SpaceX опублікувала заяву, в якій заявила, що звільнить 10% робочої сили, щоб допомогти фінансувати проекти Starship та Starlink. 284 У першому кварталі 2020 року SpaceX вивів на орбіту понад 61000 кг (134000 фунтів) маси корисного навантаження, тоді як усі китайські, європейські та російські пускові установки розмістили приблизно 21000 кг (46000 фунтів), 16000 кг (35000 фунтів) і 13000 кг (29000) фунтів) на орбіті, відповідно, з усіма іншими постачальниками пускових установок, що запускають приблизно 15000 кг (33000 фунтів). 285 NASA оголосило, що перший за останні 10 років запуск екіпажу за допомогою капсули SpaceX Crew Dragon відбудеться 27 травня 2020 року з Космічного центру Кеннеді в Стартовому комплексі 39A (LC-39A), доставляючи астронавтів Боба Бенкена і Дага Херлі на Міжнародну космічну станцію . Запуск було відкладено через негоду. 287 Транспортний засіб успішно запущений 30 травня 2020 року та успішно закріплений на Міжнародній космічній станції 31 травня 2020 року о 10:16 східного літнього часу (EDT). 26 травня 2020 року адміністратор NASA Джим Бріденстайн заявив, що: "Завдяки інвестиціям NASA у SpaceX, які ми зараз маємо, Сполучені Штати Америки зараз мають близько 70 відсотків комерційного ринку запуску, ... Це - це велика зміна порівняно з 2012 роком, коли у нас було рівно нуль відсотків ".

1. Висновки: що досвіду з цієї компанії можна використати для розвитку підприємництва в Україні?

Майже нічого, адже космічна галузь в Україні зазнала стагнації та майже не розвивається. Хоча наші інженери мають змогу на наснагу використовувати виконані амбіційні цілі Маска у запровадженні нових, більш ефективних двигунів, алгоритмів посадки багаторазових ракет-носіїв та запровадження нейронних алгоритмів та нових видів палива та двигунів задля використання поза атмосферою землі використовуючи ресурси інших планет.

1. Список використаних джерел.
2. [*"California Business Search (C2414622 - Space Exploration Technologies Corp)"*](https://businesssearch.sos.ca.gov/CBS/SearchResults?SearchType=CORP&SearchCriteria=space+exploration&SearchSubType=Keyword)*. California Secretary of State. [Archived](https://web.archive.org/web/20170312201217/https:/businesssearch.sos.ca.gov/CBS/SearchResults?SearchType=CORP&SearchCriteria=space+exploration&SearchSubType=Keyword)from the original on 12 March 2017. Retrieved 5 May 2018.*
3. [**^**](https://en.wikipedia.org/wiki/SpaceX#cite_ref-2) [*"Who is Elon Musk, and what made him big? | Business| Economy and finance news from a German perspective | DW | 27.05.2020"*](https://www.dw.com/en/who-is-elon-musk-and-what-made-him-big/a-53591199)*. [Archived](https://web.archive.org/web/20200528162211/https:/www.dw.com/en/who-is-elon-musk-and-what-made-him-big/a-53591199) from the original on 28 May 2020. Retrieved 28 May 2020.*
4. [**^**](https://en.wikipedia.org/wiki/SpaceX#cite_ref-3) *Fred Lambert (17 November 2016).*[*"Elon Musk's stake in SpaceX is actually worth more than his Tesla shares"*](https://electrek.co/2016/11/16/elon-musk-stake-spacex-tesla-shares/)*. [Archived](https://web.archive.org/web/20161117212406/https:/electrek.co/2016/11/16/elon-musk-stake-spacex-tesla-shares/) from the original on 17 November 2016. Retrieved 1 March 2017.*
5. [**^**](https://en.wikipedia.org/wiki/SpaceX#cite_ref-4) [*"Gwynne Shotwell: Executive Profile & Biography"*](https://www.bloomberg.com/profile/person/16317111)*. Bloomberg. [Archived](https://web.archive.org/web/20190716213453/https:/www.bloomberg.com/profile/person/16317111) from the original on 16 July 2019. Retrieved 1 March 2017.*
6. [**^**](https://en.wikipedia.org/wiki/SpaceX#cite_ref-5) *W.J. Hennigan (7 June 2013).*[*"How I Made It: SpaceX exec Gwynne Shotwell"*](https://www.latimes.com/business/la-xpm-2013-jun-07-la-fi-himi-spacex-20130609-story.html)*. The Los Angeles Times. [Archived](https://web.archive.org/web/20191205195553/https:/www.latimes.com/business/la-xpm-2013-jun-07-la-fi-himi-spacex-20130609-story.html) from the original on 5 December 2019. Retrieved 5 December 2019.*
7. [**^**](https://en.wikipedia.org/wiki/SpaceX#cite_ref-6) *[SpaceX Tour – Texas Test Site](https://www.youtube.com/watch?v=bdvv8qIl_WI" \l "t=20sec). YouTube. 11 November 2010. Retrieved 23 May 2012.*
8. [**^**](https://en.wikipedia.org/wiki/SpaceX#cite_ref-7) [*"SpaceX NASA CRS-6 PressKit"*](https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/SpaceX_NASA_CRS-6_PressKit-2.pdf)*(PDF). 12 April 2015. [Archived](https://web.archive.org/web/20200307191556/https:/www.nasa.gov/sites/default/files/files/SpaceX_NASA_CRS-6_PressKit-2.pdf) (PDF) from the original on 7 March 2020. Retrieved 5 December 2019.*  *This article incorporates text from this source, which is in the [public domain](https://en.wikipedia.org/wiki/Public_domain" \o "Public domain).*



1. ^ [Jump up to:](https://en.wikipedia.org/wiki/SpaceX" \l "cite_ref-avweek20200527_8-0)***[a](https://en.wikipedia.org/wiki/SpaceX" \l "cite_ref-avweek20200527_8-0)*** [***b***](https://en.wikipedia.org/wiki/SpaceX#cite_ref-avweek20200527_8-1) [Podcast: SpaceX COO On Prospects For Starship Launcher](https://aviationweek.com/defense-space/space/podcast-spacex-coo-prospects-starship-launcher) [Archived](https://web.archive.org/web/20200610030402/https:/aviationweek.com/defense-space/space/podcast-spacex-coo-prospects-starship-launcher) June 10, 2020, at the [Wayback Machine](https://en.wikipedia.org/wiki/Wayback_Machine" \o "Wayback Machine)Aviation Week Irene Klotz, 27 May 2020, accessed 10 June 2020