

This is not an ADB material. The views expressed in this document are the views of the author/s and/or their organizations and do not necessarily reflect the views or policies of the Asian Development Bank, or its Board of Governors, or the governments they represent. ADB does not guarantee the accuracy and/or completeness of the material's contents, and accepts no responsibility for any direct or indirect consequence of their use or reliance, whether wholly or partially. Please feel free to contact the authors directly should you have queries.

# STEM соҳасидаги ҳамкорликнинг энг яхши тажрибалари: Сингапур тажрибаси

Р. Субраманиам (R. Subramaniam), PhD  
Сингапур

# STEM Нима?

- STEM бу табиий фанлар (физика-химия-биология), технология, муҳандислик ва математика (Science, Technology, Engineering and Mathematics) сўзларининг бош ҳарфларидан иборат бирикмадир.
- Одатда STEM дейилганда, унинг таркибий қисми бўлган бир соҳа ёки шу барча соҳаларни бирлаштирувчи умумий фан тушунилади.
- Биз ушбу презентацияда юқорида таъкидланган соҳа(лар)ни назарда тутамиз.

# STEM нима учун бу қадар муҳим?

- Глобаллашув, АКТ соҳасидаги янги ютуқлар ва фан ва техника тараққиётининг жамиятга таъсирида миллатларнинг рақобатбардошлиги хавф остида қолмоқда – одамлар ишдан бўшамоқда, баъзи анъанавий касблар аҳамиятсиз бўлиб қолиш хавфи остида ва лавозим мажбуриятлари эса бирлашиб, қиймат яратиш занжирига монанд кўпайиб бормоқда.
- Мамлакатлар ушбу воқеаларга эътибор беришлари ва муаммоларга муносиб муносабатда бўлишлари керак, шунда одамлар янги иқтисодий шароитга мослашиш учун зарур бўлган малакаларни яхшироқ ўзлаштирадilar.
- Замонавий иқтисодиёт кўп жиҳатдан STEM билан чамбарчас боғлиқ.
- Ўқувчилар учун мактабларда STEM учун яхши асос яратиш жуда зарурдир.

# Сингапур таълим тизими

- Халқаро даражада тан олинган.
- 2015 йил май ойида Иқтисодий ҳамкорлик ва тараққиёт ташкилоти томонидан эълон қилинган сўнгги глобал таълим рейтингда Сингапур мактаб тизимларининг сифати, тенглиги ва самарадорлиги бўйича биринчи ўринни эгаллади.
- 2021 йилдаги QS World University рейтингига кўра, Сингапурдаги иккита университет дунёнинг энг яхши ўнталигига кирди – Сингапур миллий университети (11) ва Нанянг технология университети (13).
- Сингапурдаги мактаб ўқувчилари халқаро олимпиадаларда мунтазам равишда табиий фанлар ва математика соҳаларида муваффақиятли қатнашиб, жумладан PISA ва TIMSS бўйича яхши натижаларга эришиб келмоқдалар.

# Сингапур мактабларида STEMни тарғиб қилиш бўйича ёндашувлар

- Мактабларда STEM фанларидан фақат табиий фанлар ва математика ўқитилади.
- Мухандислик ва технологиялар мактабда асосий фан сифатида ўқитилмайди.
- Табиий фанлар ва математика фанларида АКТдан кенг фойдаланилади
- Мактабларда табиий фанлар ва математика бўйича рақобатни оширишга катта эътибор берилади. Мажмуавий STEMни эса мустақил мутахассислар тарғиб қиладилар.
- STEM ҳақида гапирилганда, биз нафақат STEM таркибий қисмлари, балки АКТга асосланган фанлар ҳам нкўзда тутилади.

# STEMни ўқитишда ҳамкорлик

- STEM жуда кенг соҳа бўлиб, уни бир ташкилотнинг ўзи бошқара олмайди.
- Сингапурда табиий фанлар ва математика асослари мактабда ўқитилса-да, бу соҳани янги босқичга кўтариш учун турли ташкилотлар билан ҳам ҳамкорлик алоқалари ривожланмоқда.
- Ушбу кўп қиррали шериклик моделлари Сингапурда STEM соҳасида қўшимча соҳаларни яратади.
- Биз турли хил ҳамкорлик моделларини кўриб чиқамиз.

# 1-омил: Илм-фан марказлари билан яқиндан ҳамкорлик

- Сингапур илф-фан маркази 1977 йил ташкил қилинган.
- Бу марказ илм-фанни тарғиб қилиш дастурлари, турли мавзулардаги кўргазмалар ва илмий нашрларнинг алоҳида дастурлари орқали ўқувчилар, талабалар ва жамоатчилик орасида фан ва технологияларни тарғиб қилади (Tan & Subramaniam, 1998, 2003).
- Ҳар йили 200 000 дан ортиқ мактаб ўқувчилари табиий фанлар ва математика бўйича қўшимча дастурларда иштирок этадилар.

Tan, W.H.L. & Subramaniam, R. (1998). Developing countries need to popularise science. *New Scientist*, 2139, 52.

Tan, W.H.L. & Subramaniam, R. (2003). Science and technology centres as agents for promoting science culture in developing nations. *International Journal of Technology Management*, 25(5), 413-426

# Сингапур табиий фанлар марказидан суратлар





# 2 -омил: STEM амалий таълим дастури

- Сингапур табиий фанлар маркази бўлими ҳисобланган STEM Inc. томонидан бошқарилади.
- Мактабларга таклиф қилинади.
- Мажмуавий STEMдан фойдаланган ҳолда реал муаммоларга ечим қидиришга асосий эътибор қаратилади.
- Мактабларда ўтказилади ва ўқувчиларни кузатиш учун бў бўлимнинг ходимлари бевосита бириктирилади.
- Мактаблар муайян вақт давомида ўқувчилар ўрганишлари мумкин бўлган мавзуларни танлашлари мумкин.
- Таълим вазирлиги томонидан қўллаб-қувватланади.

# Амалий таълим дастуридаги аввалги мавзулар

- Ички электроника
- Муҳандислик дизайни ва моделлаштириш
- Роботика
- Озиқ овқат соҳасида фан ва технология
- Муқобил энергия манбалари
- Шаҳар дизайни ва инновациялар
- eWater (электрон сув) датчиклари ва сув технологиялари
- Материалшунослик
- eHealth (электрон саломатлик) датчиклари
- Саломатлик бўйича амалий фанлар
- Парвоз ва аэрокосмик саноати
- Ҳийин дизайни ва моделлаштириш

# Амалий таълим дастуридаги ҳозирги мавзулар

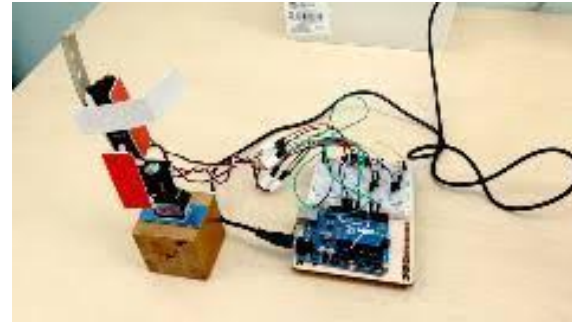
## Бошланғич синфлар учун мавзулар

- Ҳийинлар дизайни ва Һийин яратиш
- Саломатлик тўғрисидаги билимлар
- Материалшунослик
- Барқарорлик
- Транспорт

## Юқори синфлар учун мавзулар

- Шаҳарлар ва шаҳар манзаралари
- Янги технологиялар
- Келажак транспорти
- Саломатлик ва озиқ овқат бўйича билимлар
- Барқарорлик

# Амалий таълим дастури



# 3 -омил: Лойиҳа ишларига урғу бериш

- Табиий фанлар ва математика соҳаларида лойиҳа ишлари бу соҳада ўрганилган билимларни реал муаммолар ечимларини амалда кўрсатиб беришда ёрдам беради.
- Бу мактаб ўқувчиларига олимлар ишлари билан илҳомлантиришнинг ажойиб намунасидир.
- Аввалдан мавжуд бўлган иккита схема ҳозир биргаликда қўлланилмоқда.
- Ҳар иккала схема ҳам муайян жамиятлар томонидан ишлаб чиқилади (Tan & Subramaniam, 2009): Сингапур давлат фанлар академияси, Сингапур илм-фан тараққиёти ассоциацияси, Сингапур табиий фанлар ўқитувчилари жамияти ва Сингапур табиий фанлар маркази.

Tan, W.H.L. & Subramaniam, R. (2009). Role of scientific academies and scientific societies in promoting science and technology: Experiences from Singapore. *International Journal of Technology Management*, 46, 38-50.

# Лойиҳа иши: Ёш олимлар значоги схемаси

- ▶ Бошланғич синф ўқувчиларига қуйидаги 17 та фан бўйича лойиҳа ишларида мустақил қатнашиш имконини беради:

*Геология, зоология, математика, физика, орнитология, ботаника, астрономия, химия, энтомология, экология, метеорология, атроф муҳит, ахборот технологиялари, озиқ-овқат технологиялари ва бошқалар*

- ▶ Ўқувчилар ўзларининг фаолият картасидаги вазифаларни бажаришлари керак бўлади ва буни уларнинг ўқитувчилари баҳолаб борадилар
- ▶ Фаолият картасини муваффақиятли тўлдирган ўқувчиларга алоҳида муваффақияти учун тегишли фан бўйича “Ёш олимман” значоги берилади.
- ▶ 1982 йилдан бери қўлланилади.
- ▶ Ҳозир тўлиқ онлайн кўринишда

# Ёш олимлар значоклари



# 'Ёш физикман' картаси

TO QUALIFY FOR A "I AM A YOUNG PHYSICIST" BADGE, EARN 15 STARS		Teacher's signature on completion of activity
***	Make an instrument that can be used to measure temperature.	
***	Make an instrument that can be used to measure weight.	
***	Make an instrument that can be used to measure time or time intervals.	
****	Write a biography of between 150–200 words of a famous Physicist. Bring one of the Physicist's inventions to your class or Science Club meeting and explain to your fellow pupils how it works OR explain to your fellow pupils why you consider him/her to be such a great scientist.	
**	List 10 famous Physicists and indicate their most important discovery or invention.	
***	Write a short science fiction story based on Physics or involving gadgets that are applications of Physics.	
**	Collect 10 objects which are applications of Physics. Label them, stating the Physics principle each depends on.	
***	Make a simple solar heater.	
****	Carry out an experiment that is not found in your school textbook on electricity (caution: Do not use household current; use batteries). Keep a record of the experiment.	
**	Draw a famous Physicist.	
**	Visit the Science Centre and make notes about 2 of the Physics exhibits that interest you.	
***	Make a labelled model of an atom or a molecule.	
**	Write a poem that involves Physics.	
**	Collect 8 objects that convert one form of energy to another. Label them, stating the energy change that occurs.	
***	Write an article about the use of nuclear energy.	
***	List at least 5 machines that could have been used by the Egyptians to build the pyramids. Make a model to illustrate the use of one these machines OR make a working model of one of these machines.	
***	Make a periscope.	
***	Make a sound-making instrument that produces musical notes. You should be able to play a simple tune using the instrument.	

Date started ..... Date completed .....

Teacher's name .....  
(please print)

Principal's signature .....

School's tel. no. ....

School stamp ..... Date .....

Authorisation of award by  
the Singapore Science Centre

Date awarded  
.....



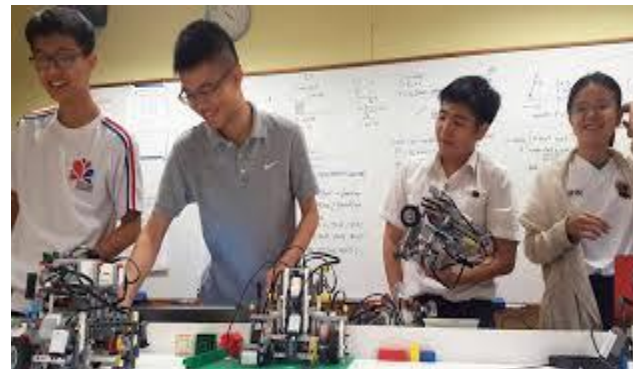
# Лойиҳа иши: Квест-клуб значоклари схемаси

- “Ёш олимлар значоги” каби тузилмаган ва ошкорароқ характерга эга
- Юқори синф ўқувчилари ўз қизиқишига кўра илмий лойиҳаларда иштирок этишлари мумкин
- Лойиҳани муваффақиятли якунлаган ўқувчиларга, лойиҳанинг сифатига қараб, Олтин ёки кумуш квест-значоги берилади
- 1988 йилдан бери қўлланилади.

## 4-омил: STEM таълимини рағбатлантириш учун бошқа ҳамкорлик дастурлари

- Миллий роботика мусобақаси– Сингапур табиий фанлар маркази томонидан, Таълим вазирлиги ва бошқа ҳамкорлар кўмагида ташкил этилади.
- Сингапур табиий фанлар фестивали – Сингапур табиий фанлар маркази ва Табиий фанлар, технологиялар ва тадқиқотлар агентлиги томонидан ташкил қилинади.

# Миллий роботика мусобақаси



# Сингапур табиий фанлар фестивали



## **4-омил: STEM таълимини рағбатлантириш учун бошқа ҳамкорлик дастурлари (давоми)**

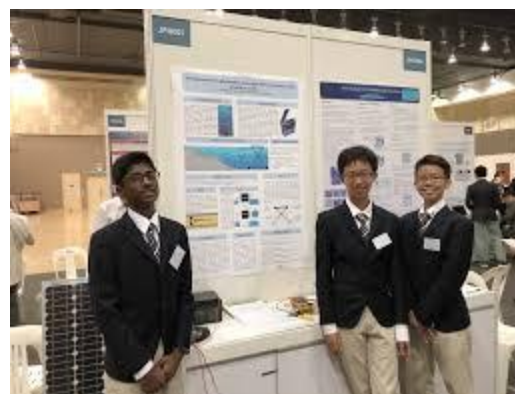
- Тан Ках Ки ёш ихтирочи мукофоти – *Tan Kah Kee Foundation* жамғармаси томонидан ташкил қилинади.
- Сингапур илм-фан ва муҳандислик кўргазмаси – *Таълим вазирлиги, Табиий фанлар, технологиялар ва тадқиқотлар агентлиги ва Сингапур табиий фанлар маркази томонидан ташкил қилинади.*

**Бу дастурлар ўқувчиларга STEMда бевосита амалда иштирок этиш имконини беради.**

# Тан Ках Ки ёш ихтирочи мукофоти



# Сингапур илм-фан ва муҳандислик кўргазмаси



## 5-омил: Мактаб ўқувчилари орасида тадқиқотларни рағбатлантириш

- Сингапурнинг баъзи мактабларида фан докторлари ишлайдиган тадқиқот лабораториялари мавжуд.
- Ўқувчилар баъзи энг янги илмий технологиялар билан яқиндан танишиш имкониятига эга бўладилар.
- Бу фақат тадқиқотларга қизиққан энг яхши ўқувчилар учун мўлжалланган.



# Ўқувчилар томонидан ишлаб чиқилган ДНК тести натижаларини аниқлаш воситаси

## Dunman scores with new DNA test kit

### It's cheaper...

Costs \$30, instead of \$200 to \$500 for commercial kits

### ... and works faster too

Test takes 30 minutes, compared to one to four hours

By **TAY SHIFAN**

DUNMAN Secondary School has come up with a DNA extraction kit that it says is 20 to 30 times cheaper than what is available in the market and just as effective.

The school's kit also takes just 30 minutes to separate DNA from other cell components, compared to the one to four hours needed for commercial kits.

Genes are made up of a DNA code and studying the DNA can help scientists determine genes which cause hereditary diseases such as types of cancer and diabetes.

tion kits are priced between \$200 and \$500 for 100 extractions.

The principal, Mrs Edelweis Neo, said the school may package the kit for sale next year, and that she was "very proud" of the students' achievement.

The kit was developed and tested by Secondary 3 students Neo Yi Xian and Chan Li Fang; second-year Singapore Polytechnic biotechnology students Martin Tay and Lin Lili, who are on attachment with Dunman Secondary's life sciences research centre; and Mr Chow Jeng Yeong, 20, a research assistant at the school.

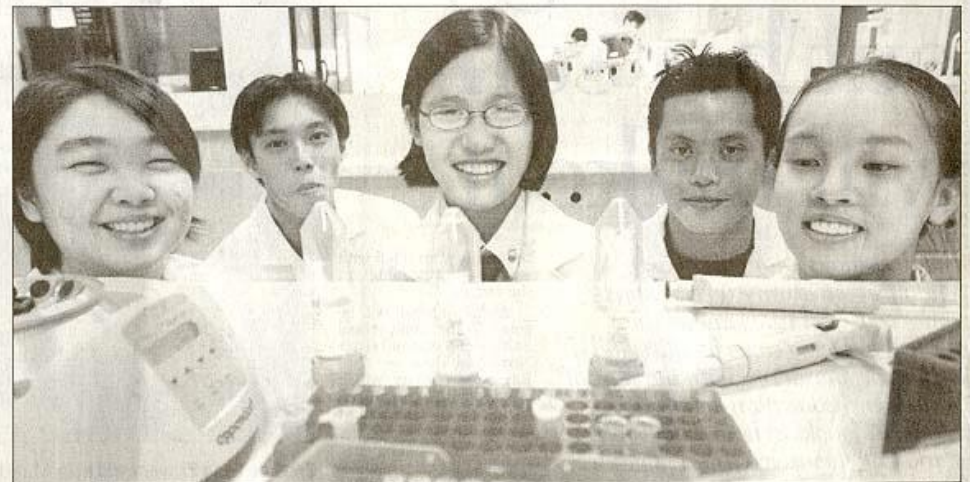
things only when they are in polytechnic or university."

Dr Dennis Yeo, a molecular geneticist and head of the centre, said the team decided to make its own kit because commercial ones are expensive.

"The school had an incentive to create its own solutions because we do not have as much funds as research institutes, for instance, which simply buy large quantities of commercial kits."

Dr Yeo, who supervised the project, estimated that the school would save \$1,000 a month using its own kits.

Human DNA is commonly extracted using cheek cells,



**One month was all it took** for the team to hit upon the right formula for the kit, which the school may package for sale next year. The five involved are (from left), Lili, Mr Chow, Yi Xian, Martin and Li Fang.

HOW HWEE YOUNG

needed by studying the show... entitled... that... when... is not about to lose sleep over... support and facilities."

# 6-омил: Ихтиро иштиёқини рағбатлантириш

- Ўқувчиларни ихтирочилик машғулотиغا қизиқтириш.
- Ихтирочиликка интилиш – STEMни амалда кўрсатишнинг энг яхши йўлидир.
- Бошланғич синфлар учун энг муҳим дастур – илм-фан соҳасидаги ижодий ихтиролар SONY мукофоти бўлиб, у Сингапур табиий фанлар маркази ва Сингапурдаги SONY Group компаниялари томонидан, Таълим вазирлиги кўмагида ўтказилади.

# Илм-фан соҳасидаги ижодий ихтиролар Sony мукофоти мусобақаси



# 7-омил: Мактаб ўқувчилари учун тадқиқот амалиётлари

- Олимлар – ўқувчилар учун энг яхши ҳавас намунасидир.
- Мактаб ўқувчилари университет олимлари билан тадқиқотларда бирга ишлаш учун қуйидаги икки ташаббус фаолият юритади:  
Сингапур миллий Университетининг *Илм-фан тадқиқотлари дастури* ва Нанянг технология университетининг *Технологиялар, Муҳандислик ва тадқиқотлар дастури*.
- *Илмий мураббийлик дастури*, Таълим вазирлигининг Иқтидорли болалар таълими бошқармаси томонидан, бир қатор муассасалар билан ҳамкорликда бошқарилади. У ўқувчиларга турли ОТМлар ва илмий тадқиқот институтларининг лабораторияларида амалиёт ўтиш таклифини беради.
- Баъзи ўқувчиларнинг мақолалари ушбу ташаббуслар ёрдамида халқаро журналларда чоп этилган.

# Мақтаб ўқувчилари мақолалари халқаро журналларда чоп этилади!

FRIDAY, JANUARY 20 2012 B1

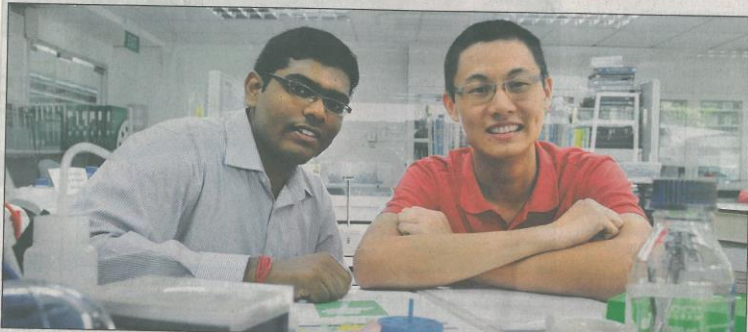
# DME

WHAT'S ONLINE FOLLOW AND EN  
News: [www.straitstimes.com](http://www.straitstimes.com) Connect: [www.facebook.com/straitstimes](http://www.facebook.com/straitstimes)

TOP THREE HOME STORIES ONLINE

- Hong Kong-born teen trying to give up Singapore citizenship
- NUS High School student in coma after falling 6 floors
- Man jailed for sex without informing partner of HIV status

More Forum letters online at [www.straitstimes.com](http://www.straitstimes.com)



(From left) Raffles Institution alumni Murali Adithyavaravan and Alan Aw, both 18, have put Singapore schools on the world map. Mr Murali co-wrote a paper with a Nanyang Technological University professor that appeared in Surface And Coatings Technology last year, while Mr Aw's paper will be published in the American Mathematical Monthly this year. ST PHOTO: DESMOND LUI

## Students shine in scientific research

Papers by Integrated Programme students published in international journals

well as staff members with PhDs who mentor students.

Mr Aw said his uncle, a trained mathematician, had nurtured his interest by introducing him to pure maths when he was in lower secondary school. Driven by his interest, Mr Aw approached Dr Ku Cheng Yeaw, a maths lecturer at the National University of Singapore, for a possible research collaboration after meeting him at a science conference when he was

in Secondary 4. A paper co-authored by him and Dr Ku is almost completed.

"I enjoy the intellectual stimulation from doing maths... I even take the opportunity to visit maths professors when I travel overseas on family vacations," he said.

Mr Looi Qin En, 18, says it was his interest in computer games that got him started on research in computer science. The HCL and Catholic High alumnus

has produced a total of five papers in peer-reviewed journals to date.

"What really drives me is the excitement of finding out new things people have not found out before," he said.

"When I go overseas to present research, other researchers are very surprised to see a high school student presenting papers.

"But many of them have offered me useful feedback and encouragement."

[zhaowei@sph.com.sg](mailto:zhaowei@sph.com.sg)

# 8-омил: Ташқи хизмат кўрсатувчиларга STEM дастурини таклиф қилиш имконини бериш

- Сингапурдаги мактаблар STEMни ўқув дастурлари орқали тарғиб қилиш учун кўп ишлар қилмоқда.
- STEMни янада тарғиб қилиш учун ташқи хизмат кўрсатувчиларга мактаб ва ундан ташқарида мақбул дастурларини таклиф қилишлари учун муайян муҳит яратиб берилган.
- Бу нарсага иккита давлат схемаси орқали кўмаклашилади. Улар – ҳар бир ўқувчи учун Edusave Pupils Fund жамғармаси ва ҳар бир мактаб учун Edusave Fund жамғармаси. Биринчи схемага кўра, ўқувчининг ҳисоб рақамига ҳар йили пул ўтказилади, иккинчисидан эса, мактабларнинг схемада иштирок этиш давоматига кўра, мактаб ҳисоб рақамига ҳар йили пул ўтказиб берилади. Бу Таълим вазирлиги маблағлари ҳисобидан амалга оширилади.

# Қисқача хулоса

- Бугуннинг ўқувчилари АКТ, глобаллашув ва фан ва технологияларнинг жадал ривожланиб бораётган даврида яшамоқда.
- Сингапур мактаб ўқувчиларини янги иқтисодиётда ишчи кучи муаммоларига янада яхшироқ тайёрланишлари учун мактабда ўқиётган вақтларидаёқ буни уларга сингдиришга катта аҳамият беради. Шу нуқтаи назардан, STEM жуда муҳимдир.
- STEM таълимини тарғиб қилишда Сингапур ўқувчиларнинг табиий фанлар ва математика бўйича билимларини ва АКТ бўйича кўникмаларини ривожлантиришга эътибор қаратади. Шу билан бирга норасмий таълим муассасаларига STEMнинг мажмуавий дастурларини таклиф қилиш имкониятини ҳам қолдиради.
- Сингапурда STEM таълимининг муваффақияти асосан турли хил омилларга таянади. Уларга мисол қилиб Таълим вазирлигининг бу соҳадаги фаоллиги, ўқитувчиларни тайёрлаш муассасалари фаолиятининг яхши ташкил этилганлиги, ўқитувчилар малакасининг юқорилиги ва албатта, турли манфаатдор томонлар билан ҳамкорлик моделларини кўрсатиш мумкин.