

ОТКРЫТАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ПОДДЕРЖКИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОИЯИ



Open Education at JINR

И. Арсенич, С.Н. Балалыкин, В.В. Белага, М.Х. Бржозовы, Е.И. Голубева,
З.И. Горяйнова, В. Гурев, П. Дуда, М. Гнатич, Ш. Жанчив, Д.В. Каманин,
Ю.Н. Касумов, К.В. Клыгина, Д. Кочева, А.О. Комарова, О.А. Крейдер, М. Крмар,
М.Л. Лекала, Е. Лабанич, В. Малаза, Р. Ньюман, М.К. Ольшевски, Ю.Д. Орлова,
М.П. Осмачко, С.З. Пакуляк, Е.В. Потребеникова, Н.Е. Пухаева, М. Пэрыт,
Ю.В. Пятков, Г. Райновски, Т.И. Садырова, П.Д. Семчуков, Н.Е. Сидоров,
О.А. Смирнов, А.О. Стрекаловский, Т.Г. Строганова, Г.В. Тихомиров, И.В. Тваури,
Э. Вингардт, Ш. Вингардт, И. Ванков, Е.Б. Весна, С. Вокал, Н.И. Воронцова,
А.С. Жемчугов, Д.В. Журавлева

ОТКРЫТАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ПОДДЕРЖКИ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ В ОИЯИ

ОТКРЫТАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ОИЯИ

ШИФР ТЕМЫ: 06-0-1139-2019/2023

СПИСОК АВТОРОВ:

И. Арсенич¹, С.Н. Балалыкин², В.В. Белага², М.Х. Бржозовы³, Е.И. Голубева²,
З.И. Горайнова², В. Гурев⁴, П. Дуда³, М. Гнатич^{2,5}, Ш. Жанчив⁶, Д.В. Каманин²,
Ю.Н. Касумов⁷, К.В. Клыгина², Д. Кочева⁴, А.О. Комарова², О.А. Крейдер⁸,
М. Крмар¹, М.Л. Лекала⁹, Е. Лабанич¹⁰, В. Малаза¹³, Р. Ньюман¹⁰,
М.К. Ольшевский³, Ю.Д. Орлова², М.П. Осмачко², С.З. Пакуляк²,
Е.В. Потребеникова², Н.Е. Пухачева^{2,7}, М. Пэрыт^{2,3}, Ю.В. Пятков¹², Г. Райновски⁴,
Т.И. Садырова⁸, П.Д. Семчуков², Н.Е. Сидоров², О.А. Смирнов²,
А.О. Стрекаловский², Т.Г. Строганова², Г.В. Тихомиров¹², И.В. Тваури⁷,
Э. Вингардт¹³, Ш. Вингардт¹³, И. Ванков¹⁴, Е.Б. Весна¹², С. Вокал⁵, Н.И.
Воронцова², А.С. Жемчугов², Д.В. Журавлева²

¹ Университет города Нови-Сад, Нови-Сад, Сербия

² Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия (ЛФВЭ, ЛЯР, УНЦ)

³ Варшавский технологический университет, Варшава, Польша

⁴ Софийский университет им. Св. Климента Охридского, София, Болгария

⁵ Университет Павла Йозефа Шафарика, Кошице, Словакия

⁶ Монгольский государственный университет образования, Улан-Батор, Монголия

⁷ Северо-Осетинский государственный университет, Владикавказ, Россия

⁸ Государственный университет «Дубна», Дубна, Россия

⁹ Университет Южной Африки (UNISA), Претория, Южная Африка

¹⁰ Словацкий технический музей, Словакия

¹¹ Национальная циклотронная лаборатория iThemba LABS, Сомерсет Вест, Южная Африка

¹² Национальный исследовательский ядерный институт «МИФИ», Москва, Россия

¹³ Стелленбошский университет, Стелленбош, Южная Африка

¹⁴ Институт ядерных исследований и ядерной энергетики БАН, София, Болгария

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА:

ПАНЕБРАТЦЕВ Ю.А.

ДАТА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОЕКТА В НОО _____

ДАТА НТС ЛАБОРАТОРИИ _____ НОМЕР ДОКУМЕНТА _____

ДАТА НАЧАЛА ПРОЕКТА _____

(ДЛЯ ПРОДЛЕНИЙ — ДАТА ПЕРВОГО УТВЕРЖДЕНИЯ

ПРОЕКТА) _____

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ ПРОЕКТА

ОТКРЫТАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ПОДДЕРЖКИ
 ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫХ
 ИССЛЕДОВАНИЙ В ОИЯИ

ОТКРЫТАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ОИЯИ

ШИФР ТЕМЫ: 06-0-1139-2019/2023

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА: ПАНЕБРАТЦЕВ Ю.А.

УТВЕРЖДЕН ДИРЕКТОРОМ ОИЯИ	ПОДПИСЬ	ДАТА
---------------------------	---------	------

СОГЛАСОВАНО

ВИЦЕ-ДИРЕКТОР ОИЯИ	ПОДПИСЬ	ДАТА
--------------------	---------	------

ГЛАВНЫЙ УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ	ПОДПИСЬ	ДАТА
--------------------------	---------	------

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР	ПОДПИСЬ	ДАТА
-----------------	---------	------

НАЧАЛЬНИК НОО	ПОДПИСЬ	ДАТА
---------------	---------	------

ДИРЕКТОР ЛАБОРАТОРИИ	ПОДПИСЬ	ДАТА
----------------------	---------	------

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА	ПОДПИСЬ	ДАТА
----------------------	---------	------

ОДОБРЕН

ПКК ПО НАПРАВЛЕНИЮ	ПОДПИСЬ	ДАТА
--------------------	---------	------

**Предлагаемый план-график и необходимые ресурсы для осуществления
проекта**

**ОТКРЫТАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ПОДДЕРЖКИ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ В ОИЯИ**
(название Проекта)

Наименования затрат, ресурсов, источников финансирования		Стоимость (тыс. долл.). Потребности в ресурсах	Предложение лаборатории по распределению финансирования и ресурсов		
			1 год	2 год	3 год
Затраты	Основные узлы оборудования, работы по его обновлению, наладке и т.п.	120	40	40	40
	Строительство/ремонт помещений	–	–	–	–
	Материалы	15	5	5	5
Необходимые ресурсы	Нормо-час Ресурсы – конструкторского бюро лаборатории, – опытного производства ОИЯИ, – опытного производства лаборатории, – ускорителя, – реактора, – ЭВМ. Эксплуатационные расходы	–	–	–	–
Источники финансирования	Бюджетные средства	1 185,9	395,3	395,3	395,3
	Внебюджетные средства Вклады коллаборантов. Средства по грантам. Вклады спонсоров. Средства по договорам. Другие источники финансирования и т.д.				

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА

Смета затрат по проекту**ОТКРЫТАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ПОДДЕРЖКИ****ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫХ****ИССЛЕДОВАНИЙ В ОИЯИ**

(полное название Проекта)

NN пп	Наименование статей затрат	Полная стоимость	1 год	2 год	3 год и далее
	Прямые расходы на Проект				
1.	Ускоритель, реактор	час.	—	—	—
2.	ЭВМ	час.	—	—	—
3.	Компьютерная связь	тыс. долл.	—	—	—
4.	Конструкторское бюро	нормо- час	—	—	—
5.	Опытное производство	нормо- час			
6.	Материалы	тыс. долл.	5	5	5
7.	Оборудование	тыс. долл.	45	45	45
8.	Строительство/ремонт помещений	тыс. долл.	—	—	—
9.	Оплата НИР, выполняемых по договорам	тыс. долл.	140	140	140
10.	Командировочные расходы, в т.ч. а) в страны нерублевой зоны б) в города стран рублевой зоны в) по протоколам	тыс. долл.	10	10	10
	Итого по прямым расходам:	600	200	200	200

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА

ДИРЕКТОР ЛАБОРАТОРИИ

ВЕДУЩИЙ ИНЖЕНЕР-ЭКОНОМИСТ ЛАБОРАТОРИИ

Краткая аннотация проекта

Цели проекта

- Использование современных образовательных технологий для начальной подготовки студентов и повышения квалификации специалистов для работы в ОИЯИ. Привлечение талантливой молодежи из стран-участниц к работе в ОИЯИ.
- Внедрение результатов в области фундаментальных и прикладных исследований, полученных в ОИЯИ, в образовательный процесс в странах-участницах и ассоциированных членах ОИЯИ.
- Сотрудничество с ведущими мировыми научными центрами (ЦЕРН, БНЛ) в области создания образовательных ресурсов для учителей физики и школьников старших классов.
- Повышение узнаваемости фундаментальных и прикладных мультидисциплинарных исследований, которые ведутся в ОИЯИ, и бренда ОИЯИ среди широкой аудитории. Размещение курсов, подготовленных ведущими специалистами ОИЯИ на международных платформах открытого образования.
- Создание образовательного и выставочного контента по тематике ОИЯИ на уровне ведущих научных центров.

Основные планируемые результаты проекта

- Развитие Образовательного портала ОИЯИ. Создание онлайн-курсов для студентов и аспирантов стран-участниц и ассоциированных членов ОИЯИ, а также стран, сотрудничающих с ОИЯИ по актуальным проблемам современной физики (исследование ядерной материи и физики элементарных частиц на коллайдерах, поиск сверхтяжёлых и экзотических ядер, физика нейтрино, исследования конденсированной материи и наноструктур) и мультидисциплинарным прикладным исследованиям с тяжёлыми ионами, нейтронами и синхротронным излучением в области материаловедения, науках о жизни и радиационной биологии.
- Совместно с базовыми кафедрами ОИЯИ и университетами стран-участниц и ассоциированных членов ОИЯИ включение онлайн-курсов, созданных специалистами стран-участниц и ассоциированных членов ОИЯИ в учебные программы этих университетов, и размещение курсов на ведущих платформах открытого образования.
- Создание комплекса виртуальных, дистанционных (remote) и hands-on практикумов и исследовательских работ на базе реальных экспериментальных данных. Создание открытой интернет-среды конструирования лабораторных работ для изучения ядерной физики.
- Создание мультимедийных курсов и научно-познавательных материалов для учителей физики и школьников старших классов. Проведение мастер-классов, лекций и практикумов с возможностью дистанционного доступа к платформе с лабораторными работами по изучению ядерной физики.
- Создание на самом современном уровне мультимедийных интерактивных выставочных экспонатов с использованием технологий виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR) о текущих научных проектах и достижениях ОИЯИ. Подготовка стационарной выставочной экспозиции в Дубне к 65-летию ОИЯИ и передвижных выставок в странах, сотрудничающих с ОИЯИ.

Участники проекта за последние 15 лет принимали участие в создании образовательных, выставочных и просветительских проектов на общероссийском и международном уровне.

1. Введение

Объединённый институт ядерных исследований является международным научным центром, в котором созданы и создаются в настоящее время уникальные базовые установки, и ведутся исследования в актуальных научных направлениях: исследования конденсированных сред на импульсном реакторе быстрых нейтронов; поиск новых сверхтяжёлых элементов; исследования по нейтринной физике; исследования релятивистских ядерных столкновений и создание сверхпроводящего коллайдера NICA.

Чрезвычайно широкий набор как научных, так и инженерных, технологических и технических задач, стоящих перед специалистами ОИЯИ, требует комплексного подхода к подготовке кадров для работы в лабораториях и подразделениях ОИЯИ. Прежде всего, это создание учебных курсов и новых образовательных программ по тематике приоритетных направлений исследований ОИЯИ. Затем – включение в образовательные программы вузовского и послевузовского образования научных и прикладных результатов, полученных в Лабораториях ОИЯИ. Такого рода научные результаты и технологические решения должны также сопровождаться научно-популярными и просветительскими проектами, в том числе и для школьной аудитории. Это позволит в перспективе преодолеть серьёзную социальную проблему – падение у молодёжи интереса к научным исследованиям и инженерным специальностям.

Быстрое развитие информационно-коммуникационных технологий и повсеместное использование Интернета привело к качественному изменению педагогических технологий, используемых во всём мире. Сегодня популярной формой обучения становится смешанное обучение, когда наряду с очным образовательным процессом широко используются компьютерные средства обучения: онлайн-курсы, интерактивные практикумы и лабораторные работы, средства компьютерного моделирования и тренажёры. В связи с этим технологическая составляющая образовательного проекта по тематике ОИЯИ должна соответствовать современным тенденциям в этой области.

В ходе выполнения проекта будет развиваться открытая информационно-образовательная среда (ОИОС) для поддержки фундаментальных и прикладных мультидисциплинарных исследований в ОИЯИ, включающая следующие компоненты:

- Развитие образовательного портала ОИЯИ с онлайн-курсами и новыми образовательными программами по тематике проектов ОИЯИ
- Информационно-образовательная поддержка проектов ОИЯИ
- Мультимедийные выставочные экспонаты по тематике ОИЯИ
- Образовательный ресурс для изучения ядерной физики и методики эксперимента с виртуальным, дистанционным и hands-on практикумами

Разработанные онлайн-курсы позволят сформировать сетевые образовательные программы для совместной подготовки магистров при участии университетов стран-участниц ОИЯИ. Курсы будут разработаны в формате МООС (Massive Open Online Courses) и размещены на соответствующей платформе с открытым кодом.

При разработке материалов курсов и образовательных разделов сайтов будут использованы современные технологии динамической интерактивной 2D и 3Dweb-графики. Использование международных стандартов, определяющих требования к организации учебного материала, обеспечит совместимость отдельных компонентов ОИОС и создаст возможности для их многократного использования. При разработке проверочных и контрольных материалов будет использована спецификация LTI (Learning Tools Interoperability), содержащая рекомендации к структуре и правилам разработки образовательных приложений для их интеграции с различными системами управления обучением (LMS).

2. Состояние исследований по заявленной научной проблеме

В современных условиях важное место отводится задаче интеграции науки, образования и инновационной деятельности как одному из решающих факторов развития экономики и общества, основанных на знаниях. В существующих условиях решение задачи интеграции образования и науки означает налаживание эффективного и устойчивого взаимодействия университетов с исследовательскими центрами и институтами[1]. Повышение доли решения проблемных ситуаций в процессе обучения, перевод их в исследовательскую плоскость, обеспечит непосредственно вхождение студентов в мир науки, расширит возможности их исследовательской деятельности[2].

Для решения этих задач необходимо объединить усилия различных университетов и научных центров для создания новых учебных курсов и учебно-исследовательских практикумов. Тут, безусловно, будут использоваться существующие методики современного образования. И очень важным здесь является задача создания открытой информационно-образовательной среды с использованием технологий дистанционного и онлайн-обучения для подготовки кадров для работы в современных научных экспериментах.

Первые три онлайн-курса по теме «Introduction to Artificial Intelligence» от Стэнфордского университета появились в 2011 году и привлекли 160 000 студентов из 190 стран. Годом позже, в 2012 году была создана платформа Coursera, которая начала сотрудничать с различными университетами с целью создания массовых открытых образовательных курсов (MOOC). В этом же году Массачусетский технологический институт (Massachusetts Institute of Technology) совместно с Гарвардским университетом (Harvard University) представили платформу edX, а в 2013 году была опубликована версия платформы с открытым исходным кодом «OpenedX», которая стала доступна для использования другим образовательным учреждениям и частным лицам [3].

В России создана и развивается «Национальная платформа открытого образования» — образовательная платформа, предлагающая онлайн-курсы по базовым дисциплинам, изучаемым в российских университетах. Платформа создана Ассоциацией «Национальная платформа открытого образования», учрежденной ведущими университетами России [4].

В настоящее время открытые онлайн-курсы показали свою эффективность для дополнительного образования в различных сферах. По данным ресурса Class Central за 2018 год, общее количество учащихся MOOC во всём мире достигло 100 млн человек, а к концу года более 900 университетов по всему миру объявили о запуске или открыли 11,4 тыс. MOOC [5, 6, 7]. Однако среди готовых онлайн-курсов сравнительно мало специализированных курсов, разработанных учёными, работающими в современных научных экспериментах. Такие онлайн-курсы могут способствовать, с одной стороны, привлечению внимания студентов к тематике современных экспериментов, а, с другой стороны, сократить время для подготовки кадров для работы в них.

Существует ряд проблем, которые не решаются современной моделью MOOC:

- Анализ потребностей научных центров для формирования перечня позиций, на которые предполагается брать молодых специалистов и соответствующих этим позициям компетенций, которыми должны овладеть претенденты.
- Формирование перечня курсов, которые необходимо изучить, и содержания учебных материалов с учетом согласованной позиции преподавателей и работодателей – ученых и инженеров.

- Формирование учебных материалов с учетом знаний экспертов, работающих непосредственно в данной предметной области, и не ведущих регулярную преподавательскую деятельность.
- Разработка учебных курсов по результатам работы отдельных научных групп и экспериментов.
- Быстрое изменение учебных материалов и практических заданий с учетом быстро меняющихся технологий.
- Поиск тем для научных и инженерных исследований и потенциальных научных руководителей уже на этапе прохождения соответствующих online-курсов.
- Формирование мнения работодателя по результатам online-обучения студента для последующего продолжения его карьеры в научном центре (в эксперименте).

Крупнейшие международные научные центры – Европейская организация ядерных исследований (CERN) и Брукгейвенская Национальная Лаборатория (BNL) большое внимание уделяют разработке и проведению образовательных программ для педагогов, студентов и школьников. Кроме очных занятий, проводимых в рамках студенческих практик, школ учителей физики, дней открытых дверей и пр., на сайтах CERN и BNL регулярно размещаются электронные образовательные ресурсы для студентов и школьников [8, 9] в форме научных и научно-популярных статей, видео-лекций и интерактивных научно-познавательных игр даже для детей [10, 11, 12].

Ещё одним направлением применения современных информационных технологий для подготовки инженерных и научных кадров стало использование технологии виртуальных приборов, совокупности имитационного математического моделирования и аппаратно-программных технических средств. Основной особенностью виртуальных приборов является максимально полное воспроизведение внешнего вида физических устройств (передних панелей, шкал, стрелок и других элементов приборов) и элементов управления ими (кнопок, тумблеров, переключателей), а также реакция устройств на воздействия пользователя.

Преимущество технологии виртуальных приборов состоит в возможности программным путём, опираясь на потенциал современной компьютерной техники и её интегрируемости со средствами измерений, создавать различные измерительные приборы, измерительные системы и программно-аппаратные комплексы, легко их адаптировать к изменяющимся требованиям, минимизировать экономические и временные затраты на проектирование и разработку.

Системы на основе технологии виртуальных приборов используются, как для автоматизации технологических процессов, так и при построении интерактивных образовательных сред и отдельных виртуальных лабораторий. Совокупность виртуальных приборов получило название «виртуальной лаборатории».

С точки зрения инженерной деятельности и подготовки инженеров, виртуальные лабораторные работы можно рассматривать как метод моделирования деятельности будущего специалиста, в которой формируется его научно-исследовательская компетентность.

К достоинствам использования в учебном процессе виртуальных лабораторий можно отнести следующие:

- Дополнительные возможности для увеличения доли самостоятельного освоения материала и индивидуализации работы студента.
- Доступность дистанционной виртуальной лаборатории в любое время для всех структурных подразделений университета, а также индивидуально для студентов, имеющих домашний компьютер и выход в Интернет.
- Автоматизация процесса проверки лабораторных работ преподавателем.

- Возможность работы с приборами и явлениями, недоступными в обычной лаборатории. В том числе и по условиям радиационной безопасности.
- Уменьшение вероятности поломки или неисправности средств измерений, что обеспечивает безопасную работу с приборами.

Благодаря указанным достоинствам, технология виртуальных приборов находит широкое применение в сфере традиционного и дистанционного инженерного образования.

Виртуальные приборы, представляющие собой тренажёры, чаще используются в дистанционной форме обучения (web-решения), поскольку организация доступа к реальным установкам и проведению на них измерений является задачей достаточно дорогой и сложной. В традиционном образовании также применяются виртуальные приборы на основе интеграции аппаратно-программных средств с компьютером.

К сожалению, количество существующих на данный момент виртуальных лабораторий, применяющихся в учебном процессе в России, достаточно мало. Это связано, в первую очередь, с дороговизной их разработки, что приводит к следующим последствиям:

- Виртуальные лаборатории, разработанные профессиональными программистами, дизайнерами и специалистами в моделируемой области, стоят очень дорого, что мешает их широкому распространению. С другой стороны, малые возможности распространения создают малые стимулы для их производства.
- Создание виртуальных лабораторий непрофессионалами может привести к удовлетворительным результатам лишь при моделировании узкого класса явлений. Их распространение связано с невысокой стоимостью и практическим отсутствием альтернатив.

Конечно, виртуальным лабораториям присущи некоторые недостатки. Главным из них является отсутствие непосредственного контакта с объектом исследования, приборами и аппаратурой. Опыт работы с реальными приборами необходим, поэтому разумным решением будет сочетание использования реальных и виртуальных лабораторий в образовательном процессе с учётом присущих им достоинств и недостатков. [13, 14, 15], что и предлагается в настоящем проекте как интегрированное решение – виртуальная лаборатория, remote и hands-on практикумы.

Список литературы

1. Структура и управление образовательно-научным центром «информационно-телекоммуникационные системы: физические основы и математическое обеспечение». Инновационная образовательная программа. Р.Г. Стронгин, С.Н. Гурбатов. Университетское управление: практика и анализ. – 2007. – № 2 (48). – С. 59–67.
2. Интеграция науки и образования: тенденции и возможности. Л.В. Юркина. Теория и практика общественного развития. Выпуск № 2, с. 147 – 149, 2014.
3. McAuley A, Stewart B, Siemens G and Cormier D 2010 *The MOOC model for digital practice* (Charlottetown: University of Prince Edward Island)
4. ITMOUniversity (St. Petersburg) 2019 *Как российские MOOC-платформы конкурируют с мировыми гигантами онлайн-образования, выяснили в Courseburg* (URL: <http://news.ifmo.ru/ru/education/trend/news/7692/>)
5. Coursera 2019 *About Coursera* (URL: <https://about.coursera.org>)
6. Coursera 2019 *Press* (URL: <https://about.coursera.org/press>)
7. EdX 2019 *About Open edX* (URL: <https://open.edx.org/about-open-edx>)
8. CERN Accelerating science. Students&Educators [Электронный ресурс].<https://home.cern/students-educators>
9. Brookhaven National Laboratory's Relativistic Heavy Ion Collider. A New Area of Physics [Электронный ресурс].<https://www.bnl.gov/RHIC/education.asp>
10. StarLite. RHIC Lessons [Электронныйресурс].
<http://www.star.bnl.gov/lite/education/lessons.php>
11. Brookhaven National Laboratory's Educational Programs. Science Learning Center Book and Web Resources [Электронныйресурс].
<https://www.bnl.gov/education/static/teacher-resources.asp>
12. CERNLand [Электронный ресурс]. <http://www.cernland.net/>
13. Jensen, Nils, Gabriele von Voigt, Wolfgang Nejd, Stephan Olbrich (2004), Development of a Virtual Laboratory System for Science Education, Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning, 6 (2).
14. Lewis, D. I. (2014). The pedagogical benefits and pitfalls of virtual tools for teaching and learning laboratory practices in the biological sciences. The Higher Education Academy: STEM.
15. Toth, E. E. (2009). "Virtual inquiry" in the science classroom: What is the role of technological pedagogical content knowledge? International Journal of Communication Technology in Education.

3. Описание предлагаемого исследования

Решение задачи интеграции образования и науки означает налаживание эффективного и устойчивого взаимодействия университетов с исследовательскими центрами и институтами. Основной миссией лабораторий ОИЯИ является генерация новых знаний. Для своего успешного развития лаборатории испытывают потребность в привлечении талантливой молодёжи и высококвалифицированных специалистов к работе в ОИЯИ. При этом в ОИЯИ сегодня работают специалисты высочайшей квалификации, которые могли бы передать свои знания в виде онлайн-курсов, лекций, практик, совместных исследовательских работ для студентов различных университетов из России, стран-участниц и ассоциированных членов ОИЯИ.

3.1. Онлайн-курсы для образовательного портала ОИЯИ (edu.jinr.ru)

Перед современными научными центрами сегодня стоит ряд образовательных задач, в решении которых существенно могут помочь онлайн-курсы другие компьютерные средства обучения, разработанные совместно специалистами, работающими в приоритетных научных направлениях и преподавателями университетов. К этим задачам относятся:

- повышение привлекательности научной и инженерной карьеры для студентов и выпускников вузов;
- привлечение молодых учёных и специалистов к участию в конкретных научных проектах;
- сокращение срока вхождения студента или молодого специалиста в проблематику исследовательского проекта;
- включение курсов в качестве элементов дистанционного образования в тех вузах, где ощущается нехватка специалистов соответствующего профиля;
- возможность включения в традиционные учебные курсы материалов, связанных с современными достижениями в области науки и технологий;
- повышение квалификации преподавателей школ и вузов;
- популяризация современных научных исследований, достижений науки и технологий.

Для решения этих задач в Объединённом институте ядерных исследований, Дубна, создан и развивается Открытый образовательный портал. Он предназначен для студентов и школьников стран-участниц ОИЯИ, молодых специалистов и педагогов естественно-научного цикла. На портале размещаются курсы в формате MOOC по приоритетным направлениям деятельности ОИЯИ. Уже сейчас созданы и размещены первые курсы по тематике проекта NICA, по тяжёлым ионам и синтезу новых элементов, фундаментальным и прикладным исследованиям наноструктур и конденсированных сред при помощи нейтронов. Планируется создание курсов по использованию нейтронов в экологии и науках об окружающей среде, ядерной планетологии, радиобиологии.

В УНЦ ОИЯИ в настоящее время очно читаются спецкурсы для студентов магистратуры, которые с некоторой степенью условности можно разделить на следующие категории:

- Экспериментальная физика элементарных частиц
- Экспериментальная ядерная физика
- Теоретическая физика
- Ядерные методы в прикладных исследованиях
- Ускорительная техника
- Современные информационные технологии в науке

Именно эти направления предполагается заложить в основу структуры новых онлайн-курсов на Образовательном портале ОИЯИ, что позволит существенно расширить аудиторию слушателей. Поскольку, согласно новым образовательным стандартам, университеты получили возможность официально засчитывать

некоторое количество дистанционных курсов, онлайн-курсы на Образовательном портале ОИЯИ могут быть востребованы соответствующими кафедрами российских вузов в качестве элементов образовательных программ.

Ещё более интересной задачей является создание серии логически связанных между собой онлайн-курсов, которые будут составлять ту или иную специализацию.

В создании образовательного контента для онлайн-курсов выразили желание участвовать специалисты ОИЯИ, представители университетов стран-участниц и ассоциированных членов ОИЯИ, представители базовых кафедр УНЦ ОИЯИ.

Для организации процесса обучения на портале была развёрнута система управления обучением MOODLE, которая является самой популярной LMS и используется в большинстве университетов. Она позволяет решать широкий спектр задач, связанный с организацией и поддержкой учебного процесса.

3.2. Развитие проекта «Виртуальная лаборатория для изучения ядерной физики»

Коллективом, предлагающим данный проект, ранее был создан программно-аппаратный комплекс «Виртуальная лаборатория ядерного деления». В этой работе наряду с сотрудниками ОИЯИ принимали участие специалисты из Болгарии, Сербии, ЮАР, Монголии и Российской Федерации. Виртуальные лабораторные работы, созданные в рамках проекта, используются в вузах различных стран.

В данном проекте предлагается дальнейшее развитие этой деятельности в нескольких новых направлениях:

I. Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии, состоящая из следующих виртуальных практикумов:

- Однокристалльный сцинтилляционный спектрометр гамма-излучения
- Полупроводниковый Ge(Li) гамма-спектрометр
- Полупроводниковый спектрометр рентгеновского излучения. Закон Мозли
- Использование данных низкофоновой лаборатории гамма-спектроскопии для количественного и качественного анализа образцов
- Гамма-спектроскопия с применением кремниевых фотоумножителей
- Исследовательские работы

В состав практикумов войдут исследовательские лабораторные работы, предложенные в ЛЯР и ЛФВЭ ОИЯИ, Софийском университете (Болгария) и Университете города Нови-Сад (Сербия).

II. Виртуальная лаборатория детекторов и обработки сигналов, состоящая из учебных материалов об устройстве и физических принципах работы детекторов для различных ядерно-физических экспериментов, а также виртуальных практических работ по этапам обработки сигналов, полученных в физических экспериментах с использованием дигитайзеров. Раздел «Обучение» включает:

- Взаимодействие излучения с веществом
- Источники радиоактивных излучений
- Детекторы радиоактивных излучений
- Основы ядерной электроники. Электроника для съёма и обработки сигналов с детекторов
- Современные методы съёма сигналов с детекторов при помощи дигитайзеров
- Методы обработки сигналов. Основы работы с сигналами с современных дигитайзеров
- Анализ сигналов и спектров с детекторов с применением среды ROOT

В раздел «Практикум» войдёт набор интерактивных экспериментальных исследовательских работ по регистрации излучений и проектированию детекторных систем с использованием сцинтилляционных, полупроводниковых детекторов, детекторов на основе микроканальных пластин. В этот раздел войдут следующие компоненты:

- библиотеки с массивами реальных экспериментальных данных со сцинтилляционных детекторов различного типа, полупроводниковых детекторов и время-пролётных детекторов на основе микроканальных пластин, полученных с помощью оцифровщиков сигналов (дигитайзеров);
- набор практических заданий и лабораторных работ на основе экспериментальных данных;
- методические указания по выполнению практических заданий и лабораторных работ на основе экспериментальных данных.

III. Комплекс виртуальных практикумов, включающий учебный курс по методам обработки экспериментальных данных и практические работы *по анализу экспериментальных данных в пакете ROOT*.

IV. Вводный дистанционный курс «Введение в экспериментальную ядерную физику» с интерактивными компьютерными моделями детекторов и физических процессов, происходящих в них, и анимациями и компьютерными моделями различных экспериментов и технических устройств.

3.3. Hands-on практикум

В рамках подготовки специалистов в области экспериментальной физики виртуальный практикум способен решить ограниченный круг задач. Основным инструментом подготовки должны являться практические работы с реальным физическим оборудованием, направленные на формирование навыков планирования, постановки и проведения эксперимента, а также решения широкого спектра проблем, возникающих при работе с любым физическим оборудованием.

Авторы проекта за последние несколько лет участвовали в организации и проведении ряда международных практик для студентов вузов, в рамках которых студенты изучали принципы работы ядерно-физического оборудования, участвовали в проведении ядерно-физических измерений, выполняли индивидуальные исследовательские работы.

В рамках проекта предлагается развитие hands-он-практикума с включением него следующих экспериментальных исследований:

- работы с осциллографом по измерению сигналов с генератора;
- сборка сцинтилляционного телескопа для регистрации космического излучения;
- измерение энергетического разрешения сцинтилляционных и полупроводниковых детекторов;
- измерение энергий заряженных частиц и ядерных фрагментов при помощи полупроводниковых детекторов;
- измерение времени пролёта частиц при помощи детекторов временной отметки на основе микроканальных пластин;
- изучение свойств рентгеновского излучения, проверка закона Мозли;
- измерение спектров гамма-квантов и их анализ;
- работа с детекторами на основе кремниевых фотоумножителей;
- измерение импеданса считывающей линии детектора на основе MRPC (Multigap resistive plate chamber);
- работа на стендах по тестированию детекторов с космическими мюонами;
- знакомство с принципами работы и технологией создания микростриповых детекторов;

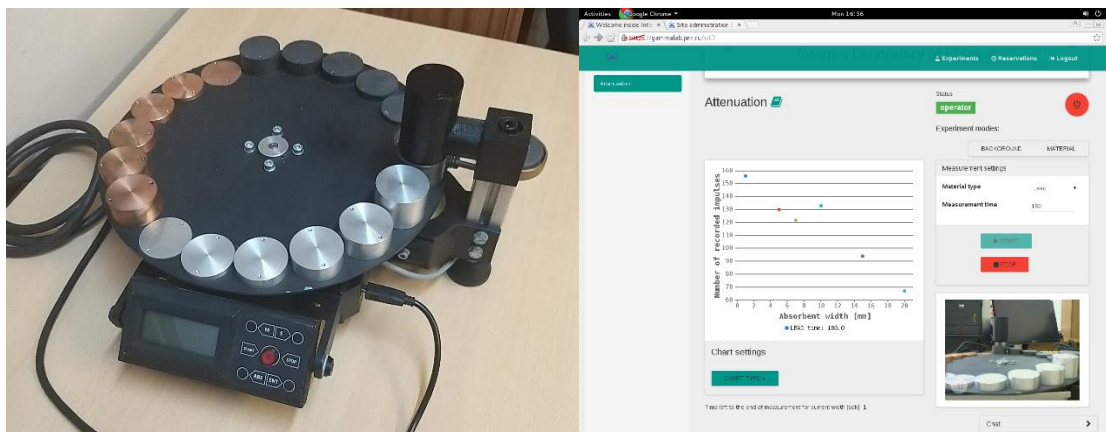
- изучение вакуумной техники;
- изучение системы газового обеспечения детекторов.

В рамках данного проекта предлагается существенно расширить, с одной стороны круг решаемых задач, а, с другой стороны, экспериментальную базу для проведения лабораторных практикумов, дополнив её новым экспериментальным оборудованием. Это потребует также разработку новых учебно-методических материалов с учётом уровня начальной подготовки студентов и школьников.

3.4. Платформа для проведения дистанционных учебных практикумов в области ядерной физики

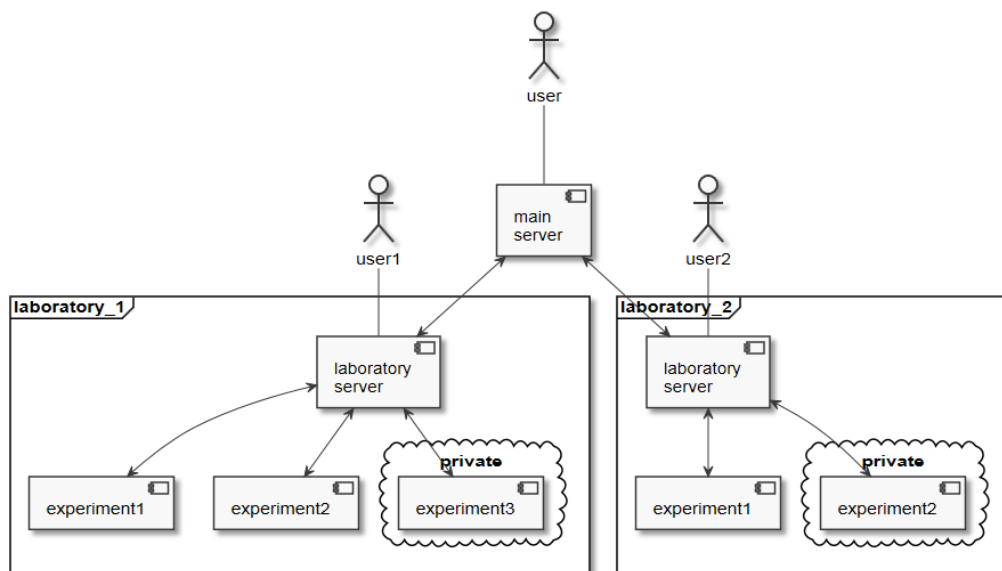
Наряду с hands-on и виртуальными практикумами большое значение при подготовке будущих физиков-экспериментаторов и инженеров имеет разработка и использование экспериментального оборудования и соответствующего программного обеспечения, позволяющих дистанционно осуществлять физические эксперименты с возможностью сохранения экспериментальных данных для их дальнейшей обработки и анализа.

Разработка серии дистанционных экспериментов — задача, требующая больших материальных и интеллектуальных затрат, поэтому отдельные университеты чаще всего либо вообще не имеют возможности разработки своих собственных экспериментальных комплексов, либо реализует эту идею в очень ограниченном объёме. Поэтому задача объединения усилий различных университетов в этом очень перспективном направлении и разработка «универсальной» платформы для включения различных дистанционных экспериментов, выглядит актуальной.



Пример организации дистанционного эксперимента по изучению поглощения гамма-излучения различными материалами

В рамках проекта предлагается совместно с Варшавским политехническим университетом разработать платформу для организации дистанционных практикумов по ядерной физике. В данной платформе должна быть, в первую очередь, реализована возможность подключения оборудования разного типа с помощью единого протокола обмена данными.



Обобщённая архитектура распределённой платформы для интеграции и использования дистанционных экспериментов от различных разработчиков

Платформа будет включать в себя соответствующие веб-сервисы, позволяющие студентам из университетов стран-участниц и ассоциированных членов ОИЯИ резервировать время проведения эксперимента, дистанционно запускать экспериментальное оборудование, получать экспериментальные данные для дальнейшей обработки и анализа, а также обмениваться результатами экспериментов между пользователями данной платформы. Эта часть проекта может стать также основой для инженерно-технического практикума, например, для Международной инженерной школы Университета «Дубна».

Разработка среды для дистанционных экспериментов может стать базой для обучения студентов не только постановке эксперимента по заданному сценарию, но и навыкам, связанным с постановкой собственного эксперимента с использованием готовых наборов экспериментального оборудования и необходимой электроники (CAEN, NuclearNationalInstruments и др.).

3.5. Выставочные экспозиции ОИЯИ

ОИЯИ является крупнейшим мультидисциплинарным научным центром, в котором реализуются самые передовые научные проекты. Все ведущие мировые научные центры имеют целый комплекс мероприятий для общества: выставки, дни открытых дверей, научные музеи, программы имероприятия для студентов, школьников и учителей на базе этих центров. Примером могут служить стационарные экспозиции ЦЕРН в музее «Микрокосмос» и передвижные выставки, проводимые ЦЕРН в различных странах мира (например, выставка в Бахрейне: <http://shaikhebrahimcenter.org/en/event/cern-in-bahrain/>).

В рамках настоящего проекта предлагается создание стационарной и передвижной выставочных экспозиций о деятельности ОИЯИ как крупнейшего международного научного центра на уровне выставочных экспозиций ведущих мировых научных центров.

Для того, чтобы привлечь внимание и заинтересовать современных посетителей научно-просветительских мероприятий, необходимо задействовать не только современные мультимедийные информационные технологии, но и натурные интерактивные модели и образцы. При помощи сочетания натуральных экспонатов и мультимедийных презентаций с использованием виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности можно наглядно объяснить некоторые сложные физические процессы и явления, принципы работы различных элементов ядерно-физических установок, продемонстрировать самые передовые технологические решения. Кроме этого, в экспозицию предлагается включить лекционные материалы от

ведущих учёных и специалистов ОИЯИ, мастер-классы с реальным экспериментальным оборудованием и виртуальным практикумом по экспериментальной ядерной физике.



Предварительный 3D-макет выставочной экспозиции ОИЯИ

Подробное описание возможного решения выставочной экспозиции приведено в Приложении 2 к Проекту.

При проектировании выставочной зоны предполагается создание рабочих мест для выполнения виртуальных и дистанционных работ и оснащение этих рабочих мест оборудованием для проведения hands-on практикума. В состав этого оборудования могут войти генераторы импульсов, осциллографы, сцинтилляционный телескоп для регистрации космического излучения, полупроводниковые детекторы и детекторы временной отметки на основе микроканальных пластин, детекторы на основе кремниевых фотоумножителей, дигитайзеры для оцифровки сигналов, компьютеры для анализа сигналов.

Отдельные элементы предлагаемой экспозиции предполагается разместить в Музее науки и техники ОИЯИ, Словацком техническом музее и Центре просвещения имени академика А.Н. Сисакяна, расположенном в Университете «Дубна». Кроме этого, предлагается привлечь студентов и преподавателей к разработке некоторых экспонатов в рамках выполнения бакалаврских и магистерских работ, а также в рамках обучения в Международной инженерной школе Университета «Дубна».

3.6. Создание мультимедийных образовательных ресурсов для учителей физики и школьников старших классов

Реализация международных современных исследовательских проектов вносит неоценимый вклад в решение такой принципиально важной проблемы, как повышение образовательной и культурной осведомленности людей. Образовательная поддержка таких проектов направлена на привлечение внимания общественности (школьников и студентов, преподавателей естественных наук и широкой заинтересованной аудитории) к научным достижениям. Использование современных мультимедийных и коммуникационных технологий для разработки проектов, связанных с популяризацией науки, открывает широкие возможности для объяснения сложных вещей в ясной и понятной форме.

Авторы проекта в течение многих лет принимали участие в создании подобных мультимедийных образовательных ресурсов в сотрудничестве с Брукгейвенской Национальной Лабораторией (“Online Science Classroom” и “RHIC Lessons”), разработали интернет-ресурс «Кладезь знаний», подготовили вместе с академиком Л.Б. Окуном курс лекций для учителей физики «Масса. Энергия.

Импульс», вместе с академиком Г.В. Трубниковым подготовили видеоурок для российской школы «Коллайдер NICA – Вселенная в лаборатории».



Презентация видеоурока для российской школы «Коллайдер NICA – Вселенная в лаборатории» в Петрозаводском государственном университете

В Издательстве «Просвещение» в 2019 году издано учебное пособие «Ядерная физика», которое сопровождается моделями ускорителей и реакторов, видеолекциями, виртуальным лабораторным практикумом.

Paper textbook	Additional digital resources	
- Paragraph materials - Tasks - Links to additional digital resources - Themes of research work	Electronic application - Video lectures - Additional text materials – materials for additional study – analysis of problem solving - Virtual Labs	QR codes - Visualization of complex physical processes - Visualization of experimental facilities

Материалы для курса «Ядерная физика»

В настоящем проекте предлагается продолжить работу в этом направлении, сделав базовой площадкой для таких ресурсов раздел Открытого образовательного портала ОИЯИ: «Ученые – школьникам». В рамках работы над проектом предлагается:

- подготовить новые онлайн-курсы для учителей физики о современных достижениях науки и технологий;
- расширить материалы по ядерной физике для школьников с учетом пожеланий стран-участниц и ассоциированных членов ОИЯИ (с возможностью перевода на соответствующие языки обучения в странах-участницах);
- создать базу учебных материалов для использования их при проведении проектных и исследовательских работ в школьном курсе физики;
- подготовить цикл научно-популярных лекций «Инженерия – вторая история человечества»;
- подготовка лекций и мастер-классов для Школ учителей физики в ОИЯИ и ЦЕРН.

3.7. Список публикаций авторов проекта

1. Белага В.В., Ломаченков И.А., Панебратцев Ю.А. и др. Создание инновационных образовательных продуктов на базе современных мультимедийных технологий.
XV Международная конференция «Математика. Компьютер. Образование.», ОИЯИ, МГУ, ИМПБ РАН, Дубна, Россия, Сборник научных тезисов. Выпуск 15. — Москва 2008, 2008.
2. Белага В.В., Семчуков П.Д., Стеценко М.С., Шошин А.В. Разработка программного обеспечения функциональных возможностей мультимедийного образовательного продукта ИУМК «Физика. 7–9 класс» для НФПК,
XV Международная конференция «Математика. Компьютер. Образование.», ОИЯИ, МГУ, ИМПБ РАН, Дубна, Россия, Сборник научных тезисов. Выпуск 15. — Москва 2008, 2008.
3. Белага В.В., Воронцова Н.И., Ломаченков И.А., Сидоров Н.Е., Стеценко М.С., Ушанкова М.Ю. Возможности построения индивидуальной траектории обучения при использовании мультимедийного образовательного продукта.
XV Международная конференция «Математика. Компьютер. Образование.», ОИЯИ, МГУ, ИМПБ РАН, Дубна, Россия Сборник научных тезисов. Выпуск 15. — Москва 2008, 2008.
4. Белага В. В., Семчуков П. Д., Стеценко М. С. Разработка оболочки для мультимедийного образовательного продукта // Системный анализ в науке и образовании: электронный журнал. 2009. Выпуск 2 [Электронный ресурс].
5. Artemenkov D.A., Belaga V.V., Lomachenkov I.A., Panebrattsev Yu.A., et al. Teaching methodological complex 'Physics – Spheres' as the component of modern interdisciplinary information educational environment.
NEC`2009 - XXII International Symposium on Nuclear Electronics&Computing, JINR, CERN, INRNE BAN (Varna, Bulgaria, September 7-11, 2009): Proceedings of the Symposium. — Dubna: JINR, 2010.
6. V.V. Belaga, K.V. Klygina, Yu.A. Panebratsev et al. The collective modeling environment as the instrument for teamwork in classroom.
NEC`2009 - XXII International Symposium on Nuclear Electronics & Computing, JINR, CERN, INRNE BAN (Varna, Bulgaria, September 7-11, 2009): Proceedings of the Symposium. — Dubna: JINR, 2010.
7. Артеменков Д.А., Белага В.В., Воронцова Н.И., Жумаев В.В., Клыгина К.В., Ломаченков И.А., Панебратцев Ю.А., Стеценко М.С., Шошин А.В.
Электронное приложение учебно-методического комплекта проекта «Физика — Сферы» издательства «Просвещение».
Математика, компьютер, образование. XVII международная конференция (г. Дубна Московской области, 25 – 30 января 2010 г.): Тезисы конф. — Ижевск: НИЦ РХД, 2010. С. 378.
8. Артеменков Д.А., Белага В.В., Воронцова Н.И., Жумаев В.В., Ломаченков И.А., Панебратцев Ю.А., Стеценко М.С., Шошин А.В. УМК «Физика – Сферы» — компонент современной межпредметной информационно-образовательной среды.
Новые информационные технологии в образовании (НИТО-Байкал): материалы международной научно-практической конференции (г. Улан-Удэ, 12-14 июля 2010 года) // НОЧУ «БФФК»; ФГОУ ВПО «РГППУ»; ГОУ ВПО «ОмГУ». — Улан-Удэ, 2010. — с. 222-223.
9. D. Artemenkov, V. Belaga, I. Lomachenkov, Y. Panebrattsev, N. Vorontsova, and V. Zhumaev Hands-on Experiments and Elements of Modern Science in Course of School Physics. Proceedings of the 10 International Conference on the Hands-on Science HSCI'2013, Educating for Science and through Science. Kosice, Slovakia, p. 349.

10. S. Balalykin et al. Online science classroom. Proceedings of the 10 International Conference on the Hands-on Science HSCI'2013, Educating for Science and through Science. Kosice, Slovakia, p. 351.
11. V. Belaga, D. Kamanin, K. Klygina, A. Komarova, N. Mkaza, Y. Panebrattsev, Y. Pyatkov, A. Shoshin, A. Strekalovsky, O. Strekalovsky, N. Sidorov. Virtual Laboratory of Nuclear Fission. 11th International Conference on Hands-on Science. Conference Booklet. Science Education with and for Society. 2014 HSci. ISBN 978-989-98032-7-5. p.73
12. V. Belaga, P. Kochnev, N. Mkaza, Y. Panebrattsev, E. Potrebenikova, N. Sidorov. Web-Based Builder of Digital Educational Resources. HSCI2014. Booklet of the 11th Science Education with and for Society. International Conference on Hands-on Science. 21st-25th. FábricaCiência Viva Science Centre, University of Aveiro, Portugal. July 2014. ISBN 978-989-98032-7-5. p.65
13. V. Belaga, P. Kochnev, N. Mkaza, Y. Panebrattsev, E. Potrebenikova, N. Sidorov. Web-Based Builder of Digital Educational Resources. Proceedings of the 11th International Conference on Hands-on Science HSCI'2014. Science Education with and for Society. ISBN 978-989-98032-5-1. p.404 – 407
14. Victoria Belaga, Armen Kechechyan, Ksenia Klygina Anna Komarova, Noel Mkaza, Yury Panebrattsev, Dennis Sadovsky, Nikita Sidorov
Educational Project for the STAR Experiment at RHIC
International Conference on Hands-on Science: Brightening our future, HSCI2015, Funchal at Francisco Franco High School, Madeira Island, Portugal, July 27 – 30, 2015.
Proceedings of the 12th International Conference on Hands-on Science HSCI'2014. Brightening our future. ISBN 978-989-8798-01-5. p.244
15. Geidar Agakishiev, Victoria Belaga, Evgeny Dolgy et al.
Hardware-Software Complex “Virtual Laboratory of Nuclear Fission” –
Integration of Virtuality, Modern Equipment and Real Experimental Data
International Conference on Hands-on Science: Brightening our future, HSCI2015, Funchal at Francisco Franco High School, Madeira Island, Portugal, July 27 – 30, 2015.
16. Geidar Agakishiev, Georgy Averichev, Victoria Belaga, Evgeny Dolgy et al.
Hardware-Software Complex “Virtual Laboratory of Nuclear Fission” for LIS
Experiment (Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, JINR)
XXV Symposium on Nuclear Electronics and Computing – NEC'2015,
28 September – 02 October, 2015, Montenegro (Budva), Book of Abstracts, p.14
17. Victoria Belaga, Evgeny Dolgy, Armen Kechechyan et al.
Educational Project for the STAR Experiment at RHIC
XXV Symposium on Nuclear Electronics and Computing – NEC'2015,
28 September – 02 October, 2015, Montenegro (Budva), Book of Abstracts, p.23
18. Victoria Belaga, Ksenia Klygina, Yuri Panebrattsev
Web-based Builder of Digital Educational Resources
XXV Symposium on Nuclear Electronics and Computing – NEC'2015,
28 September – 02 October, 2015, Montenegro (Budva), Book of Abstracts, p.24
19. Belaga V., Klygina K., Komarova A., Panebrattsev Yu., Sidorov N.
Multimedia educational resources for the JINR activities and achievements
popularization. Information Innovative Technologies: Materials of the International
scientific – practical conference./Ed. Uvaysov S. U., Ivanov I.A. – M.: Association
of graduates and employees of AFEA named after prof. Zhukovsky, 2017. p. 100.
ISSN 2542-1824
IV Международная конференция «Information Innovative Technologies», 24–28
апреля 2017 г., г. Прага
20. V. Belaga, K. Klygina, A. Komarova, N. Sidorov, Y. Panebrattsev,
E. Potrebenikova. Online Science Classroom. Growing with Science

- International Conference on Hands-on Science: Growing with Science, HSCI2017. July 10 – 14, 2017. Braga, Portugal.
Hands-on Science: Growing with Science /The Hands-on Science Network © 2017 HSci. ISBN 978-84-8158-737-1, p.35
- 21.** V. Belaga, E. Dolgy, D. Kamanin, K. Klygina, P. Kochnev, M.L. Lekala, V.D. Malaza, N.M. Mkaza, M. Osmachko, Y. Panebrattsev, Y. Pyatkov, P. Semchukov, A. Strekalovsky, I. Vankov, N. Vorontsova. Virtual Laboratory of Nuclear Fission. A New Pedagogical Tool for Student Training in the Experimental Nuclear Physics.
International Conference on Hands-on Science: Growing with Science, HSCI2017. July 10 – 14, 2017. Braga, Portugal.
Hands-on Science: Growing with Science /The Hands-on Science Network © 2017 HSci. ISBN 978-84-8158-737-1, p.157
- 22.** V. Belaga I. Lomachenkov, Y. Panebrattsev, N. Vorontsova. Observations, Experiments and Measurements in the School Course of Physics.
International Conference on Hands-on Science: Growing with Science, HSCI2017. July 10 – 14, 2017. Braga, Portugal.
Hands-on Science: Growing with Science /The Hands-on Science Network © 2017 HSci. ISBN 978-84-8158-737-1, p.181
- 23.** H. Agakishiev, V. Belaga, E. Dolgy, V. Gurev, D. Kamanin, K. Klygina, P. Kochnev, M. Lekala, V. Malaza, N. Mkaza, M. Osmachko, Y. Panebrattsev, Y. Pyatkov, G. Rainovsky, P. Semchukov, N. Sidorov, A. Strekalovsky, R. Tsenov, I. Vankov, N. Vorontsova, S. Wyngaardt. "Interactive Platform of Nuclear Experiment Modeling" as a multidisciplinary tool in the training of specialists in the fields of ICT and experimental nuclear physics. CEUR Workshop Proceedings (CEUR-WS.org). ISSN 1613-0073. (Online Proceedings for Scientific Conferences and Workshops. Computer Science – Information Systems – Information Technology). Vol-2023 urn:nbn:de:0074-2023-0. NEC 2017 – Nuclear Electronics and Computing. Selected Papers of the 26th International Symposium on Nuclear Electronics and Computing (NEC 2017). Budva, Montenegro, September 25–29, 2017. P. 92-97
- 24.** V. Belaga, K. Klygina, P. Kochnev, A. Komarova, Yu. Panebrattsev, E. Potrebenikova, N. Sidorov, P. Semchukov, N. Vorontsova, A. Olchak, S. Muraviev
New Results from Colliders and Accelerators for School Teachers and School Students
The 15th annual international conference on Hands-on Science, HSCI2018, The Hands-on Science Network (www.hsci.info), Barcelona, Catalonia, Spain, 16 – 20 July 2018.
The Hands-on Science Network, Hands-on Science Advancing Science. Improving Education, p. 99-101, ISBN 978-84-8158-779-1, 2018
- 25.** V. Belaga, Y. Cordova, D. Kamanin, K. Klygina, P. Kochnev, Yu. Panebrattsev, G. Rainovski, R. Shpitalnik, N. Sidorov, A. Strekalovsky, S. Pakuliak, P. Semchukov, E. Simon, I. Vankov, A. Wyngaardt, G. Yarygin
Nuclear Physics for Beginners: Hands-on Practicum
The 15th annual international conference on Hands-on Science, HSCI2018, The Hands-on Science Network (www.hsci.info), Barcelona, Catalonia, Spain, 16 – 20 July 2018.
The Hands-on Science Network, Hands-on Science Advancing Science. Improving Education, p. 102-104, ISBN 978-84-8158-779-1, 2018
- 26.** Victoria Belaga, Evgeny Dolgy, Kseniia Klygina, Anna Komarova, Marina Osmachko, Yury Panebrattsev, Denis Sadovskii, Nikita Sidorov, Oleg Smirnov, Natalia Vorontsova. JINR educational portal («edu.jinr.ru») — open educational resources and modern visualization tools for training of young professionals for research projects. XXVII International Symposium on Nuclear Electronics &

Computing, Montenegro, Budva, Becici, 30 September – 4 October 2019, Book of abstracts, Dubna 2019, p. 128.

27. Georgy Averichev, Victoria Belaga, Yosef Cordova, Talgat Isatayev, Dmitry Kamanin, Kseniia Klygina, Pavel Kochnev, Sergey Lukianov, Kairat Mendibayev, Stanislav Pakuliak, Yury Panebrattsev, Georgi Rainovski, Pavel Semchukov, Reuven Shpitalnik, Nikita Sidorov, Elena Simon, Alexandr Strekalovsky, Ivan Vankov, Nataliya Vorontsova, Allison Wyngaardt, Gennady Yarygin. Virtual Laboratory — virtual educational tools and hands-on practicum. XXVII International Symposium on Nuclear Electronics & Computing, Montenegro, Budva, Becici, 30 September – 4 October 2019, Book of abstracts, Dubna 2019, p. 131.
28. Victoria Belaga, Maxim Delov, Evgeny Dolgy, Kseniia Klygina, Pavel Kochnev, Vladimir Kondakov, Yury Panebrattsev, Nikita Sidorov, Pavel Struchalin, Georgii Tihomirov, Nataliya Vorontsova. Elective course “nuclear physics” for high school students – synthesis of traditional textbook with the modern computer tools. XXVII International Symposium on Nuclear Electronics & Computing, Montenegro, Budva, Becici, 30 September – 4 October 2019, Book of abstracts, Dubna 2019, p. 135.
29. V V Belaga, E V Dolgy, K V Klygina, P O Kochnev, Yu A Panebrattsev, N E Sidorov and E B Vesna. Online courses at international and national platforms and the possibility of creating a digital educational environment for megaprojects. Journal of Physics: Conference Series. 2019. In publication.
30. Н.И. Воронцова, М.И. Делов, К.В. Клыгина, В.В. Кондаков, Ю.А. Панебратцев, Н.Е. Сидоров, П.Г. Стручалин, Г.В. Тихомиров. Ядерная физика. 10-11 классы: учебное пособие для общеобразовательных организаций. Под ред. Ю.А. Панебратцева, Г.В. Тихомирова//М.: Просвещение 2019, 159 с.

3.8. Доклады на международных конференциях

1. Международная научная школа для учителей физики в Объединённом институте ядерных исследований, Дубна, 26 июня – 1 июля 2017 г.
2. the 10th Anniversary International School for Nuclear Physics “JINR Days in Bulgaria”. 16–19 May 2017. “Borovets” mountain complex, Sofia, Bulgaria.
3. The 14th annual international Conference on Hands-on Science: Growing with Science, HSCI2017. July 10 – 14, 2017. Braga, Portugal.
4. Workshop for VLab collaboration, June 30 – July 10 2017, Stellenbosch, South Africa.
5. 26-th International Symposium on Nuclear Electronics & Computing (NEC'2017), 25-29 September 2017. Montenegro, Budva, Becici.
6. The 15th annual international conference on Hands-on Science, HSCI2018, The Hands-on Science Network (www.hsci.info), Barcelona, Catalonia, Spain, 16 – 20 July 2018.
7. IX International Symposium on EXOTic Nuclei (EXON-2018), 10-15 September 2018
Petrozavodsk, Russia
8. South Africa-JINR Workshop “Virtual laboratory on detectors and signal processing” Somerset West, South Africa, 26 October – 04 November, 2018.
9. 5th Symposium «Advances and Challenges in Physics by JINR and South Africa», 4–9 November 2018. Somerset West, RSA.
10. Научная школа для учителей физики из Чехии и Словакии, 1–5 июня 2019 г. Лаборатории ОИЯИ, Дубна.
11. Международная научная школа для учителей физики ОИЯИ и Государственного университета «Дубна». 14–25 июля 2019 г., Дубна.
12. XXVII International Symposium on Nuclear Electronics & Computing, Montenegro, Budva, Becici, 30 September – 4 October 2019.

13. XII научная Школа для учителей физики из стран-участниц ОИЯИ в Европейской организации ядерных исследований, 3–10 ноября 2019 г., ЦЕРН, Женева, Швейцария.

3.9. Участие в международных мероприятиях: студенческих практиках, Международных стажировках для научно-административного персонала «Опыт ОИЯИ для стран-участниц и государств-партнеров» (JEMS), выставках

1. IV Международная российско-сербская промышленная выставка, 14–18 марта 2017 г., г. Белград, Сербия.
2. Student Practice 2017 at JINR (I stage), 28 May – 17 June 2017, JINR, Dubna, Russia.
3. September Student Practice 2017 at JINR (III stage), 10–30 September 2017, JINR, Dubna, Russia.
4. 2nd Industrial Exhibition “EXPO-RUSSIA VIETNAM 2017”, 13–15 December 2017, Hanoi, Vietnam.
5. Practice for high-school students from Israel 2018, 11–13 April 2018, JINR, Dubna, Russia.
6. JINR Exposition at 16th Arab Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, 16–20 December 2018, Sharm El-Sheikh city, Egypt.
7. Practice for high-school students from Israel 2019, 11–13 March 2019, JINR, Dubna, Russia.
8. Practice for high-school students from Germany 2019, June 2019, JINR, Dubna, Russia.
9. Practice for high-school students from Czech Republic 2019, 01 – 04 July 2019, JINR, Dubna, Russia.
10. International training programme for decision-makers in science and international scientific cooperation JEMS – «JINR Expertise for Member States and Partner Countries» – 2017–2019, JINR, Dubna, Russia.

4. Кадровые ресурсы

Для решения задач проекта требуются следующие кадровые ресурсы.

1. Создание онлайн курсов для образовательного портала ОИЯИ

Участвуют:

- УНЦ ОИЯИ (6 FTE)
- ЛФВЭ ОИЯИ (6 FTE)
- НИЯУ МИФИ (2 FTE)
- ЛНФ ОИЯИ (1 FTE)
- Университет «Дубна» (2 FTE)
- ПМ-ПУ СПбГУ (1 FTE)
- Институт физики Казанского федерального университета (1 FTE)
- Северо-Осетинский Государственный университет (2 FTE)
- Работы по договорам по НИР (10 FTE)

2. Развитие проекта «Виртуальная лаборатория для изучения ядерной физики»

- 2.1. «Виртуальная лаборатория гамма спектроскопии»
- 2.2. «Виртуальная лаборатория детекторов и обработки сигналов»
- 2.3. «Практикум по анализу данных в пакете ROOT»
- 2.4. Внедрение результатов проекта в учебный процесс в университетах России, стран-участниц ОИЯИ и ЮАР

Участвуют:

- ЛЯР ОИЯИ (2 FTE)
- УНЦ ОИЯИ (5 FTE)
- Stellenbosch University, ЮАР (3 FTE)
- UNISA, ЮАР (1 FTE)
- НИЯУ МИФИ (1 FTE)
- Софийский университет, Болгария (2 FTE)
- ИЯИЯЭ БАН, Болгария (1 FTE)
- Университет Нови Сад, Сербия (1 FTE)
- Монгольский государственный университет образования (1 FTE)
- Работы по договорам по НИР (8 FTE)

3. Создание hands-on практикума для изучения ядерной физики

Участвуют:

- ЛЯР ОИЯИ (2 FTE)
- ЛФВЭ ОИЯИ (6 FTE)
- УНЦ ОИЯИ (2 FTE)
- Университет «Дубна» (2 FTE)
- НИЯУ МИФИ (1 FTE)
- Софийский университет, Болгария (1 FTE)
- ИЯИЯЭ БАН, Болгария (1 FTE)
- Работы по договорам по НИР (3 FTE)

4. Создание remote (дистанционного) практикума с возможностью проектной работы

Участвуют:

- Варшавский политехнический университет, Польша (3 FTE)
- ЛФВЭ ОИЯИ (5 FTE)
- УНЦ ОИЯИ (2 FTE)
- Университет «Дубна» (2 FTE)

- НИЯУ МИФИ (1 FTE)
- Софийский университет, Болгария (1 FTE)
- ИЯИЯЭ БАН, Болгария (1 FTE)
- Работы по договорам по НИР (4 FTE)

5. Создание выставочной экспозиции ОИЯИ

- 5.2. Экспонаты по основным направлениям исследований лабораторий ОИЯИ
- 5.3. Научно-популярные экспонаты на основе VR и AR
- 5.4. Создание действующих моделей и натурных образцов
- 5.5. Интерактивные модели ускорительного комплекса NICA и детектора MPD

Участвуют:

- ЛЯР ОИЯИ (1 FTE)
- ЛНФ ОИЯИ (1 FTE)
- ЛФВЭ ОИЯИ (3 FTE)
- ЛРБ ОИЯИ (0,5 FTE)
- ЛТФ ОИЯИ (0,5 FTE)
- ЛИТ ОИЯИ (1 FTE)
- УНЦ ОИЯИ (5 FTE)
- Работы по договорам по НИР (12 FTE)

6. Создание мультимедийных ресурсов для учителей физики и школьников старших классов

Участвуют:

- ЛФВЭ ОИЯИ (3 FTE)
- УНЦ ОИЯИ (5 FTE)
- Университет «Дубна» (3 FTE)
- Северо-Осетинский Государственный университет (1 FTE)
- Стелленбосский университет, Стелленбош, ЮАР (2 FTE)
- НИЯУ МИФИ (2 FTE)
- Работы по договорам по НИР (5 FTE)

5. Бюджет проекта на 2021–2023 гг.

Оценка общего бюджета проекта, бюджета по годам и расходов по каждой из следующих категорий:

(а) Закупка экспериментального оборудования для студенческого практикума в Дубне: $15\,000 \times 3 \text{ года} = 45\,000 \$$

(б) Создание выставочной экспозиции (материалы и оборудование):
 $30\,000 \times 3 \text{ года} = 90\,000 \$$

(в) Расходные материалы и накладные расходы:
 $5\,000 \times 3 \text{ года} = 15\,000 \$$

(в) Затраты на дополнительную заработную плату участников проекта/темы:
 $9\,750\,000 \times 3 \text{ года} = 29\,250\,000 \text{ руб.}$

(д) Расходы в сторонних организациях по статье НИР:
 $9\,100\,000 \times 3 \text{ года} = 27\,300\,000 \text{ руб.}$

- (е) Источники финансирования (внутренние и внешние ресурсы):
- Бюджет УНЦ ОИЯИ тема 1139:
 - Инфраструктура ОИЯИ
 - Средства по сотрудничеству ЮАР – ОИЯИ
 - Гранты полномочных представителей стран-участниц ОИЯИ

Предполагается, что сотрудничающие учебные организации оплачивают своим преподавателям работы на создание контента учебных курсов и программ.

№	Статья расхода	2021	2022	2023	ИТОГО
1	Материалы и оборудование	45 000 \$	45 000 \$	45 000 \$	135 000 \$
2	Расходные материалы и накладные расходы	5 000 \$	5 000 \$	5 000 \$	15 000 \$
3	МНТС	10 000 \$	10 000 \$	10 000 \$	30 000 \$
4	Расходы на выплаты персоналу				
4.1.	Расходы на зарплату сотрудников ОИЯИ: 15 FTE (9 – ЛФВЭ, 6 – УНЦ)	150 000 \$ (9 750 000 руб.)	150 000 \$ (9 750 000 руб.)	150 000 \$ (9 750 000 руб.)	450 000 \$ (29 250 000 руб.)
4.2.	Начисления на оплату труда (ЕЧН)	45 300\$	45 300\$	445 300\$	135 900\$
5	Расходы на услуги сторонних организаций по статье НИР: 12 FTE	140 000 \$ (9 100 000 руб.)	140 000 \$ (9 100 000 руб.)	140 000 \$ (9 100 000 руб.)	420 000 \$ (27 300 000 руб.)
	ИТОГО	395 300 \$	395 300 \$	395 300 \$	1 185 900 \$

6. Краткий SWOT-анализ

Внутренние факторы	Внешние факторы
Сильные стороны	Возможности
1. Профессионализм участников проекта	1. Участие в приоритетном проекте «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации»
2. Наличие установившихся связей с вузами – участниками проекта	2. Возможность выхода на Национальную платформу открытого образования РФ и международные платформы Coursera, edX
3. Востребованность в результатах проекта со стороны всех участников	3. Использование результатов, полученных в ОИЯИ, в образовательном процессе университетов России и странах-участницах и ассоциированных членов ОИЯИ
4. Владение технологиями реализации задач проекта	4. Повышение узнаваемости брендов ОИЯИ и Проекта NICA среди широкой аудитории
5. Существование наработок по всем задачам проекта	5. Увеличение количества студентов, желающих пройти практику, написать выпускную работу, поступить в аспирантуру или прийти на работу в ОИЯИ
Слабые стороны	Угрозы
1. Список онлайн-курсов находится на стадии формирования	1. Быстрые изменения в регламенте использования электронного обучения в вузах
2. Не определены четкие правила вхождения на Национальную платформу открытого образования (на этапе формирования)	2. Различия в программах обучения в российских университетах и в университетах стран-участниц ОИЯИ
	3. Форс мажор

Приложение 1. Предлагаемый список курсов

Сопровождение, развитие и поддержка существующих онлайн-курсов (edu.jinr.ru):

- Мегасайенс проект NICA (А.О. Сидорин)
- Сверхпроводящие магниты (С.А. Костромин)
- Экспериментальная физика высоких энергий (В.А. Никитин)
- Детекторы в ядерной физике и физике высоких энергий (В.А. Никитин)
- Введение в физику тяжёлых ионов (Ю.Э. Пенионжкевич)
- Калибровочные теории поля на решётке (В. Брагута, А. Котов)
- Introduction to Quantum Computation and Quantum Information (В.П. Гердт)
- Радиационная безопасность (Г.Н. Тимошенко)

Создание онлайн-курсов по тематике исследований ОИЯИ:

- На переднем крае физики элементарных частиц (Д.И. Казаков)
- Современное состояние теории ядра (Р.М. Джолос)
- Физика ядерных столкновений на коллайдере NICA (А. Кишель)
- Столкновения релятивистских ядер – флуктуации (А. Рустамов)
- Столкновения релятивистских ядер – фемтоскопия (Р. Ледницкий)
- Столкновения релятивистских ядер – потоки (А.В. Тараненко)
- Синтез сверхтяжелых элементов
- Физика нейтрино

Создание онлайн-курсов по мультидисциплинарным прикладным исследованиям:

- Рассеяние нейтронов в конденсированных средах (А.В. Белушкин)
- Нейтроны для фармакологии (Н. Кучерка)
- Синхротронные и нейтронные исследования в области структурной биологии
- Исследование металлов и сплавов при помощи нейтронов (А.В. Белушкин)
- Методы и приборы ядерной планетологии (В.Н. Швецов)
- Нейтрон-активационный анализ в науках о жизни (М.В. Фронтасьева)
- Тяжелые ионы и высокие технологии (Ю.Э. Пенионжкевич)
- Мультидисциплинарность синхротронных исследований
- Применение нейтронов в изучении культурного наследия
- Радиационная медицина
- Радиобиология

Информационные технологии в экспериментальной физике:

- Облачные и GRID-технологии
- Современные технологии высокопроизводительных вычислений
- Методы интеллектуального анализа данных
- Программная инженерия в разработке больших информационных систем
- Технологии сбора, хранения и анализа данных в ядерной физике