Автор: Бурумбаев Д.И.
11.11.2026 18:58 - Обновлено 11.11.2026 19:22

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОЦЕСС РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ СВЯЗИ

Бурумбаев Д. И., старший преподаватель

УрТИСИ СибГУТИ, г. Екатеринбруг, Россия

Аннотация. Рассматривается анализ цифровых инструментов для внедрения в процесс развития исследовательской компетенции у будущих инженеров связи. Определены четыре продукта различных категорий, которые являются частично или полностью свободным программным обеспечением. Выделены критерии для сравнения данных продуктов. Сделаны выводы, какие инструменты могут быть внедрены в процесс развития исследовательской компетенции у будущих инженеров связи.

Ключевые слова: инженерное образование, отрасль связи, цифровые инструменты, свободное программное обеспечение, высшее образование.

В настоящее время система подготовки кадров для отечественной отрасли связи

сталкивается с двумя основными вызовами. Один из них – рост важности и масштабов отрасли, обусловленный государственной политикой в сфере цифровой трансформации [7] и общим повышением информационной культуры. Другим вызовом является дефицит кадров, который отмечается в распоряжении Правительства РФ № 3339-р [8], и который может быть усугублен необходимостью достижения технологического суверенитета, импортозамещения оборудования и современными экономическими вызовами.

Стратегия развития до 2035 года прямо указывает, что преодолеть этот разрыв можно только путем подготовки специалистов с расширенным набором компетенций, включающим не только профессиональные навыки, но и навыки исследовательской, проектной и коммуникативной деятельностей.

В контексте распространения цифрового и гибридного обучения, динамическое развитие которых началось после пандемии COVID-19 [1,2], особую роль играет получение полного набора знаний, которые обучающиеся могли бы получить, обучаясь в традиционной форме. Одной из важных компетенций инженера связи является исследовательская, которая позволяет формировать гипотезы, проводить эксперимент и разрабатывать новые методы и алгоритмы работы с телекоммуникационным оборудованием.

Для того, чтобы не было разрыва между традиционной формой обучения и гибридным или цифровым обучения, на помощь образовательному процессу приходят цифровые инструменты. Они позволяют персонализировать образовательную траекторию, дополнить содержание и создать эффект погружения, что делает обучение более

эффективным и вовлекающим.

Целью статьи является анализ возможностей цифровых инструментов для внедрения в процесс развития исследовательской компетенции будущих инженеров связи.

В статье исследовательская компетенция понимается как «способность человека формулировать гипотезу, моделировать систему, планировать эксперимент, обрабатывать данные, оценивать результат своих действий». К цифровым инструмента, способным дополнить содержание программы, персонализировать обучение и вовлечь обучающихся в исследовательскую деятельность, можно отнести VR-симуляторы, цифровые двойники, среды для моделирования. Следует отметить, что подобных инструментов много, но не все из них можно использовать для отрасли телекоммуникаций из-за специфики предметной области. По этой причине автор выделяет наиболее популярные инструменты, которые специализируются на отрасли телекоммуникаций и являются бесплатными: GNU Octave, OMNeT++, GNS3, Arduino IDE.

Первым программным обеспечением является GNU Octave, которая специализируется на математическом моделировании и цифровой обработке сигналов [3], что является фундаментальными знаниями будущих инженеров связи и необходимы для развития исследовательской компетенции.

Другим продуктом является OMNeT++, который является программным обеспечением для исследования сетей и сетевых протоколов [4]. Он имеет готовые модели, которые покрывают все современные технологии передачи данных, а также имеет поддержку языка программирования Python, что может быть полезным для измерения параметров и анализа результатов проведенных экспериментов.

Третьим инструментов является GNS3, который является инструментов для эмуляции реального оборудования [5]. Он позволяет выполнять работы на реальных устройствах, запускать их операционные системы, что позволяют полностью моделировать условия работы на этом оборудовании.

Последним инструментом является Arduino IDE [6], который позволяет создавать устройства и приборы с нуля, тем самым прививая у обучающихся стремление к новаторству и эксперименту. У данного инструмента большое сообщество и множество примеров, а среда разработки является бесплатной. Данный инструмент позволяет не только поработать с моделью, но и создать реальный проект, что повышает мотивацию у обучающихся. Результаты сравнительного анализа программных средств представлены в таблице 1.

Для проведения анализа возможностей необходимо определить критерии оценки, по которым будет осуществляться сравнительный анализ. Именно для развития исследовательской компетенции в качестве критериев следует выбрать этапы исследовательской деятельности: постановка проблемы/гипотезы, моделирование

процесса, планирование и проведение эксперимента, сбор и обработка данных, интерпретация и выводы.

Таблица 1 –Описание выбранных инструментов

№	Инструмент	Класс	Обоснование выбора
1	GNU Octave	Математическое моделирование	Бесплатный, совместим с MATLAB-скриптами, есть пакеты для обработки сигналов и коммун
2			

OMNeT++

Сетевой симулятор

Бесплатный	для обучения, гибкий, большое количество моделей (INET, IoT	, Simu5G

3

GNS3

Сетевой эмулятор

Бесплатный,	работа с реальными образами оборудования Cisco, MikroTik и другими

4

Arduino IDE

Прототипирование

Бесплатный,	идеален для IoT и исследовательского проектирования

Сравнение проводилось по пяти критериям, указанным ранее. Первым критерием является постановка проблемы/гипотезы. GNU Octave позволяет обучающемуся задавать различные параметры математических моделей, изменять параметры, что позволяет исследовать зависимости. С использованием
OMNeT
++, обучающийся способен к получению навыков выдвижения и проверки гипотез. Это достигается благодаря гибким настройкам и возможности изменения топологии и параметров сети. Но для развития такого компонента требуется наличие у студента высокого уровня профессиональных знаний. Программное обеспечение
GNS
3 не предназначен для выдвижения и проверки научных гипотез. Оно позволяет отрабатывать навык по выполнению регламентных работ. При использовании
Arduino
студент сам выбирает объект и характеристики исследования: что измеряем, какие критерии и какую зависимость анализируем. Таким образом, из проанализированных инструментов, для развития первого этапа, лучше всего подходят
GNU
Octave
и
Arduino
.

Следующим этапом выполнения исследовательской деятельности является «Моделирование процесса». При использовании GNU Octave студент строит математические модели систем связи, процессов обработки сигналов. Благодаря этому, студент осознает принцип работы, получает модели и способен дорабатывать их для улучшения значений. Другим программным продуктом является
OMNeT
++, который позволяет максимально подробно моделировать сетевые топологии, протоколы.
GNS

3 не имеет возможности моделирования систем связи, он симулируют работу реального сетевого оборудования. Работа в
GNS
3 в большей степени связана с проектированием, настройкой и исследованием инфраструктуры сетей связи. Поэтому данная среда позволяет отрабатывать практические действия с сетевыми конфигурациями, однако ее возможности непосредственно в области моделирования ограничены.
Arduino
, в свою очередь, предполагает взаимодействие с реальными физическими объектами – микроконтроллерами, датчиками и электрическими сигналами. Это позволяет обучающемуся на практике проследить процессы получения и передачи данных, но непосредственно навык построения моделей при такой работе формируется в меньшей степени. В связи с этим для развития навыков моделирования более широкие возможности предоставляют
GNU
Octave
и
OMNeT
++.

Следующим аспектом сравнения является возможность организации и проведения эксперимента. В GNU Octave обучающийся может самостоятельно задавать исходные параметры, изменять их в процессе работы и выполнять серию повторных вычислений. Такой формат позволяет прослеживать зависимость получаемых результатов от изменения отдельных условий эксперимента. В OMNeT++ экспериментальная работа строится на исследовании поведения имитационной модели сети при различных исходных параметрах. Полученные в ходе моделирования данные могут использоваться для последующего статистического анализа. Работа с
Arduino
имеет несколько иной характер, поскольку эксперимент проводится уже не только с виртуальной, но и с физической системой. Обучающийся может изменять внешние условия, наблюдать реакцию устройства и выполнять повторные измерения.
Следовательно,
GNU
Octave
и
OMNeT
++ могут использоваться преимущественно для вычислительных и имитационных экспериментов, а

Arduino
– для организации натурного эксперимента. В
GNS
3 также возможно проведение экспериментальных исследований, однако изменение конфигурации сети и повторение отдельных операций чаще требуют непосредственного участия обучающегося.

Четвертым этапом исследовательской деятельности является сбор и обработка полученных данных. GNU Octave содержит встроенные средства статистической обработки и визуального представления результатов, что позволяет выполнять их первичный анализ в рамках одной программной среды. В
OMNeT
++ результаты моделирования могут быть представлены в виде различных статистических показателей и графических зависимостей, а при необходимости экспортированы для дальнейшей обработки во внешних программах. Возможности
GNS
3 в этом отношении более ограничены: основными источниками данных выступают журналы работы устройств, результаты выполнения сетевых команд и перехваченные пакеты. При работе с
Arduino
данные, получаемые с датчиков и других подключенных устройств, могут выводиться и сохраняться, однако их более сложная обработка обычно требует использования дополнительных программных средств. С точки зрения непосредственной работы с результатами исследования наиболее широкие возможности предоставляют
GNU
Octave
и
OMNeT
++.

Последним этапом является интерпретация результатов и формулирование выводов. Ни один из рассмотренных инструментов не позволяет окончательно интерпретировать

результаты, так как это задачи исследователя. GNU Octave предлагает встроенные средства сравнения с эталоном, что позволяет студенту делать выводы на основе полученных результатов. O
MNeT
++ предоставляет инструменты визуализации, помогающие увидеть и выявить закономерности в данных.
Arduino
обеспечивает наглядность результатов в ходе эксперимента, что упрощает их первичную интерпретацию.
GNS
3 требует от студента умение строить выводы на основе анализа логов, что предполагает уже сформированные навыки интерпретации.

Таким образом, в результате сравнительного анализа можно сделать вывод, что ни один из инструментов не может покрыть все этапы развития исследовательской компетенции, но комплексное использование данных инструментов позволяет последовательно формировать все этапы исследовательской деятельности. Дальнейшим направлением исследование может служить применение данных инструментов и разработка методических указаний в процессе развития исследовательской компетенции будущих инженеров связи.

Литература

1. Бурумбаев, А. И. Смешанное обучение - подход к получению образования в современном мире / А. И. Бурумбаев // Высшее и среднее профессиональное образование в современной России: опыт и перспективы развития: Материалы LXV Межвузовской научно-методической конференции, Новосибирск, 08–09 февраля 2024 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2024. – С. 22-25.

2. Зацепин, В. А. Современные образовательные технологии: трансформация обучения в цифровую эпоху / В. А. Зацепин, А. И. Бурумбаев, К. М. Тупицын // Высшее и среднее профессиональное образование в современной России: опыт и перспективы развития: Сборник трудов LXVI межвузовской научно-методической конференции, Новосибирск, 13–14 февраля 2025 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2025. – С. 101-105.

3. Официальный сайт GNU Octave.URL:https://octave.org(дата обращения: 04.11.2026).

4. Официальный сайт OMNeT++.URL:https://omnetpp.org(дата обращения: 04.11.2026).

5. Описание версий GNS3.URL:https://github.com/GNS3/gns3-gui/releases(дата обращения: 04.11.2026).

6. Описание версий Arduino IDE.URL:https://github.com/arduino/arduino-ide/releases?ysclid=mmaensmepx710054556 (дата обращения: 04.11.2026).

7. Перечень поручений Президента по итогам заседания Совета по стратегическому развитию и нацпроектам и комиссий Госсовета по направлениям социально-экономического развития. http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/74712 (дата обращения: 04.11.2026).

8. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.11.2023 № 3339-р. URL:http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202312040015 (дата обращения: 04.11.2026).

Автор: Бурумбаев Д.И.
11.11.2026 18:58 - Обновлено 11.11.2026 19:22