

Методики проведения и проверки лабораторных работ при смешанном и дистанционном автоматизированном обучении

В.А. Латыпова

Уфимский государственный авиационный технический университет

Аннотация: Для формирования необходимых компетенций у студентов инженерных и естественнонаучных специальностей очень важно использовать в учебном процессе лабораторные работы. Необходимость использования специального оборудования или программного обеспечения при проведении таких занятий – это настоящая проблема при смешанном и дистанционном автоматизированном обучении. В работе рассмотрены существующие методики проведения лабораторных работ и их проверки, используемых в России и за рубежом. Было организовано смешанное и дистанционное проведение лабораторных работ по дисциплине «Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления» в очном образовательном процессе. Выявлены и устранены проблемы, препятствующие проведению данных работ в смешанном и дистанционном режиме. Определена наиболее предпочтительная форма проведения лабораторных работ. Использование автоматизированной проверки работ позволило значительно сократить время на проверку.

Ключевые слова: лабораторная работа, дистанционное обучение, смешанное обучение, очное обучение, автоматизированное обучение, автоматизированная проверка, методика проверки, массовый открытый онлайн курс, виртуальная лаборатория, удаленная лаборатория, эффективность обучения, тренажер, лабораторный комплект для дома

Введение

При обучении студентов инженерных и естественнонаучных специальностей очень важно использовать в учебном процессе такой тип занятий, как лабораторные работы (далее ЛР). Они позволяют студентам приобрести умения и навыки и сформировать необходимые компетенции. Для организации курсов при проведении ЛР в данном случае необходимо специальное оборудование или программное обеспечение. Поэтому проведение таких занятий в смешанном и дистанционном режиме, и особенно в массовых открытых онлайн курсах (МООС – massive open online courses) крайне проблематично. Сами студенты понимают важность ЛР в учебном процессе. В работе [1] описан опыт использования таких работ в МООС. Несмотря на то, что ЛР были необязательные, и за них давалось мало баллов, около 80% студентов их выполнили. Результат опроса показал, что

58% студентов высказались за увеличение таких заданий, а 44% посчитали данные задания очень полезными.

Сложность организации ЛР приводит к тому, что инженерные и естественнонаучные курсы используются в дистанционном обучении полноценно, с проведением ЛР, в очень небольшом количестве. Часто такие курсы идут без поддержки данных работ. Многие российские и зарубежные исследователи пытаются решить данную проблему, предлагая свои конкретные методики проведения ЛР. Однако очень важным является целостный обзор данных методик, которого нет в данных работах. Поэтому необходимо провести анализ существующих методик проведения ЛР в условиях смешанного и дистанционного автоматизированного обучения.

Также важным является вопрос, касающийся эффективности обучения при проведении ЛР. Здесь эффективность складывается из составляющих: эффективная форма организации ЛР для преподавателя и студентов, и эффективная проверка данных работ. В работе [2] в результате многолетнего опроса студентов, обучающихся в различных режимах: очно, смешанно и дистанционно, было выявлено, что, в общем, студенты предпочитают смешанное обучение. Однако данная форма была выбрана для всего процесса обучения, без выделения конкретных видов занятий. В работе [3] был проведен опрос, желают ли студенты выполнять ЛР дистанционно. Около 80% студентов, выполнявших работы очно и дистанционно, ответило положительно. Необходимо проверить на практике, на самом ли деле студенты, обучающиеся в вузе, предпочитают дистанционное выполнение ЛР. Также необходимо провести анализ существующих методик проверки таких работ.

1 Существующие методики организации и проверки ЛР

1.1 Методики организации ЛР

Выполнение ЛР при смешанном и дистанционном автоматизированном обучении осуществляется посредством:

- удаленных физических лабораторий (remote laboratories);
- виртуальных лабораторий (virtual laboratories) и тренажеров (simulators);
- удаленных виртуально-физических лабораторий;
- лабораторного комплекта для дома (at-home lab kit).

Первые три пункта используются в основном в инженерных областях, а последний – в естественнонаучных [4].

1.1.1 Методики с использованием удаленных физических лабораторий

Удаленные физические лаборатории – это настоящие лаборатории, к которым подключаются через Интернет с помощью браузеров, в которых проводятся удаленно реальные эксперименты [5]. Студенты могут подключаться к таким лабораториям в определенное время и по паролю [5]. Существуют лаборатории по различным предметным областям. Например, в работе [5] рассмотрены лаборатории, позволяющие проводить эксперименты по физике: «дифракция на щели», «фотоэлектрический эффект», «солнечная энергия» и др. В работе [6] рассмотрены такие лаборатории, как лаборатория по настройке и программированию беспроводных сенсорных сетей, лаборатория VISIR для работы с электронными схемами на макетной плате, лаборатория для GSM и 3G телекоммуникаций, лаборатория для встроенных систем.

1.1.2 Методики с использованием виртуальных лабораторий и тренажеров

А) Использование виртуальных лабораторий

Виртуальные лаборатории позволяют проводить эксперименты виртуально. При создании виртуальных лабораторий моделируются устройства, с которыми предстоит работать студентам [5, 7]. К виртуальным лабораториям можно отнести также виртуальные кабинеты, пакеты прикладных программ [7]. Виртуальные эксперименты могут проводиться удаленно или на компьютерах обучающихся.

В работе [5] описано проведение виртуальных экспериментов по теме «Колебания в пружине» (свободные колебания, затухающие колебания, вынужденные колебания) в MOOC. В данной виртуальной лаборатории используются флеш анимация и апплеты.

В Технологическом институте Джорджии при проведении курса «Встроенные и гибридные системы контроля» использовалось смешанное обучение по методике «перевернутого класса» [8]. Суть «перевернутого класса» в том, что студенты самостоятельно дома изучают лекции, а в классе выполняют домашнее задание: отвечают на вопросы, решают задачи, обсуждают изученный материал под контролем преподавателя [9]. Студенты изучали лекции и проходили тестирование на MOOC площадке Coursera, а на очных занятиях с помощью виртуальной лаборатории Sim.I.am проектировали и тестировали контроллеры для мобильного робота. Далее они развертывали контроллеры на платформе реального робота Khepera III. Параллельно обучалось 40 тыс. студентов только в формате MOOC, но эти студенты, в отличие от очных, не работали с реальным роботом, а со Sim.I.am работали дистанционно.

Разработана виртуальная лаборатория Marionnet для курсов по компьютерным сетям [10]. Она создана для проведения практических работ,

включающих установку, настройку и эксплуатацию компьютерных сетей. Позволяет работать с моделями физических сетей и устройств: кабелей, хабов, сетевых коммутаторов, маршрутизаторов. Сеть и ее настройки представляют собой проект, который сохраняется в виде одного файла. Данный файл направляется преподавателю на проверку. Обеспечивается поддержка таких работ как: настройка сетевых сервисов, настройка элементов сети, полная настройка сети. Данная лаборатория может использоваться в небольших закрытых онлайн курсах (SPOOC – small online private courses), позволяя сократить очные часы.

Проведение ЛР по киберфизическим системам рассмотрено в работе [11]. Использовалась киберфизическая система Cal Climber. Данная платформа может передвигаться, обнаруживать препятствия и уклоны, исполнять простые скрипты, сообщается с внешним контроллером. Студенты используют продукт LabVIEW robotics environment simulator. Лаборатория разработана так, что студенты только модифицируют или исходный C файл, или файл диаграммы состояний LabVIEW. Использовались облачные технологии. Виртуальный сервер с необходимым программным обеспечением лаборатории располагался в облаке Amazon elastic compute cloud. Стоимость использования данного облака для большого числа студентов высока, но в расчете на одного студента, приемлема.

Проведение ЛР по обучению компьютерной безопасности описано в работе [12]. Для выполнения упражнений данной предметной области в лаборатории вуза студенту должны предоставляться привилегированные права доступа. С этими правами студенты могут обрушить обучающую систему или атаковать другие хосты. Поэтому при очном проведении должны использоваться изолированные лаборатории. Также для каждого студента необходима сеть из трех компьютеров. Разработана платформа Tele-

Lab, лаборатория на базе виртуальных машин, виртуальная лаборатория с возможностью удаленного доступа.

При проведении MOOC «Межсетевой обмен по протоколу TCP/IP» на платформе openHPI также проводились ЛР с помощью виртуальной лаборатории [1]. Но не использовалась централизованная обучающая лаборатория. Студенты должны были выполнять работы на своих машинах, установив специализированные программные средства. Были разработаны 3 практических занятия по использованию инструментария и интерпретации Интернет сообщений: «Анализ пакетов Wireshark и поле IP идентификации», «Понимание DNS резолюции», «Проверка заголовков электронных писем». При проведении ЛР были выявлены проблемы, связанные с разнородной обучающей средой (локальные студенческие машины): проблемы установки Wireshark, необходимость иметь права администратора, различная сетевая инфраструктура (проблемы при использовании мобильного UMTS адаптера), проблемы из-за ограничивающих настроек межсетевого экрана, проблемы с доступом исходному коду электронных писем.

Б) Использование тренажеров

Тренажеры используются в тех случаях, когда необходимо отработать операторские умения и навыки использования специального оборудования, реальное применение которого в учебном процессе по ряду причин невозможно, в таких предметных областях, как: авиация, энергетика, строительство, медицина и др. В работе [13] описаны существующие российские тренажерно-обучающие системы для различных предметных областей. Бывает два типа тренажеров: с аппаратной частью и без. Тренажеры последнего типа могут использоваться в дистанционном и смешанном обучении.

В работе [14] рассмотрено обучение операторов перегрузочных машин. Разработан компьютерный тренажер перегрузочной машины. С

помощью данного тренажера студентами выполняются задачи по основным технологическим операциям: погрузка, разгрузка и др.

Однако для получения наилучшего эффекта часто требуется дополнительное периферийное оборудование, которое улучшает реалистичность моделируемого процесса [13]. Оно позволяет повышать эффективность работы с реальным оборудованием [15]. В Пермском национальном исследовательском политехническом университете, на кафедре Информационных технологий и автоматизированных систем проводится обучение операторов портального крана [15]. Разработан программно-аппаратный тренажер для обучения управлению различными кранами в процессе погрузки и перегрузки. Используется специальный орган управления: мобильный пульт, похожий на реальный промышленный джойстик оператора портального крана.

1.1.3 Методики с использованием удаленных виртуально-физических лабораторий

В работе [16] предлагается фреймворк под названием «Лаборатория киберфизических систем как сервис». Он обеспечивает доступ к оборудованию через Интернет посредством виртуализации ресурсов лаборатории в виде сервиса. Работает наподобие технологии «программное обеспечение как сервис». Такие лаборатории не являются симуляцией. Это реальные физические испытательные стенды для экспериментов с реалистичным поведением. Их можно масштабировать. Архитектура представляет три слоя: слой физической инфраструктуры (слой подобной системы (analogous system): функционально эквивалентной системы, способной к киберфизическим взаимодействиям), лаборатория как сервис, слой виртуализации (слой преобразования) и слой виртуальной лаборатории (слой виртуального сервиса). В конкретной реализации физический слой содержит набор мобильных частей. Была разработана компоновка

конвейерная система – система, которая хорошо структурируется и допускает разнообразные киберфизические взаимодействия. Возможно использование недорогих управляемых компьютером роботов, например, LEGO роботов.

1.1.4 Методика с использованием лабораторного комплекта для дома

Суть методики заключается в проведении экспериментов студентами дома с помощью лабораторного комплекта. Данная методика часто используется при проведении ЛР по химии [4]. В работе [3] описано применение данной методики при проведении ЛР по общей химии в университете Атабаски в Канаде. Одна часть студентов выполнила только один «кухонный» эксперимент дома, остальные ЛР были выполнены в лаборатории университета. Другая часть студентов выполнила половину работ с помощью лабораторного инструментария. Третья часть студентов выполнила все ЛР дома. Результаты обучения и опрос студентов показали, что выполнение ЛР дома эквивалентно их выполнению в лаборатории университета.

Другой пример использования данной методики описан в [4]. Был проведен МООС по неврологии Гарвардского университета. Студентами проводились эксперименты над насекомыми. Была выявлена проблема, связанная с невозможностью проследить за тем, как, когда и сколько времени студенты выполняли эксперименты дома. Необходимо, чтобы выполнение ЛР было тесно связано с другими активностями в процессе обучения.

Также важно, чтобы разрабатываемый лабораторный инструментарий был безопасным в использовании, компактным и недорогим.

1.2 Методики проверки ЛР

В работе [11] предлагаются возможные способы проверки ЛР по киберфизическим системам: использование в виртуальной лаборатории

запуска эмуляции среды для загруженного контроллера и тестирование при различных условиях. Данная методика схожа с проверкой работоспособности программ. Осуществляется поддержка обратной связи: определение шагов, где студент ошибся. Задача поиска местоположения ошибки решается в работах по программированию. Работают с исходным кодом, с трассировкой выполнения программы или используют модели ошибок, которые кодируют частые ошибки. Используются локальная и глобальная проверки. При локальной проверке запускаются тесты, и студенты могут наблюдать, как контроллер проходит тест. В данном случае обратная связь моментальная. При глобальной проверке, решения отправляются на проверяющий сервер.

В работе [12] поднимается и решается общая проблема виртуальных и физических лабораторий: один и тот же сценарий для всех студентов. Обычно виртуальные машины для упражнений настраиваются один раз на этапе разработки. Предлагается использовать параметризуемые практические задания. Переменные для параметров сценариев задаются автором курса. Когда студент подключается к виртуальной машине, значения заданных параметров выбираются для него случайным образом. В процессе выполнения задания студент должен определить эти значения. Проверка правильности производится в тесте, где студент вводит полученные значения. Примеры параметров – пользовательские аккаунты и пароли, значения ключей реестра Windows, запущенные сервисы, имена файлов и их содержимое и др.

В работе [17] описано использование и проверка ЛР во вводном курсе по физике в Технологическом институте Джорджии. 4 ЛР по механике выполнялись в двух курсах: летнем и осеннем. По каждой ЛР студенты создавали видео отчет, представляющий их эксперимент и разработанные в VPython модели. Отчеты студенты загружали на YouTube, а ссылки на видео – на MOOC платформу. Использовалась взаимопроверка однокурсниками.

Летом осуществлялась проверка без предварительного обучения оцениванию. Использовалась одна видео-лекция, в которой преподаватель комментировал два примера видео отчетов по ЛР. Осенью добавился этап обучения оцениванию. Перед проверкой работ однокурсников студенты должны были оценить 4 видео-упражнения, которые представляли собой отчеты прошлого, летнего, курса. После отправки результатов проверки, студентам были показаны оценки и комментирование преподавателя по данным отчетам. Чтобы улучшить рефлексию, студентам было сказано, что их оценка за ЛР зависит от того, насколько точно они оценивают тренировочные отчеты. Чтобы оценить, как студенты проверяют работы однокурсников, использовалось скрытое калибровочное видео для каждой ЛР, общее для всех студентов. Оно было проверено и оценено преподавателем. Эксперимент показал, что введение этапа обучения оцениванию студенты стали критичнее оценивать чужие работы.

Тренажеры, используемые для обучения операторским умениям, имеют некоторые особенности проверки. Проверяется процесс, а не результат выполнения. Сам процесс разбивается на операции, которые имеют свои критерии оценки. Например, при работе с тренажером перегрузочной машины, выполняются и проверяются такие процессы как погрузка, разгрузка и др. [14]. Процесс погрузки включает такие операции как «отцепить грузозахватное приспособление», «поднять стрелу крана» и др. [14]. Для оценки последней операции используются такие критерии как «отклонение от оптимальной высоты подъема», «количество ошибок при подъеме» и др [14]. При проверке использовалась база правил и оценка выполненных упражнений с помощью нечеткого вывода с использованием алгоритма Мамдани.

1.3. Выводы по анализу методик организации и проверки ЛР

Анализ существующих методик организации ЛР показал достаточное разнообразие и эффективность последних. Данные методики можно применять при проведении большинства ЛР у студентов инженерных и естественнонаучных специальностей. В частности для курса «Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления (далее АСОИУ)» можно применить методику организации с использованием виртуальной лаборатории с установкой специального программного обеспечения на компьютеры студентов.

Также был выявлен тот факт, что часто ЛР проводятся дистанционно в очном учебном процессе. Причины этого следующие:

- необходимость улучшить качество выполнения;
- сложность, дороговизна и/или невозможность организации ЛР в вузе;
- подготовка курса к использованию в МООС.

Анализ существующих методик проверки ЛР показал, что методики в основном специфичны и могут использоваться только для конкретных предметных областей. В частности, данные методики не применимы для курса «Проектирование АСОИУ», где ЛР имеют сложный результат. Существующие специализированные методики проверки работ со сложным результатом [18] также не подходят для данных работ. Для последних можно использовать универсальную методику и инструментальное средство автоматизированной проверки работ на основе использования банка ошибок, разработанные автором ранее [19].

2. Эксперимент и результаты

2.1 Эксперимент. Общее описание

Эксперимент реализовывался при проведении ЛР по дисциплине «Проектирование АСОИУ» в Уфимском государственном авиационном

техническом университете, на кафедре «Автоматизированные системы управления (далее АСУ)» в осеннем семестре 2013 г. Обучение проходили две группы пятикурсников специальности «АСОИУ» в общем количестве 34 человека.

Студенты специальности «АСОИУ» должны были выполнить 6 ЛР по одному заданию. Суть задания следующая: есть некий заказчик, который заказывает информационную систему для своей компании. В задании словесно описаны бизнес-процессы компании, ее оргструктура. Требования к системе описаны обобщенно и нечетко. Первые 4 работы посвящены управлению требованиями к автоматизированным системам и включают следующие задачи: сбор требований заинтересованных лиц; определение функциональных особенностей системы; разработка сценариев использования; разработка тестовых сценариев. Данные ЛР выполнялись в IBM Rational Requisite Pro. Пятая работа посвящена планированию разработки программного обеспечения. Данная работа выполнялась в Serena OpenProj. Шестая работа посвящена разработке прототипа автоматизированной системы. Для ее выполнения студентами использовался программный продукт EaSynth ForeUI. ЛР проводились по методике, описанной в методических пособиях доцента кафедры «АСУ» Шакировой Г.Р.

Цели эксперимента:

- определение возможности организация дистанционного проведения ЛР по дисциплине «Проектирование АСОИУ»;
- определение наиболее эффективной формы организации ЛР в очном процессе;
- автоматизация проверки ЛР по данной дисциплине.

Студенты объединялись в группы от 1 до 3 человек. Работы выполнялись студентами на выбор или в дисплейном классе университета на

очных занятиях, или дома с помощью пробных версий программных продуктов. Также студенты могли выполнять ЛР дома, а исправлять и дорабатывать их в дисплейном классе университета очно. Защита работ предполагалось проводить очно.

ЛР по данной дисциплине проводились автором впервые. Гипотеза была следующая: студенты предпочтут дистанционное обучение, а очные занятия будут использовать только для защиты.

Работы, которые выполняли студенты, большей частью объемные. Они требуют больших трудовых и временных затрат на выполнение и проверку.

2.2 Форма обучения, предпочитаемая студентами

В результате проведенного первого этапа эксперимента было выявлено, что гипотеза о том, что студенты предпочтут полностью дистанционное обучение, была ошибочна. Диаграммы, показывающие процентное соотношение студентов, выполняющих ЛР очно, дистанционно-смешанно и в другой форме для групп АСОИ-539 и АСОИ-540, показаны на рис.1.

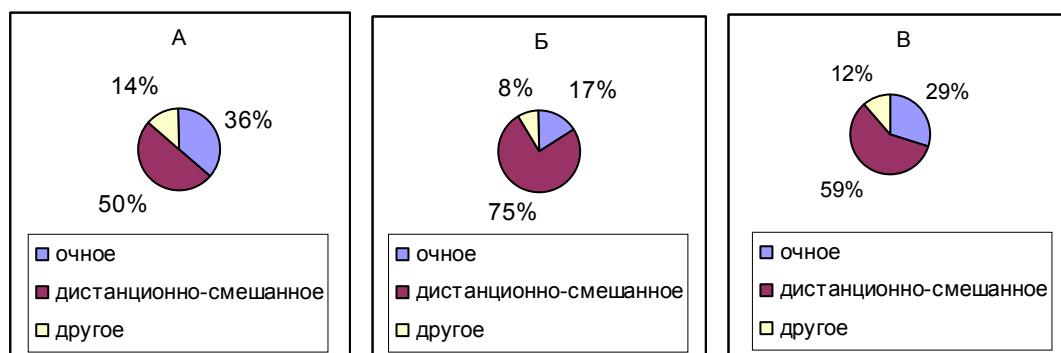


Рис.1. – Выполнение ЛР в группах: а – АСОИ-539; б – АСОИ-540; – в двух группах

По рис.1 видно, что довольно большая часть студентов все-таки предпочитает выполнять ЛР очно. В первой группе эта часть составила 36%, а во второй группе 17%. В результате опроса было выявлено, что часть студентов делала это по привычке, а часть из-за трудностей, связанных с

программным обеспечением. В первой группе 50% студентов выполнила часть ЛР дистанционно, а часть смешанно, а во второй – 75%.

Также были выделены стратегии поведения студентов при выполнении ЛР: а) одна форма обучения на всем протяжении выполнения ЛР; б) однократная смена формы обучения; в) многократная смена формы обучения. Процентное соотношение использования данных стратегий представлено на рис.2.



Рис.2. – Соотношение применения различных стратегий студентами

По рис.2 видно, что большинство студентов предпочитает или одну форму обучения, или однократно ее сменяют. Процентное соотношение форм обучения, используемых при одной форме обучения, представлено на рис.3.

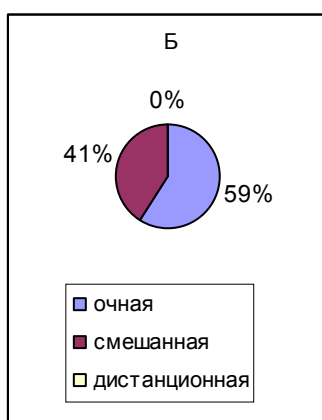


Рис.3. – Соотношение форм обучения, используемых при одной форме

По рис.3 видно, что никто не обучался полностью дистанционно. Большая часть студентов, обучавшихся по одной форме, выбрала только очное обучение, и 41% студентов обучался полностью смешанно.

Т.к. довольно большая часть студентов (38%) использовала однократную смену формы обучения, необходимо подробнее рассмотреть данный переход: выяснить, как и когда осуществлялась смена формы обучения. На рис.4 приведены данные по этим вопросам.

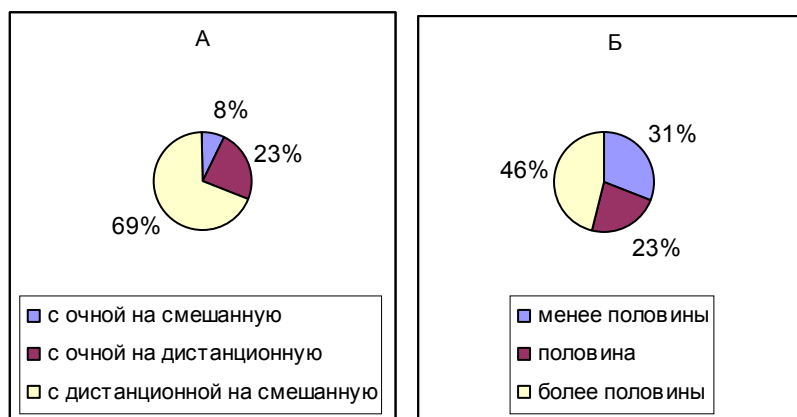


Рис.4. – Стратегия обучения с однократной сменой формы: а – как осуществлялся переход; б – на каком этапе был переход (сколько было выполнено работ на момент перехода)

По рис.4.а видно, что большинство студентов осуществило переход с дистанционной формы на смешанную, и составило 69%. И почти половина студентов (рис.4.б) сменила форму обучения на конечном этапе выполнения ЛР, выполнив к моменту перехода более половины работ.

На рис.5 показано, сколько студентов выполняло дистанционно каждую ЛР.

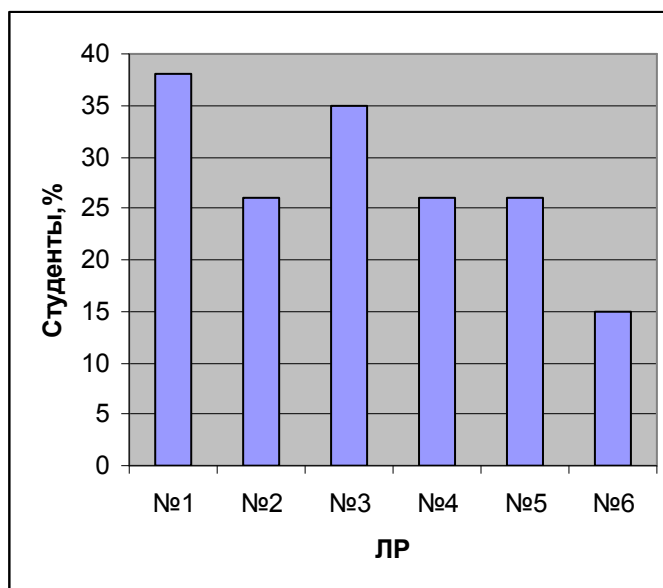


Рис.5. – Процент студентов, выполнявших ЛР дистанционно

По рис.5 видно, что первую ЛР выполняли дистанционно около 40% студентов. Остальные работы выполняло дистанционно меньшее количество студентов. Минимальное количество составило 15%. По опросу студентов было выявлено, что уменьшение количества связано с тем, что первоначально студенты ожидали мгновенного отклика от преподавателя на свои отправленные на проверку работы, как это происходит в очном процессе. Когда выяснилось, что отклик может занять несколько дней, некоторые студенты перешли на смешанное выполнение ЛР. Однако, были и такие студенты, которые выполняя первые работы очно, не успевали их завершить до конца и затягивали со сроками сдачи. Поэтому они перешли на дистанционное выполнение. Рекордно-низкое количество студентов, выполнявших дистанционно последнюю ЛР связано с тем, что обучение к моменту сдачи данной работы для большинства уже подходило к концу, поэтому работа должна была быть сдана в кратчайшие сроки. В связи с этим студенты предпочли выполнить данную работу смешанно, выполнив ее дома и доработав на последнем очном занятии.

Из-за того, что большая часть студентов предпочитает выполнять ЛР очно или смешанно, очные часы остаются и используются преподавателем нерационально, если остальная часть обучается дистанционно. Поэтому использовать чисто дистанционное выполнение работ в очном процессе для преподавателя неэффективно.

2.3 Проблемы дистанционного и смешанного выполнения ЛР

При дистанционном и смешанном выполнении работ были выявлены проблемы на этапах: установки приложения, выполнения ЛР и их проверки. Данные проблемы, связанные с программными средствами, препятствуют проведению ЛР по дисциплине «Проектирование АСОИУ» дистанционно. В таблице №1 приведены выявленные проблемы и их причины для различных приложений, а также пути их решения.

Таблица № 1

Проблемы, их причины, и пути их решения при проведении ЛР

№ п/п	Приложение	Проблема	Причина	Путь решения
1	IBM Rational Requisite Pro	Проблема с установкой приложения	Системные требования, в частности, разрядность ОС, не совпадают с системным ПО студентов	Использование виртуальной машины
2	//-//	Проблема при проверке: некорректное отображение документов	Разные версии MS Word у преподавателя и студентов	Сохранение документов, созданных в программе, как документов Word
3	//-//	Проблема при проверке: не открывается проект	Разные версии приложения у студентов и преподавателя	Использование только демо-версий с официального сайта

4	Serena OpenProj	Проблема при проверке: при открытии файла отображается пустой проект («серый экран»)	Программа не работает корректно с установленной Java версии 7	Использовать старую версию Java ниже 7, сохранить результаты работы в виде подробных скриншотов
5	ForeUI	Проблема при работе с приложением: проект не сохраняется, и не запускается эмуляция	Студенты устанавливают программу, а работать с ней начинают после окончания бесплатного периода	Дополнительное предупреждение студентов о сроке действия бесплатного периода работы программы

Таким образом, устранив проблемы с помощью способов, указанных в таблице №1, возможно проведение ЛР по дисциплине «Проектирование АСОИУ» дистанционно. Ограничением является невозможность использования данных ЛР в МООС из-за автоматизированной, а не автоматической проверки.

2.4 Проблемы при смешанном и очном проведении ЛР

При проведении данных ЛР были выявлены и другие проблемы: проблемы с отчетами и проблемы, связанные с проверкой работ при очном и смешанном выполнении ЛР.

Отчеты составлялись дистанционно и представлялись студентами в распечатанном виде на защите. Проверялись отчеты очно сразу после защиты. В результате проверки отчетов были выявлены повторяющиеся ошибки оформления, несмотря на наличие подробных методических указаний. Также был обнаружен тот факт, что в отчетах часто были представлены промежуточные результаты работ с ошибками, а не итоговые исправленные и зачтенные варианты. Поэтому было решено в дальнейшем осуществлять дистанционную проверку отчетов по ЛР.

При очном и смешанном выполнении данных ЛР эффективность проверки без фиксирования ошибок крайне низкая из-за полностью ручного процесса. Многократная повторная ручная проверка большого объема текстовой информации имеет большие трудовые и временные затраты. Студенты же большей частью исправляли только часть указанных преподавателем ошибок, поэтому количество повторных проверок увеличивалось. Вследствие этого было принято решение при очном и смешанном выполнении ЛР в дальнейшем фиксировать ошибки студентов.

2.5 Автоматизированная проверка работ при дистанционном проведении ЛР

Для проверки ЛР применялась методика на основе использования банка ошибок и соответствующее средство [19]. В результате проверки были сформированы банки ошибок для всех ЛР. В таблице №2 представлена информация о количестве повторяющихся неуникальных ошибок и ошибок, напечатанных в общем отклике преподавателя повторно по всем проведенным ЛР

Таблица № 2

Количество повторяющихся ошибок и ошибок, напечатанных повторно

№ ЛР	Доля повторяющихся ошибок в БО, %	Доля повторяющихся ошибок в отклике за курс, %	Доля ошибок, напечатанных в отклике за курс повторно, %
1	63	92	79
2	55	76	48
3	50	83	67
4	40	73	55
5	30	50	29
6	75	88	50

По таблице №2 видно, что половина и более ошибок, сделанных студентами за курс, это не уникальные, а повторяющиеся ошибки.

Преподавателю приходится работать «вхолостую» и печатать повторно одни и те же ошибки, которые составляют в среднем более половины всех напечатанных ошибок. Также по таблице видно, что самый большой процент ошибок, напечатанных повторно, характерен для ЛР №1. Это связано с тем, что студенты заполняли большое количество однотипных объемных документов, совершая одинаковые ошибки из документа в документ. В третьей ЛР также студенты заполняли несколько однотипных документов. Среднее увеличение скорости печати отклика по всем ЛР составило примерно 2,5 раза. Таким образом, время на проверку работ было значительно сокращено за счет использования автоматизированной проверки.

2.6 Выводы по эксперименту

Таким образом, на основе результатов эксперимента, можно сделать следующие выводы:

- дистанционное проведение ЛР по дисциплине «Проектирование АСОИУ» возможно, но в очном процессе неэффективно;
- использование автоматизированной проверки при дистанционном проведении данных ЛР значительно повышает скорость проверки;
- в очном процессе для преподавателя и для студентов, наиболее предпочтительной является смешанная форма обучения при проведении ЛР;
- очная ручная проверка ЛР без фиксации ошибок, используемая при смешанном и очном проведении ЛР снижает эффективность обучения.

Выводы

Проведенный анализ существующих методик проведения и проверки ЛР в смешанном и дистанционном обучении показал, что методики разнообразны, и их можно использовать для большей части инженерных и

естественнонаучных курсов. Одна из методик была использована автором при проведении ЛР по дисциплинам «Проектирование АСОИУ» в Уфимском государственном авиационном техническом университете у студентов специальности «АСОИУ». Эксперимент показал, что для студентов и преподавателей в очном процессе предпочтительно использовать смешанное проведение ЛР. Также были выделены стратегии обучения студентов.

Анализ методик проверки ЛР показал их зависимость от предметной области и невозможность использования при проведении ЛР по дисциплине «Проектирование АСОИУ». Из-за специфики предметной области, по которой проводились ЛР, понадобилось методика проверки работ со сложным результатом. Была применена методика на основе использования банка ошибок, разработанная автором ранее [19]. В результате ее использования была значительно увеличена скорость и качество проверки ЛР.

Литература

1. Willems C., Jasper J., Meinel C. Introducing hands-on experience to a massive open online course on openHPI // EEE international conference on teaching, assessment, and learning for engineering (TALE 2013) 26-29 August 2013, Kuta, Indonesia. URL: hpi.uni-potsdam.de/fileadmin/hpi/FG_ITS/papers/Web-University/2013_Willems_TALE.pdf (free access). Caps. screen. English Language. DOI: 10.1109/TALE.2013.6654451.
2. Lee P.W.R., Chan F.T. Towards a better blended learning: experiences of adult learners in Hong Kong // Hybrid learning and education. First international conference, ICHL 2008 Hong Kong, China, August 13-15, 2008 Proceedings. Springer Berlin Heidelberg, 2008. pp. 404-414. DOI: 10.1007/978-3-540-85170-7_36.
3. Kennepohl D. Using home-laboratory kits to teach general chemistry // Chemistry education research and practice. 2007. 8(3). pp. 337-346.

4. International STEM classrooms: the experiences of students around the world using at-home laboratory kits / S. Z. Atiq, X. Chen, , D. D. Cox, J. DeBoer // 2015 ASEE international forum, Seattle, Washington. June 14, 2015. URL: peer.asee.org/17146 (free access). Caps. screen. English Language.

5. Remote and virtual laboratories as part of online courses / K. Rogozin, F. Lustig, S. Kuznetsov, D. Yanyshv, P. Brom, M. Kiryasov, A. Ovcharov // Teaching/learning physics: integrating research into practice. Proceedings of the GIREP-MPTL 2014 international conference held in Palermo, Italy, July 7 – 12. Palermo: Dipartimento di fisica e chimica, Università degli Studi di Palermo, 2014. pp. 705-709.

6. Castro M., Tawfik M., Tovar E. Internationalization & globalization of engineering // Excellence in engineering to enhance a country's productivity. Proceedings of the 12th Latin American and Caribbean conference for engineering and technology (LACCEI'2014), Guayaquil, Ecuador, July 22 - 24, 2014. URL: laccei.org/LACCEI2014-Guayaquil/RefereedPapers/RP040.pdf (free access). Caps. screen. English Language.

7. Соловов А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. Самара: «Новая техника», 2006. 462 с.

8. Croix J., Egerstedt M. Flipping the controls classroom around a MOOC // American control conference (ACC), 4-6 June 2014, Portland, Oregon. IEEE, 2014. pp. 2557-2562. DOI: 10.1109/ACC.2014.6858682.

9. Berrett D. How 'flipping' the classroom can improve the traditional lecture // A guide to the flipped classroom. The chronicle of higher education, 2015. pp. 2-6.

10. Coti C., Loddo J.-V., Viennet E. Practical activities in network courses for MOOCs, SPOCs and eLearning with Marionnet // 14th International conference on information technology based higher education and training (ITHET 2015), Caparica (Portugal), June 11-13 2015. URL: lipn.univ-

paris13.fr/~coti/download.php?file=ithet2015_clv.pdf (free access). Caps. screen. English Language.

11. Jensen J., Lee E., Seshia S. Virtualizing cyber-physical systems: bringing CPS to online education // Proceedings of the First workshop on cyber-physical systems education (CPS-Ed 2013) at Cyber physical systems week (CPSWeek 2013), Philadelphia, Pennsylvania, USA, April 2013. URL: cpsvo.org/group/edu/workshop/proceedings2013 (free access). Caps. screen. English Language.

12. Willems C., Meinel C. Online assessment for hands-on cyber security training in a virtual lab // Proceedings of the Global engineering education conference (IEEE EDUCON), 17-20 April 2012, Marrakech, Morocco. IEEE Press, 2012. URL: researchgate.net/profile/Christian_Willems/publications (free access). Caps. screen. English Language. DOI: 10.1109/EDUCON.2012.6201149.

13. Трухин, А.В. Анализ существующих в РФ тренажерно-обучающих систем // Открытое и дистанционное образование. 2008. №1. С. 32-39.

14. Файзрахманов Р.А., Полевщиков И.С. Оценка качества выполнения упражнений на компьютерном тренажере перегрузочной машины с использованием нечетких множеств // Инженерный Вестник Дона. 2012. №4 (часть 1). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1265.

15. Особенности разработки и реализации мобильных пультов тренажерного комплекса оператора порталного крана / Р.А. Файзрахманов, А.С. Мехоношин, Р.Р. Бакунов, А.Б. Федоров, Р.Р. Бикметов // Инженерный Вестник Дона. 2012. №4 (часть 1). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1267.

16. CPS Laboratory-as-a-Service: enabling technology for readily accessible and scalable CPS education / A. Gokhale, G. Biswas, S. Sastry, M. Branicky // Proceedings of the First workshop on cyber-physical systems education

(CPS-Ed 2013) at cyber physical systems week, Philadelphia, Pennsylvania, USA. URL: cps-vo.org/group/edu/workshop/proceedings2013 (free access). Caps. screen. English Language.

17. Peer evaluation of video lab reports in an introductory physics MOOC / S. Lin, S. Douglas, J. Aiken, C. Liu, E. Greco, B. Thoms, M. Caballero, M. Schatz // 2014 Physics education research conference proceedings, Minneapolis, MS, July 30-31, 2014. pp. 163-166. URL: compadre.org/per/perc/conference.cfm?Y=2014 (free access). Caps. screen. English Language. DOI: 10.1119/perc.2014.pr.037.

18. Латыпова В.А. Методики проверки работ со сложным результатом в условиях смешанного и дистанционного автоматизированного обучения // Интернет-журнал «Науковедение». 2015. Том 7. №3. URL: naukovedenie.ru/PDF/170TVN315.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/170TVN315.

19. Латыпова В.А. Методика и инструментальное средство автоматизированной проверки работ со сложным результатом на основе использования банка ошибок // Наука и бизнес: пути развития. 2015. №7 (49) (принято к печати).

References

1. Willems C., Jasper J., Meinel C. EEE international conference on teaching, assessment, and learning for engineering (TALE 2013) 26-29 August 2013, Kuta, Indonesia. URL: hpi.uni-potsdam.de/fileadmin/hpi/FG_ITS/papers/Web-University/2013_Willems_TALE.pdf (free access). Caps. screen. English Language. DOI: 10.1109/TALE.2013.6654451.

2. Lee P.W.R., Chan F.T. Hybrid learning and education. First international conference, ICHL 2008 Hong Kong, China, August 13-15, 2008 Proceedings. Springer Berlin Heidelberg, 2008. pp. 404-414. DOI: 10.1007/978-3-540-85170-7_36.



3. Kennepohl D. Chemistry education research and practice. 2007. 8(3). pp. 337-346.
 4. S. Z. Atiq, X. Chen, , D. D. Cox, J. DeBoer. 2015 ASEE international forum, Seattle, Washington. June 14, 2015. URL: peer.asee.org/17146 (free access). Caps. screen. English Language.
 5. K. Rogozin, F. Lustig, S. Kuznetsov, D. Yanyshv, P. Brom, M. Kiryasov, A. Ovcharov. Teaching/learning physics: integrating research into practice. Proceedings of the GIREP-MPTL 2014 international conference held in Palermo, Italy, July 7 – 12. Palermo: Dipartimento di fisica e chimica, Università degli Studi di Palermo, 2014. pp. 705-709.
 6. Castro M., Tawfik M., Tovar E. Excellence in engineering to enhance a country's productivity. Proceedings of the 12th Latin American and Caribbean conference for engineering and technology (LACCEI'2014), Guayaquil, Ecuador, July 22-24, 2014. URL: laccei.org/LACCEI2014-Guayaquil/RefereedPapers/RP040.pdf (free access). Caps. screen. English Language.
 7. Solovov A.V. Elektronnoe obuchenie: problematika, didaktika, tekhnologiya [E-learning: problems, didactics, technology]. Samara: «Novaya tekhnika», 2006. 462 p.
 8. Croix J., Egerstedt M. American control conference (ACC), 4-6 June 2014, Portland, Oregon. IEEE, 2014. pp. 2557-2562. DOI: 10.1109/ACC.2014.6858682.
 9. Berrett D. A guide to the flipped classroom. The chronicle of higher education, 2015. pp. 2-6.
 10. Coti C., Loddo J.-V., Viennet E. 14th International conference on information technology based higher education and training (ITHET 2015), Caparica (Portugal), June 11-13 2015. URL: lipn.univ-
-

paris13.fr/~coti/download.php?file=ithet2015_clv.pdf (free access). Caps. screen. English Language.

11. Jensen J., Lee E., Seshia S. Proceedings of the First workshop on cyber-physical systems education (CPS-Ed 2013) at Cyber physical systems week (CPSWeek 2013), Philadelphia, Pennsylvania, USA, April 2013. URL: cpsvo.org/group/edu/workshop/proceedings2013 (free access). Caps. screen. English Language.

12. Willems C., Meinel C. Proceedings of the Global engineering education conference (IEEE EDUCON), 17 - 20 April 2012, Marrakech, Morocco. IEEE Press, 2012. URL: researchgate.net/profile/Christian_Willems/publications (free access). Caps. screen. English Language. DOI: 10.1109/EDUCON.2012.6201149.

13. Trukhin, A.B. Otkrytoe i distantsionnoe obrazovanie. 2008. №1. pp. 32-39.

14. Fayzrakhmanov R.A., Polevshchikov I.S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4 (chast' 1). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1265.

14. R.A. Fayzrakhmanov, A.S. Mekhonoshin, R.R. Bakunov, A.B. Fedorov, R.R. Bikmetov. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012. №4 (chast' 1). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1267.

15. A. Gokhale, G. Biswas, S. Sastry, M. Branicky. Proceedings of the First workshop on cyber-physical systems education (CPS-Ed 2013) at cyber physical systems week, Philadelphia, Pennsylvania, USA. URL: cpsvo.org/group/edu/workshop/proceedings2013 (free access). Caps. screen. English Language.

16. S. Lin, S. Douglas, J. Aiken, C. Liu, E. Greco, B. Thoms, M. Caballero, M. Schatz. 2014 Physics education research conference proceedings, Minneapolis, MS, July 30-31, 2014. pp. 163-166. URL:



compadre.org/per/perc/conference.cfm?Y=2014 (free access). Caps. screen. English Language. DOI: 10.1119/perc.2014.pr.037.

17. Latypova V.A. Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2015. Tom 7. №3. URL: naukovedenie.ru/PDF/170TVN315.pdf (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl. DOI: 10.15862/170TVN315.

18. Latypova V.A. Nauka i biznes: puti razvitiya. 2015. №7 (49) (prinyato k pechatu).