

СЪЗДАВАНЕ НА МРЕЖА ОТ МАЛКИ, ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМИ И РОБОТИЗИРАНИ АСТРОНОМИЧЕСКИ ТЕЛЕСКОПИ В БЪЛГАРИЯ „SMARTNET”



Описание на проекта и научната програма

1. Състояние на научните изследвания в България в съответното тематично направление (до 1 страница)

Развитието на българската астрономия започва в последното десетилетие на 19 в. в Софийския университет. Тогава е построена и първата обсерватория в Борисовата градина, която и до днес е място за практическо обучение на студентите по астрономия, място за наблюдения на ученици-кръжочници и седалище на Съюза на астрономите в България.

Около 80 години по-късно в сърцето на *Родопите* започва строителството на *Националната астрономическа обсерватория*, което съвпада с изпращането на двата американски космически апарата *Вояджър*, носещи на борда си златна грамофонна плоча с родопската народна песен „Излел е Делю войвода“ в изпълнение на Валя Балканска. Изпълнили успешно своята мисия за изследване на планетите-гиганти, *Вояджърите* се реят вече почти 2 десетилетия в междузвездното пространство, носейки кодирана информация за нашата цивилизация и магическите звуци от сърцето на Родопска планина, в която на височина 1750 м извисява снага *Националната астрономическа обсерватория – Рожен (НАО–Рожен)*.

С откриването на *НАО–Рожен* през 1981 г. започва *качествено нов етап в развитието на българската астрономия*. Със своите три телескопа (2-м телескоп *Ричи-Кретиен-Куде*, 50/70 см Шмидт-телескоп, 60-ст телескоп-*Касегрен* с електрофотометър) *НАО-Рожен* става *най-големия астрономически наблюдателен комплекс в Югоизточна Европа*.

От създаването си до днес *НАО-Рожен* е център на фундаментални астрономически изследвания с важни научни резултати, материализирани в над 1000 научни статии в реномирани международни списания, които имат над 5000 цитирания. Редица астрономи, професионално израснали в *НАО-Рожен*, в момента работят в престижни астрономически институции в чужбина. На базата на наблюдателни данни от *НАО* са защитени над 100 студентски дипломни работи и около 40 дисертации, 3 от които „големи“. Без *НАО-Рожен* не би имало небесни тела, открити от българи и наречени с български имена (Джон Атанасов, Климент Охридски, Багряна, Юхновски, Пловдив, Блага, Шумен и др.), не би имало и небесни тела, които чуждестранни астрономи нарекоха с имена на български астрономи (Владимир Шкодров и Виолета Иванова).

В последните години обаче телескопите и инфраструктурата на *НАО-Рожен* вече не могат да удовлетворят заявките за наблюдателно време на астрономическата колегия и докторантите по астрономия, заявките на университетите (Софийски, Пловдивски, Шуменски и Благоевградски) за провеждане на учебни практики на студенти от специалностите астрономия и физика, както и заявките за провеждане на летни национални и международни астрономически школи за ученици.

Затова в навечерието на *Международната година на астрономията 2009* българските астрономи имат нова и много отговорна задача – те са призвани да инициират **СЪЗДАВАНЕ НА МРЕЖА ОТ МАЛКИ, ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМИ И РОБОТИЗИРАНИ АСТРОНОМИЧЕСКИ ТЕЛЕСКОПИ В БЪЛГАРИЯ**. Тя ще даде възможност на учениците с интерес към астрономията да изпитат удовлетворението от получаването на собствени наблюдения и да станат съпричастни към научните открития, на докторантите – да се скъси значително срока за натрупване на наблюдателни данни за дисертациите им, а на професионалните астрономи – да насочат част от задачите си към наблюдения с телескопи от мрежата. От друга страна с реализирането на този проект ще се преодолее изоставането на България от световните тенденции в развитието на астрономията като наука и в обучението по астрономия. Длъжници сме на българските ученици, особено на тези от малките населени места, които имат интерес към астрономически наблюдения. Дистанционно управляемите телескопи ще дадат възможност на всеки ученик от произволно място, подготвил мотивирана заявка за наблюдателно време, седейки пред своя компютър, да следи on-line за получаването на своите данни.

В резултат се надяваме наградите за България от конкурсите на НАСА и Южната Европейска обсерватория (ESO) за ученици, както и от международните астрономически олимпиади, да се мултиплицират.

Друг важен мотив за този проект е, че създаването на мрежа от малки, дистанционно управляеми и роботизирани астрономически телескопи ще даде възможност на огромен брой български граждани да погледнат звездното небе през телескоп и по такъв начин България ще се включи достойно в инициативите на *Международната година на астрономията 2009*.

2. Актуалност на научната проблематика в България и Европа (до 1 страница)

Създаването на мрежа от малки, дистанционно управляеми и роботизирани астрономически телескопи в България е изключително актуално в навечерието на Международната година на астрономията.

Прокламирането на Международна година на астрономията, посветена на 4-вековния юбилей от първото наблюдение на небето с телескоп, направено от Галилей, бе предложено от Генералната асамблея на *Международния Астрономически съюз* през 2003 г., подкрепено от *ЮНЕСКО* през 2005 г. и официално утвърдено от *ООН* в края на 2007 г. Мисията на Международната година на астрономията 2009 е да маркира монументалния скок на науката напред след първото наблюдение на Галилей, да фокусира вниманието върху астрономията като глобално мирно научно усилие за намиране отговорите на някои от най-фундаменталните въпроси пред човечеството и върху осъзнаването на факта, че научното познание допринася за по-справедливо и мирно общество.

Организатори на Международната година на астрономията са Международният астрономически съюз, ЮНЕСКО, ООН, Европейският астрономически съюз, Европейската южна обсерватория, както и много регионални и локални астрономическите институции. В подготвяните глобални инициативи за Международната година на астрономията досега са се включили 90 държави, очаква се те да станат 140.

Глобалната цел на Международната година на астрономията е да даде шанс и възможност на всички хора на Земята да участват във вълнуващата научна и технологична революция, започната от Галилей, да почувстват вълнението от собственото си откритие чрез наблюдение с телескоп и да изпитат удовлетворение от полученото знание за Вселената. Това ще помогне на хората да осъзнаят своето място във Вселената и да получат собствено усещане за нейната красота.

Основен акцент на Международната година на астрономията са младите хора. Чрез подобряване на формалното и неформалното обучение по астрономия в училищата и научните центрове, се цели да се осигури поглед към науката и работата на изследователите и по такъв начин да се стимулират младите хора за професионална реализация в областта на природните науки и технологиите. Планира се в течение на 2009 г. над 10 млн. души да видят небето през телескоп.

Създаването на мрежа от малки, дистанционно управляеми и роботизирани астрономически телескопи в България ще даде следните възможности:

а) Професионалните астрономи от нашата страна да се включат равностойно в планираните международни наблюдателни кампании на астрономически обекти, ще се извършват научни изследвания на астрономични обекти, които досега не са били сред приоритетите на българската астрономия поради ограничения в наблюдателното време на наличното оборудване;

б) Осигуряване широк достъп на ученици и студенти за провеждане на собствени наблюдения и анализ на наблюдателни данни с цел извличане на информация за астрономическите обекти, ще се даде възможност за извършване на така привлекателните за младите хора открития на нови обекти (комети и астероиди, Свърхнови и Нови звезди), с което ще се постигне мотивиран и дълготраен интерес към астрономическите изследвания;

в) Докторантите по астрономия ще получават бързо необходимия им наблюдателен материал;

г) Десетки хиляди българи ще могат да проведат своето първо наблюдение с телескоп и да споделят емоцията, съпровождаща всяко астрономическо наблюдение;

д) Ще се реализира активна и ползотворна връзка между професионални астрономи от университети и научни институти от една страна и учители и ученици от друга.

Понастоящем Софийският университет разполага с 14-инчов телескоп, а Народната обсерватория с планетариум–Варна – с 11-инчов телескоп, които ще бъдат включени в планираната мрежа, съгласно подписаното споразумение между партньорите. Но тези телескопи нямат необходимата приемна апаратура (CCD камери и спектрографи), за да може с тях успешно да се провеждат съвременни астрономически наблюдения.

Основната цел на исканото финансиране по проекта е да се закупят още два 14-инчови телескопа (с което мрежата ще разполага общо 4 телескопа) и необходимата приемна апаратура за всички тях: 4 CCD камери; 2 спектрографа; 4 набора от широкоивични филтри *UBVRI*; 3 набора от тесноивични филтри *Ha, Sill, OIII*.

3. Описание на университета – бенефициент (до 2 страници)

Шуменският университет “Епископ Константин Преславски” е държавно висше училище, което обучава по широк кръг от специалности в областта на хуманитарните, природните и обществените науки. Той е с многогодишна история, но трансформирането му в университет става с Решение на Народното събрание (ДВ бр.68/01.08.1995 г.). Шуменският университет има институционална акредитация (Удостоверение на НАОА № 24 от 16.01.2004 г.).

Образователните цели на Шуменския университет (ШУ) са:

- подготовка на висококвалифицирани, широкопрофилни специалисти, адаптивни към обществените потребности чрез обучение във всички образователно-квалификационни степени на висшето образование.
- създаване и разпространяване на академични знания в областта на хуманитарните, природните, обществените и техническите науки въз основа на най-добрите традиции и актуалните тенденции в българската и световната наука.
- прилагане принципите на интегрираното и интердисциплинарно обучение и формиране на равноправни условия за обучение и успешна социална адаптация на лицата в неравностойно положение.

Предметът на дейност на Шуменския университет “Епископ Константин Преславски” е:

- подготовка на специалисти, бакалаври, магистри и доктори в хуманитарните, природните, педагогическите, техническите, социалните и стопанските науки;
- научноизследователска и художествено-творческа дейност;
- следдипломна специализация и квалификация на лица с различна степен на образование;
- методическо ръководство и помощ на колежи и средни училища;
- международно сътрудничество с висши училища, с научни и културни институции и организации;
- информационна, издателска, експертно-консултантска дейност.

Шуменският университет отговаря на изискванията за висше училище от университетски тип. В него се обучават студенти по 37 специалности от бакалавърска степен на висшето образование. Наличието на широк спектър от специалности в областта на хуманитарните, природните, обществените и други науки, очертават благоприятна конюнктура за развитието на ШУ и за неговата устойчивост като институция в регион със сложна етническа и демографска ситуация.

Шуменският университет разполага със сграден фонд на територията на гр. Шумен, гр. Добрич (Колеж на ШУ) и гр. Варна (Департамент на ШУ).

Сградният фонд на територията на Шумен се състои от три учебни корпуса, студентски общежития и Студентски дом. Учебен корпус 1 (К1) и учебен корпус 3 (К3), както и районите около тях, са държавна собственост (квартал 234 "а" на градоустройствения план), а учебен корпус 2 (квартал "Ал. Стамболийски") е публична държавна собственост, предоставена на ШУ за безвъзмездно ползване и стопанисване.

Учебен корпус 1 (включващ централната сграда с Ректората) има застроена площ 3500 m² и се състои от партер и пет етажа. Разполага с аула с 300 места, физкултурен салон и плувен басейн.

Учебен корпус 2 е със застроена площ 2500 m². Състои се от тяло с 4 етажа и тяло с 3 етажа, които са свързани помежду си. Корпус 2 разполага с физкултурен салон, плувен басейн и фитнес-зала.

Учебен корпус 3 е със застроена площ 900 m². Състои се от тяло с 5 етажа и приземен етаж. Корпусът разполага с учебни зали, учебни и научни лаборатории, кабинети на преподаватели. В този корпус се помещава и библиотеката.

До учебен корпус 3 са изградени комплекси "А" и "С", в които има 5 лекционни зали с общо 360 места.

На територията на Шумен университетът разполага общо с: 82 лекционни зали с 3329 места; 70 семинарни зали с 1100 места; 66 лаборатории с 748 места; 79 кабинети за преподаватели.

Специфичните характеристики на Шуменския университет са следните:

1. Той е създаден в град, който има вековни традиции в образователното дело в България, т.е. Шуменският университет е Университет на традицията. Неговото място като учебно-научна институция в България се определя от: просветно-научните традиции на Плисковско-Преславската книжовна школа (IX-XI век); оформилото се през Възраждането активно културно-

просветно средище; прерастването на това средище след Освобождението в авторитетен център за подготовка на висококвалифицирани педагогически кадри, които под различни форми функционира без прекъсване и до днес.

2. Шуменският университет притежава общите характеристики на класически университет и благодарение на тях е член на Асоциацията на класическите университети в България, чиито членове са също Софийският университет "Св. К. Охридски", Пловдивският университет "Паисий Хилендарски", Великотърновският университет "Св. Св. Кирил и Методий" и Югозападният университет "Н. Рилски", Благоевград.

3. Шуменският университет се утвърждава в българското и европейско образователно пространство като Университет на толерантността. В него се обучават *студенти от различни етнически групи* - от турски етнос, роми, бесарабски българи от Република Молдова и Украйна и др. Така ШУ на практика работи за успешното интегриране на различните етнически групи в българското общество.

4. Шуменският университет е член на Европейската асоциация на Университетите.

5. От 2003 г. Шуменският университет е сертифициран за качеството на обучение по международната система ИСО 2000.

Шуменският университет има национално и международно признание като третия център в България (след БАН и Софийския университет), където се развива научноизследователска и образователна дейност по астрономия. Обучението по дисциплината астрономия на студенти от физически специалности в ШУ има 25-годишна традиция. От уч. 2004/05 г. в Шуменския университет е разкрита специалност *Астрономия*, бакалавърска степен. Обучението по тази специалност е обезпечено с необходимата материална база, с издадените учебници (Сферична астрономия, История на астрономията, Обща астрофизика, Променливи звезди, Плазмена астрофизика) по астрономическите дисциплини и с академичния състав от астрономи на ШУ, в който влизат 1 професор, 1 доцент, 1 асистент, 2 докторанти. Освен това за обучението на студентите от специалност Астрономия се използват и хабилитирани преподаватели от Института по астрономия на БАН и от Катедрата по астрономия на Софийския университет. За високото качество на обучението на студентите от специалност Астрономия в ШУ говори фактът, че това е първата специалност в България, получила през 2007 г. програмна акредитация и в дистанционна форма на обучение (не само в редовна).

Астрономическият Център (АЦ) е създаден като структура на ШУ през 1997 г. по решение на Академическия съвет с две основни функции: а) обучение на студентите от ШУ, изучаващи дисциплината астрономия; б) популяризаторска дейност. За да може да се реализира успешно дейността на АЦ, през 1999 г. бе изградена астрономическа кула на покривната площадка на Корпус 3 на университета с 3-т купол. Новата придобивка даде възможност на шуменската общественост да наблюдава с 15-см телескоп пълното слънчево затъмнение на 11 август 1999 г.

Астрономическият център разполага с необходимото оборудване за практическо обучение по астрономия, с което Шуменският университет стана единственият след Софийския университет, който разполага с наблюдателна астрономическа база за практическо обучение на студентите. Освен това на базата на договора за съвместна научно-изследователска и образователна дейност между Института по Астрономия на БАН и Шуменския университет, в НАО-Рожен се провеждат летни практики на студентите от специалност Астрономия с цел обучение за работа с професионални телескопи.

Материалната база на АЦ на ШУ се състои от: 2 работни кабинета с библиотека и 6 компютърни конфигурации; оборудвана зала за практически упражнения по астрономия с 10 компютъра; астрономическа кула с 15-см телескоп-рефлектор Менискас; площадка за наблюдения с 2 телескопа-рефрактори, 6.5-см телескоп «Алкор», зрителна тръба и 6 секстанта.

Наблюдателната база на Астрономическия център на ШУ се използва и за провеждане на астрономически наблюдения на ученически групи и граждани. При всяко значимо астрономическо събитие (затъмнения, пасажи и др.) се организират наблюдения за обществеността и пресконференции за медиите.

Астрономическият център е една от атракциите на ШУ, който се посещава от официални гости на университета.

4. Описание на работната програма по проекта (до 20 страници)

4.1 Новост на научната проблематика, съществуващи предходни изследвания

„Двуметровият RCC телескоп през 80-те години на 20 в. е 14-инчов телескоп на бъдещето”
цитат-перифраза на John Huckra, CfA Harvard, USA

Историята показва, че има доста важни и фундаментални открития, реализирани с малки телескопи. Те са абсолютно необходими за ключови проекти, тестване на оборудване, реализиране на екзотични идеи, обучение и изобщо за цялата астрономическа практика.

Създаването на дистанционно управляеми телескопи стана възможно след средата на 20 в. благодарение на развитието на информационните и комуникационните технологии. Те позволяват на астрономите да правят наблюдения, без да се намират непосредствено до телескопите, използвайки автоматизирани системи. Дистанционно управляемият телескоп следва инструкциите на астроном (оператор), подадени от неговия компютър. Може да се смята, че такива са всички професионални телескопи (включително и тези в астрономическите обсерватории в България), както и последните поколения любителски телескопи.

Роботизираните телескопи са нещо сравнително ново в света на астрономията (Budding 1995). Това са системи от астрономически телескоп и детектор, които правят наблюдения без намеса на човека. Обикновено те се поставят на далечни планински върхове, където атмосферата е чиста, светлинното замърсяване е малко и добрите метеорологични условия позволяват наблюдения през около 300 нощи на годината. Роботизираните телескопи работят следвайки наблюдателно разписание, което се изпраща чрез Интернет от Центъра им за управление. През нощта роботизираният телескоп автоматично определя най-ефективния начин за получаване на наблюденията от планираното разписание. Ако атмосферните условия не са добри, компютърното управление на телескопа предприема подходящо действие и телескопът може да бъде затворен и/или наблюденията да се рестартират. Когато наблюдателната програма за нощта завърши, получените изображения се изпращат чрез Интернет до Центъра за управление, който ги разпределя към заявителите-астрономи.

Роботизираните телескопи осигуряват получаване на астрономически изображения от произволни места в света за различни клиенти: професионални астрономи и студенти, учители и ученици от горния курс на училищата; мрежа от други телескопи, образователни институции като планетариуми и училищни лаборатории.

Роботизираните телескопи отварят нови хоризонти. Тъй като те могат да получават данни автоматично, става възможно да се реализират проекти, изискващи много наблюдателно време, които в противен случай биха изисквали отромни човешки и финансови ресурси.

Автоматизираните функции за наблюдения включват: решение за отваряне и затваряне на купола; фокусиране; получаване на плоско поле; намиране на звездите в полето; построяване на криви на блясъка и др.

След 90-те години на 20 в. броят на роботизираните телескопи в света непрекъснато нараства, но в България няма такива.

Най-големият роботизиран телескоп е Ливърпулският (2-м). Той се намира на Канарските острови, т.е. на хиляди километри от Ливърпулския университет. Системата от два роботизирани 1.2 м *MONET* телескопи, монтирани в Тексас и Южна Африка, осигуряват достъп до наблюдение на цялото нощно небе. Роботизираният телескоп на *Брадфорд*, монтиран в Тенерифе, е на разположение на всеки ученик и учител, който иска да получи свое астрономическо изображение.

Hessman (2001) дава информация за 58 роботизирани телескопи (диаметър, задачи, адрес в Интернет) в САЩ, Япония, Чили, Испания, Индия, Австралия, Мексико, Италия, Тайван, Унгария, Наваите, ЮАР, Намибия, Франция, Корея и др.

Американският университет Сейнт Андрюс планира наскоро да пусне в действие глобална мрежа *ROBONET* от 6 роботизирани 2-м телескопа.

Голяма част от настоящите над 60 роботизирани телескопи в света са 14-инчови, т.е. от типа, с който разполага Софийският университет (но нероботизиран) и каквито планираме да закупим за Шуменския университет и за НАО-Рожен по настоящия проект.



Натрупаният досега опит показва, че роботизацията води до съществено повишаване ефективността на използване на наблюдателното време на телескопите и до значително намаляване на разходите за наблюдения. Роботизираните телескопи работят около 2 пъти по-бързо и по-ефективно от опитен астроном, използващ нормален телескоп.

Друга причина за създаването на роботизирани телескопи е необходимостта от осигуряване на по-широк и непосредствен достъп на хората до достиженията на съвременната наука, с цел мотивиране на обществото да прави инвестиции в тази фундаментална наука.



Роботизираните телескопи стават нещо обичайно в новото хилядолетие поради евтините "информационни магистрали", които ще достигнат до всяко кътче на Земята. Държавите и регионите с добър астроклимат ще започнат да печелят от предоставянето на места за строителство на автоматизирани обсерватории. Използването на роботизирани телескопи ще предизвика изменение на характера на наблюдателната астрономия, превръщайки я в "кабинетна".

Свързването на роботизираните телескопи в световна мрежа е важна задача от развитието на наблюдателната астрономия от последното десетилетие (Budding 1995, Crawford & Craine 1996, Fadavi et al. 2006). Такава мрежа позволява включване на огромни ресурси в провеждането на наблюдателни кампании на актуални астрономически събития или обекти, както и провеждането на синхронни наблюдения от космически апарати и наземни телескопи.

Създаването на световна мрежа от роботизирани телескопи е важна стъпка на астрономическата общност за глобализация на науката и обществото и осигуряване на равностоен достъп на хората до достиженията на нашата цивилизация. В този смисъл идеята на настоящия проект съответства на последните тенденции в развитието на науката, технологиите, обучението и на потребностите на обществото като цяло.

Ще наречем мрежата от малки, дистанционно управляеми и роботизирани астрономически телескопи в България **SMARTNET** (от **S**MAll **R**obotic **T**elesopes **N**ETwork).

4.2 Научни задачи и тяхното отношение към решаване на значим научен, технологически, икономически и/или социален проблем

Списъкът от нашите научни задачи се определя от пределната звездна величина 16.5-17^m, достъпна за работа с 14-инчовите телескопи и планираната за закупуване приемна апаратура. Друго съображение са съвременните приоритетни области на астрономията и провежданите международни наблюдателни кампании.

- Изготвяне на задание за роботизация на телескопите, хардуер и софтуер за дистанционното им управление и свързването им в мрежа. Това задание ще се предостави за изпълнение на външна за проекта организация.

Изпълнението на тази задача ще се ръководи и координира от доц. д-р В. Голев и екипа от Софийския университет.

- Търсене на екзопланети и планетни системи извън Слънчевата система. В последното десетилетие съществуването на планети около близки звезди, подобни по размери и температура на Слънцето, стана наблюдателен факт. Новооткритите обекти са газови гиганти, подобни на Юпитер и Сатурн, чиито маси достигат до 12 Юпитерови маси, но с доста по-кратки орбитални периоди (от порядъка на дни) и съответно обикалящи по силно ексцентрични орбити на доста малки разстояния до централната звезда. Това налага създаване на нови модели за еволюцията на планетните системи. Досега наблюдателно е установено съществуването на над 230 планетни системи с общо около 270 планети.

Измерванията на лъчевите скорости показаха, че извънслънчеви планетни системи с гигантски планети, обикалящи около родителски звезди, са често явление в Галактиката. Лъчевите скорости, обаче, дават само долна граница на планетните маси поради неизвестния наклон на орбитите им. Ако зрителният лъч лежи в орбиталната равнина на екзопланетата, тя ще преминава между земния наблюдател и родителската си звезда (явление, което наричаме „пасаж“ или

„транзит“). Транзитът дава възможност да се оцени масата и проектираната площ на екзопланетата, а следователно и нейните радиус и плътност.

Броят на звездите, достъпни за наблюдение с даден инструмент, зависи от произведението на площта на огледалото на телескопа и телесния ъгъл от небето, който „вижда“ детекторът във фокалната му равнина. При дадена светосила и размер на детектора по-големият телескоп ще покрива по-малко поле върху интервал от звездни величини, съответстващ на по-слаби звезди (повече на брой), от малкия телескоп. Предпочитанията към по-малки телескопи с голямо поле се дължат на това, че достъпните за тях ярки звезди позволяват спектрални наблюдения за определяне на лъчевите скорости с много висока точност, което е необходимо за откриването на извънслънчеви планети. И накрая, малките телескопи са много по-евтини и е възможно да се направи мрежа от тях на различни географски дължини, или да се включат към вече съществуваща мрежа. Това увеличава възможността за бързо покриване на кривите на блясъка. Тези съображения доведоха до реализирането на голям брой широкополеви транзитни програми с малки апертури, базирани на такива мрежи.

Пресмятанията на очаквания темп на откриване на късопериодични екзопланети сочат, че фотометричните наблюдения на около 100 звезди с точност 2 % (и по-висока) за период около и над 2 месеца биха довели до откриването на една – две екзопланети.

В проекта планираме фотометрични наблюдения на звезди от спектрален клас, близък до слънчевия, с цел откриване на планети около тях по метода на транзитите, както и наблюдения на заподозрени планети с цел потвърждаване на съществуването им. Поради късите им орбитални периоди, такива обекти са изключително подходящи за наблюдение с оборудването, което ще се използва по проекта (Seagroves et al., 2003; Dunham et al., 2004).

Консултанти по тази актуална задача ще бъдат проф. Димитър Съселов от Харвардския университет и д-р Георги Мандушев от Обсерваторията Лоуел в Аризона, които работят в тази област. Изпълнението на задачата ще се ръководи от доц. д-р В. Голев и екипа на Катедра астрономия при СУ.

- Търсене на космически тела, които се приближават опасно към Земята. Изследванията от последните десетилетия убедително показват, че съществува голяма опасност от сблъсък на космически тела – комети и астероиди и техни фрагменти – със Земята. Такива сблъсъци могат да доведат до катастрофи от местен, регионален и глобален характер.

През 20 в. са станали три такива събития: през 1908 г. космическо тяло е предизвикало взрив с мощност 10-20 Мт в Сибир, през 1930 г. е станал аналогичен взрив с мощност няколко килотона в басейна на река Амазонка, а през 1947 г. взрив с мощност десетки килотона е наблюдаван при удара със Земята на Сихоте-Алинския метеорит (http://www.informnauka.ru/rus/2000/2000-10-13-0369_r.htm).

Съвременната наблюдателна техника позволява да се регистрират преминаването на близки до Земята големи тела (на разстояние от порядъка на разстоянието Земя-Луна), както и многобройните навлизания в земната атмосфера на малки тела. През последните десетина години са били регистрирани изгаряния с взрив в земната атмосфера на десетки тела, чийто размери се оценяват на 10-40 м. Статистическите оценки показват, че събития от рода на Тунгуския метеорит стават веднъж на 100-200 години. В съвременния пренаселен свят с висока концентрация на опасни промишлени обекти тези тела могат да предизвикат гибелта на милиони хора и огромни материални щети.

Съвременната цивилизация е достигнала достатъчно ниво на развитие на технологиите, за да може своевременно да открие опасността от сблъсък с космическо тяло и да предотврати катастрофата. Засега обаче все още не са събрани достатъчно данни за опасните космически обекти. От семейството на астероидите, които приближават до Земята, най-добре са изучени най-големите, с размери над 1 км, благодарение на интензивните наблюдения през последните години, предимно от американски астрономи.

Наблюденията на близките, опасни за Земята, космически тела са част от подготвящата се международна програма за следене на новооткрити астероиди, тъй като над една четвърт от тях се губи веднага след откриването. Тази комплексна програма ще позволи да се откриват най-опасните обекти, дълго преди възможния им сблъсък със Земята. Това от своя страна ще позволи своевременно и целенасочено да се изследват свойствата на обектите, представляващи заплаха, за да може в кратки срокове да се подготви неутрализиране на опасността. За организирането на бъдещата космическа защита на Земята е особено важно да се знаят свойствата на тези космически обекти (форма, строеж, състояние на повърхността и близките до нея слоеве, физико-механични и химични свойства на веществото).

Задачата за търсене и наблюдения на космически тела, които се приближават опасно към Земята, е изключително подходяща в рамките на настоящия проект. Изпълнението ѝ ще се ръководи от ст.н.с. д-р Т. Бонев и екипа от Института по астрономия на БАН.

- Звезди от типа *W UMa*, Контактните звезди от типа *W UMa* са широко разпространени в нашата Галактика и имат характеристики, подобни на нашето Слънце. Предполага се, че контактните двойки от типа *W UMa* се формират след постепенна загуба на ъглов момент поради ефектите на приливно взаимодействие и звезден вятър. Но детайлите на тяхното формиране и еволюция остават неизвестни: а) каква е посоката на преноса на маса в тези системи; б) каква е скоростта (времевата скала) на еволюцията им; в) каква е бъдещата им съдба. Изследването на звездите от типа *W UMa* дава възможност за бързо натрупване на статистика за глобалните параметри, извеждането на емпирични корелации между тях и съответно уточняване на теорията за вътрешния строеж на звездите и на сценария на еволюция на звезди, подобни на нашето Слънце. Контактните звезди от типа *W UMa* са подходящи обекти и за изучаване на структурата на нашата Галактика, звездните купове и близките галактики. Например установяването на емпирична корелация между абсолютната звездна величина, орбиталния период и температурата за тези звезди може да се използва за проверяване на принадлежността на дадена система към разсеяни или сферични звездни купове, както и за определяне произхода на интересните обекти *blue stragglers*. Има оценки, че пространствената честота на звездите от типа *W UMa* между тях е 1/30, т.е. около 3 пъти по-висока, отколкото в населението на стария диск на Галактиката. Следователно звездите от типа *W UMa* могат да играят същата роля за населението на Галактичния диск както звездите от типа *RR Lyr* за населението на халото.

Тъй като контактните системи от типа *W UMa* са едни от най-разпространените звезди в околността на Слънцето (приблизително 1 на всеки 80 звезди), както и поради късите им орбитални периоди, те са изключително подходящи за наблюдение с оборудването, което ще се използва по проекта.

Изпълнението на тази задача ще се ръководи от доц. д-р Др. Марчев и екипа от Шуменския университет.

- Мониторинг на Нови. Избухването на *Нова звезда* е събитие, при което блясъкът внезапно (в продължение на $1-100^d$) се увеличава с $7-16^m$ (светимостта нараства 100–100000 пъти), след което бавно – в течение на няколко години – се връща до първоначалната си стойност. Първоначалното намаление на блясъка с 3^m е бързо, след което настъпва преходен стадий, при който блясъкът намалява бавно с 3^m по плавен или осцилиращ начин, а понякога през този стадий се регистрира рязко намаление на блясъка, следвано от бавно връщане към предишната стойност. В последния етап на избухването става бавно намаление на блясъка до първоначалната му стойност.

В последните десетилетия бе установено, че *Новите* са тесни двойни системи, състоящи се от звезда от късен спектрален клас и горещо бяло джудже. Предполага се, че причината за избухването е акрецията на богато на водород вещество от спътника към бялото джудже, при което температурата и налягането на повърхността му стават достатъчни за протичане на термоядрен синтез. Получава се нещо като експлозия на водородна бомба, при което се формира гореща разширяваща се обвивка, която скрива двойката. Няколко години след избухването обвивката става наблюдаема като мъглявина, обкръжаваща двойката. Когато температурата в нея намалее достатъчно, атомите на *C* и *Si* кондензират във фини зърна. Този прах поглъща излъчването от звездата, поради което светимостта ѝ намалява. С времето мъглявината и прахът се разсейват и звездата постепенно възвръща блясъка си.

Избухването на *Нови звезди* е сравнително често явление – ежегодно се наблюдават избухвания на 2–3 *Нови звезди* в нашата Галактика. Ако се отчете, че се виждат само най-близките от тях, то може да се предположи, че в нашата Галактика ежегодно избухват около 200 *Нови звезди*.

Честотата на избухване на *Нови* в различни типове галактики е актуален проблем на съвременната астрономия. От научна гледна точка е интересно сравнението между популациите от Нови в елиптични галактики и бълджове на спирални галактики, от една страна, и Нови в неправилни галактики и дискове на спирални галактики – от друга. Предполага се, че честотата на избухване зависи от пространствената плътност на двойните системи, масата на бялото джудже и темпа на акреция, както и от историята на звездообразуване на галактиката. Проектът предвижда мониторинг за търсене на Нови в различни галактики и построяване на кривите на блясъка им. Данните ще бъдат публикувани като телеграми на страницата: www.astronomerstelegam.org и като наблюдателни точки – на страницата за Нови в *M31* (cfa-www.harvard.edu/iau/CBAT_M31.html), поддържана от Международния астрономически съюз.

Подобна програма, финансирана с бюджет от 2.5 млн. долара от Американския фонд за научни изследвания (www.noao.edu/education/arbse/arpd/ns), реализирана от студенти през периода 1996-1999 г., доведе до откриването на 73 *Нови звезди* в галактиката M31 с 90-см телескоп на Националната астрономическа обсерватория на САЩ.

Изпълнението на тази задача ще се ръководи от доц. д-р П. Недялков и екипа от Софийския университет.

- Мониторинг на Свръхнови. Това са звезди, които избухват подобно на *Новите*, но при тях събитието е много по-грандиозно – увеличението на блясъка е до 19^m . Когато това се случи, за време от порядъка на седмици или месеци светимостта на звездата става сравнима със светимостта на галактиката, в която се намира. По време на избухването се отделя хиляди пъти повече енергия, отколкото при избухването на *Новите* и абсолютната звездна величина на *Свръхновата* (SN) в максимума на блясъка достига до -21^m . При избухването звездата изхвърля обвивка с маса $0.3-10 M_{\odot}$, която се разширява със скорост до $10000-20000 \text{ km/s}$. След избухването блясъкът в продължение на години намалява до началното ниво. На мястото на избухването на *Свръхнови* след дълги години се наблюдават светещи мъглявини – *остатъци от Свръхнови* (SNR), които са източници на радио– и рентгеново излъчване, а в центъра им се откриват пулсари. Избухването на *Свръхнови* е рядко явление – веднъж на няколко десетки/стотици години във всяка галактика.

Избухването на SN става в двойни системи с пренос на маса от спътника към бяло джудже от тип CO (състоящо се от въглерод и кислород). Има и хипотеза, че това е двойка от две CO джуджета, които се сливат и в резултат на това става взривно изгаряне на C и O (за разлика от *Новите*, при които взривно изгаря водород на повърхността) до образуване на ^{56}Ni и други стабилни ядра, което се наблюдава като събитие SN.

SN 1987A бе първата *Свръхнова*, видима с невъоръжено око от 400 години насам. Тя бе открита на 24 февруари 1987 г. в *Големия Магеланов облак*. Получените оптични и у.в. спектри показват, че външната водородна обвивка е изхвърлена със скорост $\sim 0.1c$. Най-впечатляващи са наблюденията на неутринни потоци от SN 1987A – за пръв път бе регистрирано неутрино от астрономически източник, различен от Слънцето, което бе блестящо потвърждение на теорията за SN и даде възможност “да се види” раждането на неутронна звезда. Регистрирането на неутринния поток от SN 1987A даде възможност и за получаване на информация за параметрите на неутриното като частица. Освен това за първи път при избухването на SN 1987A астрономите регистрираха директно емисионни линии в рентгеновия и гама-диапазона, получени при радио-активен разпад (главно на ^{56}Co), които показаха, че по време на експлозията стават ядрени реакции с образуване на нестабилни ядра ^{56}Ni , чийто радиоактивен разпад осигурява голямата светимост.

Мониторингът за откриване избухвания на Свръхнови и построяването на кривите на блясъка са важни за изучаване на финалните стадии на еволюция на масивните звезди. Това е изключително полезна задача за изпълнение с малки телескопи.

Изпълнението ѝ ще се ръководи от ст.н.с. д-р А Антов и екипа от Института по астрономия на БАН.

- Звезди от типа UV Cet. Към променливите звезди от типа *UV Cet* се отнасят джуджета от спектрален клас *M3e–M6e*, отличаващи се с нерегулярни бързоразвиващи се избухвания. Блясъкът им нараства с $1-2^m$ (в изключителни случаи до 5^m) за десетки секунди. Максимумът е остър, практически мигновен, следван от намаление на блясъка, което трае 10-100 пъти по-дълго от времето за достигане на максимума. Звездите от типа *UV Cet* са компоненти на двойни системи и най-слабите обекти сред избухващите звезди (с абсолютна звездна величина $M \sim -18^m$). Мониторингът за откриване звезди от типа *UV Cet* и построяването на кривите на блясъка им е подходяща задача за изпълнение с малки телескопи.

Изпълнението ѝ ще се ръководи от ст.н.с. д-р И. Илиев и екипа от Института по астрономия на БАН.

- Мониторинг на катаклизмични променливи. По характера на изменения на блясъка си катаклизмичните звезди приличат на *Новите звезди* с цикъл, състоящ се от бързо избухване, задържане в максималния блясък и следващ продължителен престой в минимум на блясъка. Амплитудите на избухванията са $2-5^m$, а времето между тях – няколко десетки до стотици денонощия. Установено е, че колкото по-големи са амплитудите на избухванията, толкова по-големи са времеви интервали между тях. Основната характеристика на катаклизмичните звезди (CVs) е съществуването на 2 състояния – *нормално* (ниско, спокойно), в което те се намират 80–90% от времето и *избухване* (високо). Това са обекти с ниска светимост (абсолютна звездна величина $M = 9-10^m$), поради което могат да се наблюдават само най-близките от тях, на

разстояния до 200 pc. Досега са открити над 700 звезди от този тип, което означава, че концентрацията на този тип променливи в Галактиката е доста висока.

Установено е, че катаклизмичните звезди са двойни системи с орбитални периоди 1–7 часа и радиуси на звездните компоненти, които са сравними с разстоянието между тях, т.е. катаклизмичните звезди са тесни двойни системи. Ниската светимост на едната компонента води до извода, че тя е бяло джудже. Вторичната компонента е изпълнила празнината си на Рош и от точка L_1 става изтичане на газ, който се ускорява в гравитационното поле на бялото джудже, около което се формира газов диск. Спектрите на катаклизмичните звезди имат слаб континуум, върху който са насложени силни и широки емисионни линии с двупиков профил. Тези линии са индикатор на присъствието на акреционен диск в системата, чието излъчване е доминиращо в системата и е за сметка на освободената гравитационна енергия при акрецията на вещество върху бялото джудже. При втичането на газовия поток от донора със скорост 1000 km/s в плътното вещество на диска се образува ударна вълна, загряваща веществото в областта на падане. Там се образува горещо петно с висока температура 10^7 K, което е източник на силно излъчване (до 50% от пълния блясък на системата). Неговият принос се вижда като “гърбица” на кривата на блясъка.

Планираме мониторинг на следните типове катаклизмични звезди:

- а) звезди от типа *U Gem* – с почти еднакви избухвания през интервали 15-500 дни;
- б) звезди от типа *Z Cam* – с продължително задържане на блясъка на някакво междинно ниво след някои избухвания;
- в) звезди от типа *SU UMa* – освен нормалните избухвания показват и свръхизбухвания с по-голяма продължителност и амплитуда;
- г) звезди от типа *UX UMa*, чиито спектри приличат на тези на *Z Cam* в периодите на задържане на блясъка;
- д) звезди от типа *VY Scl*, чиито спектри приличат на тези на *U Gem* в нормално състояние;
- е) поляри (звезди от типа *AM Her*), чиято степен на поляризация на излъчването означава присъствие на магнитно поле $\sim 10^8$ Gs;
- ж) междинни поляри (звезди от типа *DQ Her*) с по-слаба поляризация на излъчването, съответстваща на магнитно поле $\sim 10^5$ - 10^7 Gs.

Съвременният модел на немагнитните катаклизмични системи е следният: хладна звезда с малка маса изпълва празнината си на Рош и изпраща газов поток към гореща звезда (бяло джудже), около която се формира акреционен диск, простиращ се до повърхността на бялото джудже. В мястото, където газовият поток се среща с диска, се образува горещо петно. Доминиращ източник на излъчване в системата е т.нар. *граничен слой* на акреционния диск (областта до повърхността на бялото джудже), където веществото се забавя до ротационната скорост на бялото джудже. Освободената кинетична енергия води до загряване на тази област до температури 10^6 K, поради което тесният граничен слой излъчва около половината от пълната светимост на диска.

В магнитните катаклизмични системи газовият поток от хладната звезда се насочва по магнитните силови линии на бялото джудже, образувайки т.нар. акреционни колонии над магнитните полюси. При полярите със силно магнитно поле падащото вещество в акреционните колонии достига свръхзвукови скорости, поради което възниква ударна вълна, загряваща газа до високи температури. В резултат се получава силно рентгеново излъчване от тези области.

При междинните поляри съществува акреционен диск зад границата на неговата магнитосфера, а във вътрешната област се формират акреционни колонии.

Според последните теоретични модели избухванията на катаклизмичните звезди се дължат на нестабилността на акреционните им дискове.

По продължителността на орбиталните периоди, разпределението в пространството и някои други свойства катаклизмичните звезди приличат на контактните двойки от типа *W UMa*, което означава, че CVs вероятно са резултат от еволюцията на последните чрез загуба на маса.

Мониторингът за регистриране на избухванията на катаклизмични звезди и построяването на кривите на блясъка им е много подходяща задача за изпълнение с малки телескопи.

Изпълнението ѝ ще се ръководи от проф. дфн Д. Кюркчиева и екипа от Шуменския университет.

- **Мониторинг на рентгенови двойни.** С развитието на извънатмосферната астрономия, в частност на рентгеновата астрономия, бе открит нов тип нестационарни обекти, чието излъчване е главно в рентгеновия диапазон (100-10 A – меко, 10-0.1 A – твърдо рентгеново излъчване). Досега са открити над 100 мощни рентгенови звезди, принадлежащи на нашата Галактика, като повечето от тях са компоненти на тесни двойни звездни системи. Някои от тях са източници на импулсно рентгеново излъчване с периоди от 1 s до 5 min и се наричат *рентгенови пулсари*. Някои

Открити са и т.нар. *временни (транзиентни) рентгенови звезди*, които внезапно и силно повишават рентгеновото си излъчване, след което то (почти) изчезва. Понякога тези рентгенови избухвания се съпровождат с оптични избухвания, поради което обектите са наречени *рентгенови Нови*. Много нестационарни рентгенови звезди показват кратковременни избухвания, при които рентгеновото им излъчване нараства няколко пъти за няколко секунди, като времето между взривовите е от порядъка на минути. Тези обекти се наричат *рентгенови барстери*. Те се разполагат главно в равнината на Галактиката, като се концентрират към центъра ѝ.

От анализа на наблюдателните данни е установено, че повечето рентгенови звезди са тесни двойни системи, чиито главни компоненти са запълнили празнините си на Рош и от тях през вътрешната точка на Лагранж протича вещество към неутронна звезда. При падане на газовия поток в силното гравитационно поле на тази компактна компонента става ускоряване на частиците до релативистки скорости. Кинетичната енергия на акрециращото вещество се превръща в топлинна и излъчва в рентгеновия диапазон. Колкото по-малък и масивен е компактният обект, толкова по-късовълново е рентгеновото излъчване. Рентгеновите барстери са нискомасивни рентгенови двойки, в които около неутронната звезда има акреционен диск. Предполага се, че бързите и нерегулярни увеличения на рентгеновата светимост се дължат на взривното горене на *He*, доставен при акрецията, върху повърхността на неутронната звезда.

Мониторингът на рентгенови звезди и построяването на кривите на блясъка им в оптичния диапазон е подходяща задача за изпълнение с малки телескопи. Изпълнението ѝ ще се ръководи от ст.н.с. д-р И. Илиев и екипа от Института по астрономия на БАН.

- Оптични наблюдения на астрономически обекти синхронно с космическия телескоп Хъбл. Такива задачи се изпълняват в момента от някои от наличните роботизирани телескопи в света.

Изпълнението ще се ръководи от ст.н.с. д-р Х. Марков и екипа от Института по астрономия на БАН.

- Наблюдения на пулсиращи звезди. Това са гиганти и свръхгиганти с характерни строго периодични изменения на блясъка. Кривата на блясъка им има несиметричен вид – блясъкът нараства по-бързо, отколкото намалява. Във фаза с кривата на блясъка се изменя и ефективната температура T , а също и спектралният клас на звездата (в минимума на блясъка тя е по-хладна и спектралният ѝ клас е по-късен). Наблюдава се и периодично преместване на спектралните линии за тези звезди, като кривата на лъчевите скорости е огледален образ на кривата на блясъка. Това означава, че външните слоеве на звездата, в които се формират спектралните линии, осцилират около някакво средно равновесно положение. Амплитудата на кривата на лъчевите скорости позволява да се пресметне отклонението на радиуса на звездата от средната му стойност. За пулсиращите звезди в *Малкия Магеланов Облак* в началото на 20 в. било установено, че колкото е по-голям блясъкът им, толкова по-голям е периодът им на пулсиране. Тъй като тези звезди се намират на еднакво разстояние от Земята (в една галактика), това означавало, че съществува зависимост между периода на пулсации и светимостта (или абсолютната звездна величина) на тези звезди. Установената емпирична релация *период-светимост* посочила перспективата за определяне абсолютната звездна величина на далечни пулсиращи звезди чрез измерване на периодите им на пулсации, а оттам възможността за определяне на големи разстояния във Вселената. Този метод за определяне на разстоянията в астрономията се нарича *метод на фотометричните паралакси*. Следователно пулсиращите звезди осигуряват на астрономията третото измерение и дават възможност за определяне на извънгалактични разстояния. Тъй като тези звезди са свръхгиганти, те могат да се наблюдават на огромни разстояния и служат като “стандартни фарове” или индикатори за космически разстояния.

Подходящи за мониторинг с малки телескопи са следните типове пулсиращи звезди: цефеиди, лириди, звезди от типа *W Vir*, звезди от типа *β Cep*, променливи от типа *RV Tau*, дългопериодични променливи от типа *Mira (o Ceti)* и полуправилни променливи звезди.

Изпълнението на тази задача ще се ръководи от д-р Е. Божурова и екипа от НАОП-Варна.

- Наблюдения на тела от Слънчевата система и мъглявини.
 - Наблюдение на Слънцето с цел регистриране на проявлението на неговата активност
 - Наблюдение на Луната с цел определяне големината на лунни структури и регистриране на нестационарни явления

- Наблюдения на Марс с цел регистриране на прашни бури
- Наблюдения на Юпитер и Сатурн с цел изследване на динамиката в техните атмосфери
- Наблюдения на комети с цел определяне размера на комата и кометните опашки,
- Наблюдения на астероиди с цел определяне периода на въртене
- Наблюдение на планетарни мъглявини с цел изчисляване на скоростта им на разширение

Изпълнението на тези задачи ще се реализира основно от ученици и ще се ръководи от д-р В. Радева и екипа от НАОП-Варна. То ще се предхожда от регистриране на потребителя, попълване на заявка за наблюдателно време, одобрение на проекта от комисията, изтегляне на данните.

20 % от наблюдателното време на телескопите от мрежата ще бъде предоставено на ученици. Това означава на практика създаването на *Българска ученическа обсерватория*. Цялостната нейна организация, както и разпределението на наблюдателното време за ученици, ще се ръководи от Иван Иванов и екипа астрономи от НАОП-Варна, които имат богат опит с организацията на национални астрономически мероприятия – образователни наблюдателни програми, олимпиади, научни конференции, национални конкурси за проекти и др. За целта екипът ще разработи критерии и изисквания за подготовка на заявките за наблюдателно време, ще активира уеб-страница и ще организира популяризаторска кампания сред учителите.

Използването на роботизирани телескопи от мрежата от учители и ученици ще става чрез съвременните *ICT* ресурси на училищата. *Така класните стаи ще се превърнат в научно-изследователски обсерватории.* Заявката за наблюдателно време следва да се прати на адреса на екипа от НАОП-Варна. Успешното решаване на задачите, изпълнявани от ученици, изисква екипите от професионални астрономи от проекта да бъдат и консултанти. За ефективното реализиране на тази връзка ще се активира форум от типа „*Попитай астронома...*“. След завършване на наблюдателната програма, получените изображения ще могат да бъдат изтеглени от сървъра на мрежата.

Основна цел на използването на телескопите от мрежата от ученици е да възбуди интереса им към научните изследвания и да обогати знанията им за Вселената. Едновременно с развиването на умения за планиране на наблюдения, получаване, обработка и анализ на астрономически данни, ще се обогатят и знанията на учениците в областта на новите информационни технологии. От друга страна достъпът на учителите по физика и астрономия до получените астрономически изображения ще обогати електронните им библиотеки, които те могат да използват за учебни компютърни презентации.

25 % от наблюдателното време на телескопите от мрежата ще бъде предоставено на докторанти, а 5 % – на студенти-дипломанти. Неговото разпределение ще става по заявки и ще се ръководи от доц. д-р В. Голев.

50 % от наблюдателното време на телескопите от мрежата ще бъде предоставено на астрономи. Неговото разпределение ще става по заявки и ще се ръководи от проф. д-р Д. Кюркчиева.

Контролният център за управление на мрежата от 4 телескопа (когато те се роботизират) ще бъде в Астрономическия център на Шуменския университет.

Обработката на наблюдателните данни на всеки от телескопите ще се провежда от неговия екип. Отговорници за изпълнението на тези задачи са: докт. В. Иванов (ШУ), д-р О. Станчев (СУ); ст.н.с. д-р Х. Марков (ИА); д-р В. Радева (НАОП-Варна).

Анализът на обработените наблюдателни данни цели

- определяне на конфигурациите и глобалните параметри на наблюдаваните обекти на базата на получените фотометрични и спектрални данни;
- търсене на емпирични връзки между глобалните параметри;
- търсене на връзки между глобалните параметри и пространствените, времеви и енергетични прояви на активност;
- търсене на генетична връзка между изследваните типове обекти.

Той ще се провежда под ръководството на: проф. д-р Д. Кюркчиева (ШУ), доц. д-р В. Голев (СУ), доц. д-р П. Недялков (СУ); ст.н.с. д-р И. Илиев (ИА), ст.н.с. д-р Т. Бонев (ИА). Те ще имат задачата за подготовката на статии с научните резултати, при което ще се ползва опитът на консултантите проф. Димитър Съселов (Harvard University, USA), проф. Златан Цветанов (NASA, USA), проф. Георги Мандушев (Lowell Observatory, USA), проф. Леонид Георгиев (UNAM, Mexico),

проф. Радостин Куртев (Universidad de Valparaiso, Chile); д-р Валентин Иванов (ESO, Chile), които подкрепят настоящия проект.

Накратко решаването на всяка от планираните научни задачи ще се провежда в следната последователност: получаване на наблюдателен материал, анализ и моделиране.

Преди да се пристъпи обаче към конкретните научни изследвания, всеки от научните екипи по проекта преминава през предварителни етапи, а именно

- Получава и тества полученото по проекта оборудване, описано в подписаното между партньорите споразумение (телескоп, камера, спектрограф и набори от широкоивични и тесноивични филтри)

- Инсталира и тества хардуер и софтуер за дистанционно управление на своя телескоп
- Ръководи реализирането на наблюдателната програма на своя телескоп

Отговорници от екипите за изпълнението на тези задачи са: ст.ас. Б. Борисов (ШУ), д-р Е. Овчаров (СУ); ст.н.с. д-р А. Антов (ИА); Ив. Иванов (НАОП-Варна).

4.3. Описание и аргументация за използвания иновативен научен подход и съответните експериментални методи

Когато настъпи тъмнина, компютрите ще „събуждат“ роботизираните телескопи за живот и ако атмосферните условия са добри, инструментите ще започнат да следват своята наблюдателна програма за нощта. 4-те телескопа на SMARTNET ще бъдат базирани съответно: на Шуменското плато (ШУ), в базата на СУ на планината Плана, в НАО-Рожен и в база на НАОП-Варна. Работата на телескопите ще се контролира от сървъра на Центъра за управление в Шуменския университет. Получените от телескопите електронни изображения ще се изпращат обратно към Центъра за управление, за да бъдат разпределени до заявителите и до Българската ученическа обсерватория.

За обработката на изображенията ще се закупи лицензиран софтуер, който ще може да се инсталира на всички компютри, участващи в работата по проекта. Той ще позволи измерване диаметри на планети и далечни галактики, откриване на астероиди и измерване на техните скорости, откриване на изменения на блясъка от активни галактики и променливи звезди или звезди с планети и т.н.

Основните аргументи за създаването на мрежа от малки, дистанционно управляеми и роботизирани астрономически телескопи в България са следните:

а) Осигуряване на равностоен достъп до телескопи за ученици от гимназии и студенти от университети, които нямат собствени телескопи. Ще се даде възможност за получаване на собствени научни резултати по малки програми и на учащи се от по-ниска степен на обучение. Така се осигурява достъп до телескопи на малки научни и образователни звена, за които е невъзможно построяване на сгради и закупуване на собствени телескопи. Реализирането на проекта ще позволи на учащите се да трупат опит в използването на *ICT* и да работят с върхови технологии;

б) Докторантите по астрономия ще получават бързо необходимия им наблюдателен материал и съответно ще защитават в срок своите дисертации, с което ще се осигури новата опитна генерация астрономи;

в) Ще се даде възможност за реализация на научни проекти на астрономи, в които не са необходими големи телескопи, а продължителни наблюдения (мониторинг).

г) Професионалните астрономи от нашата страна ще се включат равностойно в планираните международни наблюдателни кампании на различни астрономически обекти и събития;

д) Десетки хиляди българи ще могат да проведат своето първо наблюдение с телескоп през Международната година на астрономията 2009, а страната ни ще се представи по достоен начин в планираните международни инициативи;

е) Чрез широката популяризационна дейност през Международната година на астрономията се надяваме да осигурим подкрепа от широк кръг институции и фирми за обучението по природни науки, в частност астрономията, както и за научните изследвания в тази област.

4.4. Очакван ефект и резултати

Мрежата от малки дистанционно-управляеми телескопи SMARTNET ще допринесе значително за повишаване нивото на университетското обучение по астрономия в България, което е в унисон с един от приоритетите на Международната година на астрономията.

Софийският и Шуменският университети са единствените институции, предлагащи такова обучение в България и подготвящи следващата генерация астрономи. Но в сравнение с големите европейски университети, те имат сравнително малобройни астрономически екипи. Въпреки това тези институции имат важен принос за създаването на професионални астрономи, които се реализират както в България, така и в най-престижните астрономически институции и обсерватории в света. Такива са проф. Димитър Съселов (Harvard University, USA), проф. Златан Цветанов (NASA, USA), д-р Валентин Иванов (ESO, Chile), проф. Радостин Куртев (Universidad de Valparaiso, Chile); проф. Георги Мандушев (Lowell Observatory, USA), проф. Леонид Георгиев (UNAM, Mexico) и др., които подкрепят настоящия проект и ще бъдат консултанти при неговата реализация.

За да бъдем ефективни членове на европейската астрономическата колегия, нашите университети се нуждаят от поне 2 неща:

- осигуряване на нескъпо оборудване, например 14-инчови телескопи; високочувствителни и нискошумни CCD приемници; малки спектрографи; набори от широкоивични и тесноивични филтри; хардуер и софтуер за роботизация на телескопите и включването им в мрежа;
- възможност да получим наблюдателно време на други наблюдателни съоръжения от световната мрежа с научна и/или образователна цел, което би осигурило алтернативни наблюдателни възможности за нашите екипи и студенти.

Ефектът от мрежата малки телескопи SMARTNET на нашия проект може да се обобщи по следния начин:

- осигуряване на 20 % от наблюдателното време за ученици при равностоен достъп чрез заявки до телескопите;
- осигуряване на 25 % от наблюдателното време за докторанти, което ще позволи съществено съкращаване на докторантурите и осигуряване на ново поколение астрономи;
- повишаване нивото на практическо обучение по астрономия на студентите, за да бъдат подготвени да работят с телескопи в коя и да е обсерватория в света;
- реализация на научни проекти по астрономия, в които не са необходими големи телескопи, а продължителни наблюдения (мониторинг).
- равностойно включване в планираните международни наблюдателни кампании на различни астрономически обекти и събития;
- първо наблюдение с телескоп през Международната година на астрономията на десетки хиляди българи;
- повишаване общия интерес и подкрепа на обществото за обучението и научните изследвания в областта на астрономията;
- привличане на нови таланти хора за професионална реализация в астрономията.

Несъмнено реализацията на предлагания проект ще даде принос в развитието на науката, защото всяко наблюдение в астрономията е ценно и уникално, а съвременните „малки“ телескопи в съвкупност с високочувствителни приемници, могат да бъдат база за получаване на сериозни резултати, а също и открития. Те ще бъдат представени не само сред научните среди чрез съобщения, доклади и публикации в научни издания, но и в публичното пространство чрез медиите.

Надяваме се, че резултатите от наблюденията с телескопите от SMARTNET ще има скромнен принос в развитието на науката, технологиите и обучението.

Астрономията винаги е имала огромно влияние върху развитието на науката и културата, стимулирала е развитието на технологиите и винаги е била мощен израз на човешкия интелект. Тя е източник на най-важните открития за природата на Вселената и нашето място в нея.

В последните десетилетия астрономията бележи огромен прогрес. Докато преди столетие знаехме твърде малко за съществуването дори на нашата собствена Галактика днес знаем, че нашата Вселена се състои от много милиарди галактики и че тя се е образувала преди около 13.7 млрд. години. Докато преди столетие няхаме представа дали има други планетни системи във Вселената, днес ни са известни над 250 планети около други звезди в нашата Галактика и вървим към обяснението на въпроса как е възникнал животът. Докато преди столетие изучавахме небето само с оптични телескопи и фотоемулсии, днес наблюдаваме небето от Земята и от космоса, от радиодиапазона до гама диапазона, използвайки свръхмодерни цифрови детектори, т.е. нашият поглед към Вселената е „по-многоцветен“ отвсякога.

Астрономията е призвана да предскаже бъдещето на Слънчевата система, на нашата Галактика и на цялата Вселена. Въпреки огромният прогрес на тази наука остават множество

неизяснени проблеми за бъдещите поколения както относно природата на отделни небесни тела и явления, така и за Вселената като цяло.

Изучавайки протопланетните системи и непрекъснатото раждане на звезди от дифузен газ и молекулярни облаци, съставлящи междузвездната среда, астрономите се надяват през 21 в. да разберат кое определя формирането на нови звезди, т.е. механизмът на звездообразуването.

Участието в задачата за търсене на екзопланети и планетни системи извън Слънчевата система ще помогне в търсене на отговори на въпросите:

Колко звезди са заобиколени от планетни системи?

До каква степен нашата Слънчева система е типична?

Съществуват ли планети подобни на Юпитер и Земята?

Колко от тях са вероятни места на живот?

Участието в задачата за търсене на космически тела, които се приближават опасно към Земята, ще помогне в търсене на отговор на жизненоважния за човечеството въпрос *Каква е вероятността за сблъсък?*

От астрономията на 21 в. се очаква сериозен принос в отговорите и на следните фундаментални въпроси:

Еднакви ли са физичните закони и фундаменталните константи навсякъде във Вселената?

Как и защо е възникнала Вселената?

Съществуват ли други вселени?

Как и защо се е зародил животът на Земята?

Отговорите на тези въпроси ще имат дълбоко въздействие върху нашето разбиране за заобикалящия ни свят.

Затова в началото на третото хилядолетие астрономията е обърната към бъдещето, изпълнено с големи възможности, но и с много предизвикателства. Днес астрономите са на границата на нов етап от открития, който ще бъде толкова важен, колкото този, възвестен от Галилей преди 400 години.

4.5. Създаване на благоприятна среда за млади учени

Днес, поради лошите перспективи за намиране на работа, все по-малко ученици и студенти избират астрономията и природните науки като своя кариера. Надяваме се, че създаването на добре оборудваните дистанционно-управляеми телескопи от SMARTNET ще допринесе за преодоляване на тази негативна тенденция и ще стимулира младите хора за професионална реализация в областта на астрономията.

Планира се 25 % от наблюдателното време на телескопите да бъде предоставено на докторанти, което ще позволи бързо натрупване на наблюдателен материал – една от най-важните причини за удължаването на срока на докторантурите им понастоящем. Защитата в срок на дисертациите на младите колеги ще даде възможност за бързото им професионално израстване и съответно до така необходимото вече попълване на астрономическата колегия в България с млада генерация опитни астрономи.

Освен това планираме по един млад астроном от астрономическите екипи на Шуменския университет, Софийския университет и Института по астрономия, да бъдат назначени по настоящия проект. Това ще създаде добри условия за тяхното кариерно развитие.

Предполагаме, че създадената мрежа от роботизирани телескопи ще бъде достатъчен мотив за професионална реализация в България поне на част от талантливите млади астрономи, а защо не и за завръщане в страната на колеги, които работят в чужбина не само поради по-добрите финансови условия, но и поради наличието на по-добро оборудване и достъп до достатъчно наблюдателно време.

4.6. Потенциал за бъдещо развитие на научната група, изпълняваща проекта

Астрономическите екипи от 4-те институции, участващи в проекта, винаги са си взаимодействали, дори когато за това не съществуват официални договорености. В колектива на проекта участват водещи български астрономи с голям опит в наблюденията, обработката и анализа на данни, както и млади астрономи и докторанти. В резултат на реализацията на проекта се очаква докторантите да завършат своите дисертации, а останалите участници – да продължат развитието на кариерата си със защита на “големи дисертации”.

Считаме, че създадената по проекта Българска ученическа обсерватория ще бъде резервоар, който ще подхранва университетските специалности по физика и астрономия с млади

талантливи хора. Разчитаме, че той ще се превърне в координационен център за страната за всички ученически извънкласни форми по астрономия (олимпиади, конкурси и др.).

4.7. Потенциал за трансфер на знания и приложимост на резултатите

Учениците, заедно със своите учители по физика и астрономия, които участват в работата по проекта в рамките на Българска ученическа обсерватория, ще разширят своите знания и умения в областта на астрономията и новите информационни и комуникационни технологии. Същото се отнася и до студентите и докторантите. Тяхното практическо обучение ще им позволи да придобият умения за работа с различните професионални телескопи по света. *Така класните стаи и университетските зали ще се превърнат в научно-изследователски обсерватории, където младите хора могат да реализират свои идеи, да проверяват хипотези.*

Научните изследвания, планирани в проекта, са от областта на фундаменталните науки, което означава, че не се вижда директна приложимост.

В §4.4 е описано значението на съвременната астрономия за развитието на човешкото общество. Някои от задачите, които решават астрономите, имат значение за всички хора, а именно предсказване бъдещето на Земята, Слънчевата система, нашата Галактика и цялата Вселена. В този смисъл повечето научни задачи на проекта (Търсене на космически тела, които се приближават опасно към Земята; Наблюдения на тела от Слънчевата система; Търсене на екзопланети; Мониторинг на Нови, Свръхнови и рентгенови звезди) имат принос към осигуряване на актуална информация за космическите опасности, които заплашват Земята и човешката цивилизация.

5. План за устойчивост на дейностите и след приключване на проекта

След приключване на проекта екипите, които са участвали в реализацията му от ШУ, СУ, ИА и НАОП-Варна, ще продължат да функционират и да осъществяват основните си дейности. Като резултат от работата по проекта ще бъде създадена мрежа от роботизирани телескопи SMARTNET, ще бъде отработена технология за нейното използване, ще се натрупа опит в участието и иницирането на международни наблюдателни кампании, образователни проекти и инициативи. Всичко това дава основание да считаме, че и след завършване на срока на проекта, участниците в него ще продължат да работят по реализиране на наблюдателни програми на роботизираните телескопи от мрежата.

Планира се в края на първия етап от изпълнение на проекта нашите роботизирани телескопи да се свържат към световната мрежа, което ще позволи реализиране на наблюдения по международни проекти с глобално значение. По такъв начин ще се осигуряват нови атрактивни теми за докторанти и ще се привличат млади хора за професионална реализация в астрономията.

Считаме, че създадената по проекта Българска ученическа обсерватория ще продължи да осъществява своите цели и задачи.

Следователно създадената по проекта мрежа от роботизирани телескопи в България може да продължи да функционира без следващи инвестиции и след приключване работата по проекта.

6. План за разпространение на резултатите (до 2 страници)

За включване на ученици в наблюдателната програма планираме:

- Еднодневни обучения на учители по физика и астрономия по места от екипа от НАОП-Вална;
- Разработка (от екипа от НАОП) и издаване (от ШУ) на ръководство с инструкции за регистриране в Българската ученическа обсерватория, подготовка на заявки за наблюдателно време, списък от подходящи обекти за наблюдение, инсталиране на софтуера за обработка.

Текущата работа по проекта изисква:

- Разработка (от екипа от СУ) и разпространение на материал, съдържащ: техническо описание на оборудването; инструкции за тестване на полученото по проекта оборудване (телескоп, камера, спектрограф и набори от широковични и тесновични филтри); инструкции за тестване хардуера и софтуера за дистанционно управление и роботизация на телескопите
- Поддържане и непрекъснато актуализиране на сайт за работата по проекта на сървъра на Контролния център за управление на мрежата в Шуменския университет. В него ще

- Резултатите от наблюденията и изпълнението на задачите ще бъдат разпространявани чрез:
- Изпращане на електронен бюлетин с информация за проведени и бъдещи наблюдения и организационни събития до регистрираните за участие със заявки в проекта на учители, докторанти, астрономи
 - Доклади на научни конференции на астрономи, докторанти, студенти
 - Публикации в научни списания
 - Изпращане на съобщения и данни в астрономически архиви (www.astronomersteleggram.org, cfa-www.harvard.edu/iau/CBAT_M31.html и др.),
 - Защити на дисертации и дипломни работи за докторанти и студенти
 - Участия с проекти в научни и образователни конкурси (в Европейския конкурс по астрономия за ученици „Catch a star”, Националният конкурс по астрономия в Интернет „Ловци на небесни съкровища”, в конкурсите на НАСА и др.).
 - Организиране на изложби на астрономически изображения в училища, библиотеки и читалища и др.

7. Управление на проекта (до 3 страници)

Организационно проектът ще се управлява от неговия ръководител проф. дфн Диана Кюркчиева, която е от базовата организация. При администрирането на проекта тя ще се подпомага от: доц. Валери Голев от СУ; ст.н.с. д-р Илиан Илиев от НАО-Рожен; ст.н.с. д-р Таню Бонев от ИА; Веселка Радева от НАОП-Варна.

Финансовото администриране на проекта се поема от базовата организация.

Заявките за закупуване на оборудването по проекта се правят от базовата организация, съгласно правилата на МОН.

Управлението на дейностите по проекта ще става на базата на:

- *Споразумението*, подписано между базовата организация и партньорите, в което са описани детайлно разпределението на финансирането по всеки параграф от финансовия план за 4-те институции, както и отговорностите и задачите на екипите от 4-те институции (участниците в тези екипи са дадени във формулярите към проекта);
- *Работната програма* (т. 4 от този документ), в която са записани конкретно имената на отговорниците по всички задачи и дейности по проекта.

Литература

- Budding, E., 1995, Ap&SS 228, 299, *Global Network of Small Automated Telescopes*
Crawford, D. & Craine, E., 1996, BaltA 5, 255, *A Global Network of Small Telescopes as a Resource for Photometry*
Dunham, E., Mandushev, G., Taylor, B., Oetiker, B., 2004, PASP 116,1072, *PSST: The Planet Search Survey Telescope*
Fadavi, M., et al., 2006, AN 327, 811, *Piloting a network of small telescopes*
Hessman F., 2001, ASP Conf. Ser. 246, 357, *Small-telescope Astronomy on Global Scales*
Seagroves, S., Harker, J., Laughlin, G. Lacy, J., Castellano, T., 2003, PASP 115, 1355, *Detection of Intermediate-Period Transiting Planets with a Network of Small Telescopes: transitsearch.org*