

Инновационная образовательная программа

«Междисциплинарный практикум в области электроники и нанотехнологий»

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	3
2. Модель продукта – результата реализации инновационной образовательной программы	3
2 а) <i>Форма продукта</i>	3
2 б) <i>Адресат продукта</i>	4
2 в) <i>Обоснование актуальности выбора направленности</i>	4
2 г) <i>Описание составных частей продукта</i>	4
i. <i>Перечень лабораторных и практических работ</i>	4
ii. <i>Детальные инструкции к работам</i>	5
iii. <i>Перечень и спецификации необходимого оборудования, программного обеспечения, технических условий для обеспечения возможности проведения указанных практических занятий</i>	5
iv. <i>Критерии оценки лабораторных и практических работ, а также образцы форм отчетов</i>	6
v. <i>Методические указания для учителей предметов естественно-научного цикла по позиционированию предложенных работ в программы базового и профильного изучения соответствующих предметов, в том числе разработки изучения теоретического материала</i>	6
vi. <i>Указания по организации этих работ как обучающего проекта</i>	7
2д) <i>Технологии, используемые при реализации продукта</i>	7
2е) <i>Описание деятельности педагогов и учеников</i>	7
i. <i>Деятельность педагогов</i>	7
ii. <i>Деятельность учащихся</i>	7
2ж) <i>Нормативно-методическое обеспечение</i>	8
2з) <i>Возможность тиражирования продукта</i>	8
2и) <i>Мониторинг результативности образовательной программы</i>	8
3. План разработки и апробации образовательной программы	9
4. Примерная финансовая смета, необходимая для реализации инновационной образовательной программы	10

1. Введение

Одной из основных задач направления «Доступность качества 2020» стратегии «Петербургская школа 2020» является устранение диспропорции между естественно-научным и гуманитарным образованием, повышение значимости естественно-научного, математического и технического образования.

Таким образом, актуальным является **формирование образовательных программ, которые будут способствовать профилизации в направлении естественно-научного, математического и технического образования как с целью дальнейшего выбора специальностей, связанных с развитием критических технологий, так и с целью получения «верного общего представления» о предмете изучения и использования современной науки и технологии.**

Следует признать, что современный уровень преподавания физики, химии, математики в школах не отражает на сколько-нибудь приемлемом (даже ознакомительном) уровне те научные достижения, которые привели к прорыву человечества в области высоких технологий.

Итак, предлагаемая образовательная программа служит достижению следующих *целей*:

- знакомить учащихся, хотя бы на описательном уровне, с возможностями, которыми располагают современная наука и технология;
- способствовать резкой активизации исследовательской деятельности учащихся в области естественных наук;
- создать позитивный образ современного инженера и научного работника;
- способствовать профессиональной ориентации учащихся;
- укреплять связи между школьным, научным и вузовским сообществами;
- привлекать в школу новые кадры, способные к преодолению рутины и педагогическому творчеству;
- позиционировать школу как технологический центр городского уровня и, как следствие, сделать школу центром образовательных инициатив в области естественно-научного образования;
- создать лабораторию электроники и нанотехнологий как принципиально новый элемент техносферы.

2. Модель продукта – результата реализации инновационной образовательной программы

2 а) Форма продукта.

Предполагаемым к получению в результате реализации инновационной образовательной программы инновационным продуктом является **междисциплинарный практикум, представляющий собой совокупность лабораторных и практических работ в области электроники и нанотехнологий, интегрированных в основную образовательную программу среднего (полного) общего образования.** В совокупности с другими направлениями развития естественно-научного и технического образования данный практикум будет являться принципиально новым элементом техносферы образовательного учреждения.

Междисциплинарный практикум включает в себя:

- i. Перечень лабораторных и практических работ.
- ii. Детальные инструкции к работам.
- iii. Перечень и спецификации необходимого оборудования, программного обеспечения, технических условий для обеспечения возможности проведения указанных практических занятий.
- iv. Критерии оценки лабораторных и практических работ, а также образцы форм отчетов.
- v. Методические указания для учителей предметов естественно-научного цикла по позиционированию предложенных работ в программы базового и профильного изучения соответствующих предметов, в том числе разработки изучения теоретического материала.

vi. Указания по организации этих работ как обучающего проекта, в том числе по видам технологий, используемым на этапах реализации образовательной программы.

Продукт имеет **блочную-модульную структуру**, т.е. поддается реализации как гибкая система, изменяющаяся и приспособляющаяся к уровню знаний учащихся, их мотивации, имеющимся ресурсам времени и т.д.

Предполагается оформить материалы инновационного продукта в виде **книги (брошюры)**, адресованной всем заинтересованным лицам.

2 б) Адресат продукта

Предполагаемый к получению инновационный продукт **адресован руководителям и преподавателям естественно-научных дисциплин школ, имеющих в своем составе профильные классы соответствующей направленности.**

В продукте будут заинтересованы также **высшие учебные заведения** города, ведущие обучение по специальностям, связанным с нанотехнологиями и электроникой. Помимо возможности более раннего начала учащимися (а в дальнейшем студентами) исследовательской деятельности в реализации такой программы таится огромный потенциал профессиональной ориентации.

Адресатом проекта является также **образовательная среда Санкт-Петербурга**, в которой может появиться новый уникальный образовательный ресурс.

Соисполнителем программы в части научно-методической поддержки, софинансирования, проектирования и обучения учителей выступает Научно-образовательный центр «Нанотехнологии» Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (ЛЭТИ).

2 в) Обоснование актуальности выбора направленности

I. Выбор направленности продукта (электроника и нанотехнологии) обусловлен прежде всего тем, что нанотехнологии являются одним из направлений критических технологий, перечень которых был сформулирован Президентом РФ Д.А.Медведевым.

С достижениями электроники и нанотехнологий учащиеся сталкиваются буквально повсюду: компьютеры, плееры, игровые приставки, мобильные телефоны и т.п. Эти устройства вызывают неподдельный интерес учеников. В то же время физические принципы, положенные в основу конструкции этих устройств, доступны для понимания и изучения школьниками, в том числе и на уровне практических и лабораторных работ.

II. Лабораторные и практические работы в области электроники и нанотехнологий могут являться образцами **организованной надпредметной проектной деятельности, интегрирующей в своем составе математику, физику, химию, биологию, информатику и ИКТ.**

III. Предполагается разработать архитектуру лабораторного комплекса таким образом, чтобы обеспечить трансляцию результатов работы в сети INTERNET в режиме реального времени, а также предусмотреть элементы дистанционного управления устройствами комплекса. Это позволит использовать оборудование с большей эффективностью и внедрить в практику работы школ **реальный элемент дистанционного обучения, а также позволит организовать работу комплекса оборудования для нужд образовательных учреждений города.**

2 г) Описание составных частей продукта

i. Перечень лабораторных и практических работ

Предварительно к реализации намечены следующие виды работ (уточненный список работ появится после апробации образовательной программы):

A) Электроника:

- № 1. Знакомство с панелью управления осциллографа. Определение амплитуды, частоты, начальной фазы исследуемого сигнала.
- № 2. Исследование вакуумного диода.
- № 3. Изучение сеточных вольт-амперных характеристик триода.
- № 4. Изучение анодных вольт-амперных характеристик триода.
- № 5. Изучение резонанса в цепи переменного тока.
- № 6. Исследование цепи переменного тока.
- № 7. Изучение затухающих колебаний в колебательном контуре.
- № 8. Сборка и исследование усилителей низкой частоты на вакуумном триоде.
- № 9. Сборка и исследование генератора электромагнитных колебаний на вакуумном триоде.

Б) Оптика и полупроводниковая электроника

- № 10. Выпрямители на полупроводниках и сглаживающие фильтры: сборка и изучение с помощью осциллографа.
- № 11. Исследование полупроводникового диода.
- № 12. Исследование семейства ВАХ транзистора.
- № 13. Исследование нагрузочного режима трансформатора.
- № 14. Определение заряда электрона электрохимическим методом.
- № 15. Сборка и изучение усилителей низкой частоты на транзисторе.
- № 16. Сборка и изучение генератора на транзисторе.
- № 17. Исследование неоновой лампы. Сборка и изучение генератора релаксационных колебаний на неоновой лампе.
- № 18. Экспериментальная проверка закона Стефана-Больцмана.
- № 19. Определение фокусного расстояния собирающей и рассеивающей линз. Проверка закона объектива.

В) Нанодиагностика

- №20. Оптическая микроскопия с электрическим зондовым тестированием.
- №21. Растровая электронная микроскопия.
- №22. Атомно-зондовая микроскопия.
- №23. Определение размера и подвижности наночастиц (доплеровское рассеяние).
- №24. Микрофлюидный химический анализ веществ, содержащих наночастицы.

Г) Нанотехнологии

- №25. Получение углеродных нанотрубок из газовой фазы.
- №26. Получение пленок Ленгмюра-Блоджетт.
- №27. Получение металлических наноразмерных слоев.

ii. Детальные инструкции к работам.

На сегодняшний день проработаны детальные инструкции по выполнению работ. Эти инструкции опробованы на специалистах (учителях физики), однако требуют дальнейшей апробации и корректировки в условиях школы (см. приложение).

iii. Перечень и спецификации необходимого оборудования, программного обеспечения, технических условий для обеспечения возможности проведения указанных практических занятий.

В перечень необходимого оборудования входят:

8 лабораторных трансформируемых столов с устройствами модульного подключения оборудования и устройством цифровой обработки результатов эксперимента (см. приложение).

Все результаты в оцифрованном виде поступают на компьютер, которым снабжен каждый стол. Все компьютеры вместе с компьютером учителя объединены в локальную сеть.

Столы трансформируются путем убираания подключаемых модулей (по команде с учительского компьютера).

Лабораторное оборудование включает в себя:

А) Электроника и оптика:

В комплект оборудования каждого стола входят: генератор токов высокой и низкой частоты, осциллограф, набор трансформаторов, образцы полупроводников, набор вакуумных ламп, набор индуктивностей, набор сопротивлений, набор транзисторов, набор тиристоров, набор неоновых ламп.

Б) На столах по одному установлены следующие приборы (по одному):

1. Малогабаритная установка для синтеза углеродных нанотрубок (газофазное осаждение).
2. Малогабаритная установка для получения пленок Ленгмюра-Блоджетт (жидкофазный синтез)
3. Малогабаритная установка для нанесения наноразмерных металлических слоев (магнетронное напыление)
4. Зондовая станция с оптическим микроскопом.
5. Малогабаритный растровый электронный микроскоп.
6. Малогабаритный атомно-зондовый микроскоп.
7. Малогабаритная установка лазерного доплеровского светорассеяния.
8. Малогабаритная установка для проведения микрофлюидного химического анализа.

Указанные приборы также подключены к компьютеру на столе, что позволяет в режиме реального времени обрабатывать результаты наблюдений.

Компьютеры столов должны быть подключены к сети Internet, что позволит наблюдать за экспериментом и управлять его ходом дистанционно. На компьютерах устанавливается специализированное программное обеспечение по обработке результатов наблюдений (поставляется вместе со столами).

Таким образом, появляется реальная возможность на базе такой лаборатории развернуть межшкольные сетевые исследования.

Аналогичный проект (по исследованию солнечной батареи) уже реализуется нашей школой и школой одной из стран ЕС.

iv. Критерии оценки лабораторных и практических работ, а также образцы форм отчетов.

Эти составляющие продукта предполагается получить в ходе опытной реализации образовательной программы.

Имеющиеся критерии оценки выполнения лабораторных работ и формы отчетов могут быть использованы как основа, однако требуют глубокой переработки, поскольку не предполагают компьютерной обработки результатов измерений, а также быстрой и удобной постановки лабораторных работ в единых технологических модулях.

v. Методические указания для учителей предметов естественно-научного цикла по позиционированию предложенных работ в программы базового и профильного изучения соответствующих предметов, в том числе разработки изучения теоретического материала.

Каждая из работ представляется в виде надпредметного проекта, для осуществления которого создаются микрогруппы учащихся (2-4 человека). Технология такого проектирования (вместе с деревом возможностей и ограничениями, налагаемыми техническими особенностями), будет являться составной частью методических рекомендаций.

Запланирован курс для учителей физики школы, читаемый силами сотрудников НОЦ «Нанотехнологии» СПбГЭТУ, по физическим основам нанотехнологий, а также курс для учителей химии и биологии по использованию нанотехнологий в этих науках.

Квалификация учителей физики, химии, биологии (каждый из которых является автором нескольких учебных пособий и статей) позволит им разработать и апробировать методические рекомендации.

vi. Указания по организации этих работ как обучающего проекта.

В настоящее время школа проводит совместный проект по изучению солнечной батареи совместно с школой одной из стран ЕС, где и установлена эта батарея. Учащиеся ведут наблюдение за характеристиками работы этой батареи посредством сети INTERNET, а также участвуют в обработке результатов наблюдений на основе grid-технологий.

Трое учителей школы прошли курсы повышения квалификации в Европейском Центре ядерных исследований (CERN), где обучились программно-методическим аспектам проведения дистанционных экспериментов и обработки их результатов (в том числе и результатов, полученных на Большом Адронного Коллайдера).

2д) Технологии, используемые при реализации продукта

Педагогические	Технические
1. Технология проблемного обучения	1. Нанотехнологии
2. Технология конструирования исследовательской деятельности	2. Информационные технологии
3. Интерактивные технологии (в том числе работа в малых группах, проектные технологии и т.д.)	3. Электронно-оптические технологии
4. Дистанционные технологии	4. Элементы биотехнологий
5. Дидактическая эвристика	

2е) Описание деятельности педагогов и учеников

i. Деятельность педагогов

В рамках реализации предлагаемой образовательной программы педагогам естественных наук предстоит:

- повысить квалификацию в своих предметных областях;
- осуществить педагогическое проектирование содержания и реализации этой программы таким образом, чтобы она не была дополнительной нагрузкой на учащихся, но служила бы лучшему восприятию естественных наук;
- работать в микрогруппах, объединяющих преподавателей различных дисциплин, с тем, чтобы на уроках по различным предметам учащиеся могли получать поддержку выполнения работ.

Инновационный характер предлагаемой программы требует, чтобы активность учащихся и педагогов «выплескивалась» за пределы классно-урочной системы, нося как можно более неформальный характер.

Таким образом, предлагаемая программа может реализовываться частично в рамках основных образовательных программ, а частично – в рамках программ дополнительного образования. Этому способствует модульный характер данной программы.

ii. Деятельность учащихся

С точки зрения ученика, реализация предлагаемой образовательной программы представляет собой последовательность реализуемых небольших проектов, в совокупности образующих завершенное исследование.

В условиях реализации предлагаемой образовательной программы учащимся предстоит:

- выбор траектории освоения данной программы, в том числе выбор: реализуемых проектов, состава участников творческой группы, своей роли (ролей) внутри проекта;
- планирование деятельности при реализации проекта;
- получение необходимых для осуществления проекта знаний;
- осуществление проекта;
- обработка результатов и составление отчета, в том числе (как наиболее существенная часть) оценка полученных результатов и их проекция на различные области науки.

2ж) Нормативно-методическое обеспечение

В ходе реализации образовательной программы предполагается разработка следующих элементов нормативно-методического обеспечения:

- положение о руководстве проектами, определяющее права и обязанности учителя, курирующего проект, а также схему оплаты его работы в рамках ФЗ№83;
- методические указания к каждой работе, включающие в себя:
 - материально-техническое обеспечение;
 - необходимый научный материал;
 - указания по обращению с приборами, в том числе правила техники безопасности;
 - указания по использованию программного обеспечения;
 - открытый список вопросов, ответ на которые может быть получен в ходе эксперимента;
 - формы отчетов, в том числе электронные для публикации в сети INTERNET;
 - методические указания по оформлению результатов проекта для докладов на научных конференциях различного уровня.
- описание сайта поддержки проектов (страницы на сайте школы) с возможностью общения участников проекта и организации распределенной обработки результатов;
- сборник технических спецификаций и перечней необходимых работ для установки оборудования.

2з) Возможность тиражирования продукта.

Тиражирование продукта сдерживается следующей системой ограничений:

- отсутствие финансовых и технических возможностей;
- отсутствие квалифицированных учителей по естественно-научным предметам;
- отсутствие заинтересованности учащихся.

Авторы образовательной программы предполагают, что результат ее реализации в части пакета нормативно-методических материалов может позволить заинтересованным ученикам и учителям организовать на существующей материальной базе (которую школа готова предоставить) внеурочную проектную деятельность.

Таким образом, при наличии заинтересованности педагогов и учащихся **возможно тиражирование образовательной программы в другие образовательные учреждения Санкт-Петербурга.**

2и) Мониторинг результативности образовательной программы

В результате реализации предлагаемой образовательной программы должны быть достигнуты следующие целевые показатели:

А) Количественные показатели

Количество учащихся, добровольно участвующих в необязательных проектах образовательной программы – не менее 30 человек.

Количество выпускников, поступивших на специальности, связанные с электроникой и нанотехнологиями – не менее 25 человек.

Количество докладов на научных конференциях различного уровня, посвященных электронике и нанотехнологиям – не менее 10.

Количество публикаций учителей лицея в специальной печати – не менее 3.

Количество часов лабораторных работ, не включенных в основную образовательную программу – не менее 20 часов.

Б) Качественные показатели

Позитивные результаты опросов учащихся;

Позитивные результаты опросов родителей;

Позитивные отзывы вузовской и научной общественности;

Позитивные отзывы в СМИ и при обсуждениях на вменяемых сайтах и форумах;

Позитивные отзывы участников проводимых мероприятий.

3. План разработки и апробации образовательной программы

№	Этап разработки и реализации	Срок этапа	Ответственный
1.	Первичное повышение квалификации учителей	Декабрь 2011 – январь 2012 года	НОЦ «Нанотехнологии», администрация школы
2.	Согласование перечня оборудования	Декабрь 2011 – январь 2012 года	НОЦ «Нанотехнологии», учителя физики
3.	Разработка технических условий подключения	Январь 2012 года	НОЦ «Нанотехнологии»
4.	Подготовка конкурсной документации на оборудование	Январь-февраль 2012 года	НОЦ «Нанотехнологии», администрация школы
5.	Подготовка конкурсной документации на ремонт	Февраль 2012 года	Администрация школы
6.	Конкурсные процедуры	Март 2012 года	Администрация школы
7.	Разработка описаний работ	Февраль-апрель 2012 года	Учителя физики, химии, биологии школы, сотрудники НОЦ «Нанотехнологии»
8.	Экспертиза полученных материалов	Апрель – май 2012 года	Сотрудники НОЦ «Нанотехнологии», корпорации «Роснано»
9.	Вторичное обучение учителей, практикум учителей	Июнь-июль 2012 года	НОЦ «Нанотехнологии», администрация школы
10.	Проведение ремонтных работ, прокладка необходимых коммуникаций	Июнь-июль 2012 года	Администрация школы
11.	Поставка оборудования	Июль-август 2012 года	Администрация школы
12.	Назначение учителей-кураторов проекта, выбор опытных групп учащихся	Август 2012 года	Администрация школы
13.	Корректировка учебных программ среднего (полного) общего образования	Август 2012 года	Администрация школы
14.	Издание локальных актов	Август 2012 года	Администрация школы

15.	Начало реализации проекта	Сентябрь 2012 года	Администрация школы
16.	Опросы учащихся и родителей об отношении к образовательной программе	Январь 2013 года	Психолог школы
17.	Конференция о ходе реализации проекта (возможно, в рамках Петербургского образовательного форума)	Март 2013 года	Администрация школы
18.	Подведение итогов первого года реализации образовательной программы	Июнь 2013 года	Администрация школы
19.	Издание брошюры с описанием образовательной программы	Сентябрь 2013 года	Администрация школы
20.	Совместная конференция школы и НОЦ «Нанотехнологии»	Октябрь 2013 года	Администрация школы, НОЦ «Нанотехнологии»

4. Примерная финансовая смета, необходимая для реализации инновационной образовательной программы

№	Статья	Наименование расходов	Сумма (руб)	Примечание
1	340	Столы лабораторные трансформируемые с набором оборудования и компьютерами (включая монтаж и обучение учителей)	2000000	Из средств гранта, предусмотренного для победителей конкурса. 8 столов
2	226	Ремонт помещения, необходимые подводки коммуникаций	1000000	Из средств бюджета школы
		Малогобаритная установка для синтеза углеродных нанотрубок (газофазное осаждение)	2000000	Из средств корпорации «Роснано»
		Малогобаритная установка для получения пленок Ленгмюра-Блоджетт (жидкофазный синтез).	1700000	Из средств корпорации «Роснано»
		Малогобаритная установка для нанесения наноразмерных металлических слоев (магнетронное напыление)	1000000	Из средств НОЦ «Нанотехнологии»
		Зондовая станция с оптическим микроскопом	1700000	Из средств НОЦ «Нанотехнологии»
		Малогобаритный растровый электронный микроскоп	3000000	Из средств корпорации «Роснано»
		Малогобаритный атомно-зондовый микроскоп	3000000	Из средств НОЦ «Нанотехнологии»
		Малогобаритная установка лазерного доплеровского светорассеяния	1000000	Из средств НОЦ «Нанотехнологии»
		Малогобаритная установка для проведения микрофлюидного химического анализа	800000	Из средств НОЦ «нанотехнологии»
		Публикация брошюры по итогам конкурса	150000	Из средств партнеров школы
ИТОГО			17350000	

В том числе:	
Средств бюджета	3000000
Привлеченных средств	14350000