

УДК 378.147

DOI: 10.25688/2072-9014.2021.58.4.09

**Д. А. Ахмедзянов,
В. М. Кудоярова,
А. Е. Кишалов**

Реализация и развитие системы дистанционного обучения в технических вузах

Проведен обзор систем дистанционного образования (СДО) в технических вузах и их анализ с учетом опыта реализации и концепции развития СДО в Уфимском государственном авиационном техническом университете (УГАТУ). Приведен пример использования виртуального стенда для проведения испытаний авиационных двигателей. Выполнено сравнение результатов моделирования и экспериментальных данных. Малая относительная погрешность при моделировании позволяет дистанционно использовать описанные технологии для изучения сложных процессов, протекающих в авиационных двигателях.

Ключевые слова: система дистанционного образования; онлайн-обучение; LMS; Moodle; система имитационного моделирования.

Введение

В современных условиях пандемии и угрозы распространения коронавирусной инфекции большинство зарубежных и российских университетов приняли решение о переходе на дистанционное обучение. В результате чего возникла необходимость ввода в учебный процесс современных систем дистанционного обучения (СДО), которые:

- дают возможность организовать непрерывность обучения при соблюдении единого образовательного стандарта вне зависимости от местонахождения всех участников учебного процесса;
- позволяют исключить проблемы, связанные с необходимостью соблюдать социальную дистанцию между людьми в целях сохранения здоровья обучающихся и профессорско-преподавательского персонала;
- обеспечивают легкую доступность учебных материалов.

На сегодняшний день СДО внедрено в большинстве технических вузов, которые используют различные платформы для реализации дистанционного образовательного процесса.

Задачами СДО являются:

- использование единой информационной среды для повышения результативности учебного процесса;
- поддержание непрерывности и повышение доступности процесса обучения за счет использования индивидуального подхода к студентам;
- поддержка обучающихся на всех этапах учебного процесса;
- проведение контроля знаний студентов в виде различных онлайн-тестов, зачетов и экзаменов [5].

Основными функциями СДО являются:

- разработка учебной базы для создания эффективного образовательного процесса;
- формирование базы данных студентов и объединение их в группы;
- обеспечение учебными курсами студентов в соответствии с профилем их подготовки согласно единому образовательному стандарту;
- хранение данных, необходимых для образовательного процесса;
- контроль и анализ полученных знаний;
- создание всех видов отчетных документов.

Основные возможности, предоставляемые СДО, включают: взаимодействие пользователей; возможность выбора модели обучения, например только онлайн-обучение или комбинированное обучение: сочетание онлайн- и оффлайн-обучения под руководством преподавателя; поддержку и создание учебного контента; составление аналитики и отчетов; возможность распространения содержимого учебного курса по принципу социальных сетей с правом ведения дискуссии в виде публикации диалогов между студентами и преподавателем; допустимость интеграции платформы с различными системами кадрового учета с возможностью выдачи сертификата по окончании курса и многое другое¹.

Применение СДО в технических вузах мира и России

Для начала рассмотрим, как внедрялись СДО в мире за последние восемь лет. Согласно [9], в 2012 году СДО были наиболее развиты в США и Канаде, где дистанционное обучение предлагали более 200 университетов, а среди европейских стран — в Великобритании (50 университетов), за которой следовали Германия, Италия и Франция.

Для успешного внедрения СДО используются различные системы управления обучением (LMS — Learning Management System), с помощью которых

¹ Лучшие LMS 2020 и как выбрать систему дистанционного обучения для вашего бизнеса. URL: <https://evergreens.com.ua/ru/articles/best-lms-2020.html> (дата обращения: 23.06.2021).

реализуется эффективный процесс онлайн-обучения с учетом особенностей вуза, читаемых курсов и дисциплин.

По данным [1] за 2014 год, большинство университетов США (с количеством студентов более 1000 человек) использовали различные LMS-системы, среди которых лидерами были Blackboard Learn и Moodle.

В 2020 году, согласно результатам исследований², лидирующие позиции в университетах США занимала платформа Instructure Canvas LMS, в то время как лучшая СДО Blackboard Learn показала снижение, что отражено графиком на рисунке 1.

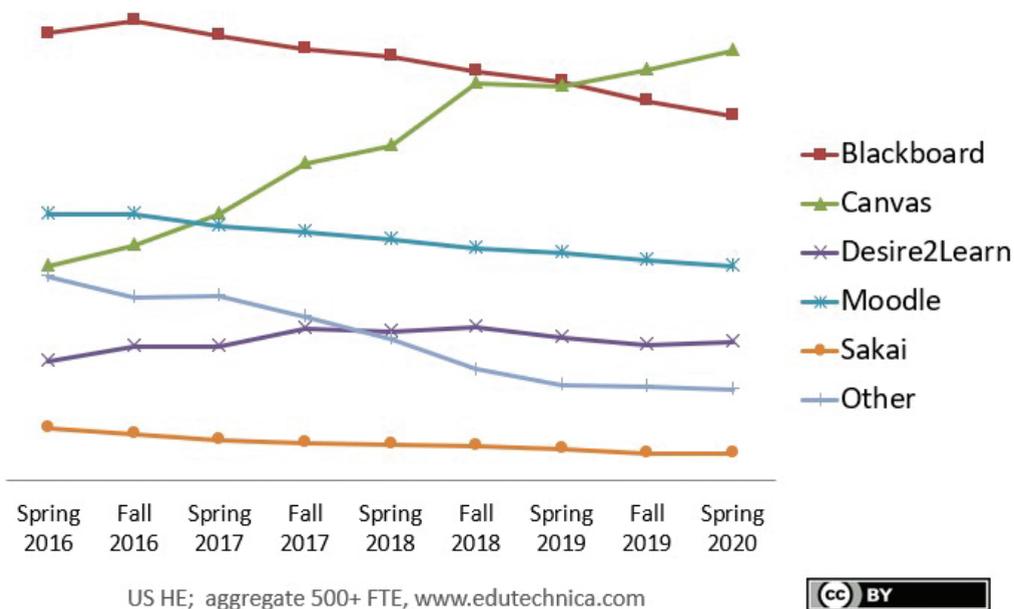


Рис. 1. Анализ использования различных LMS в США в период с 2016 по 2020 год

За пределами США большинство университетов в Австралии, Канаде и Великобритании используют LMS Moodle, которая продолжает занимать лидирующие позиции уже несколько лет (см. рис. 2).

Таким образом, наиболее популярными и ведущими LMS в глобальном масштабе являются бесплатная платформа Moodle и коммерческая платформа Blackboard Learn.

Теперь перейдем к анализу LMS платформ российских вузов. В 2014 году был опубликован отчет³, согласно которому наиболее эффективными LMS/LCMS-платформами являлись Moodle и Sakai. При этом определяющими факторами были следующие: данные платформы бесплатные, имеют открытый программный код, предоставляют возможности гибкого и адаптивного

² LMS Data — Spring 2020 Updates. URL: <https://edutechnica.com/2020/02/02/lms-data-spring-2020-updates> (дата обращения: 25.06.2021).

³ Якушев В. И. Анализ технологий и систем управления электронным обучением. URL: <http://inno.cs.msu.su/implementation/it-university/07> (дата обращения: 26.06.2021).

изменения функционала, содержания и инструментария для эффективного использования контента выбранной LMS.

6-year Historical LMS Breakdown
by Region as Percentage of Total

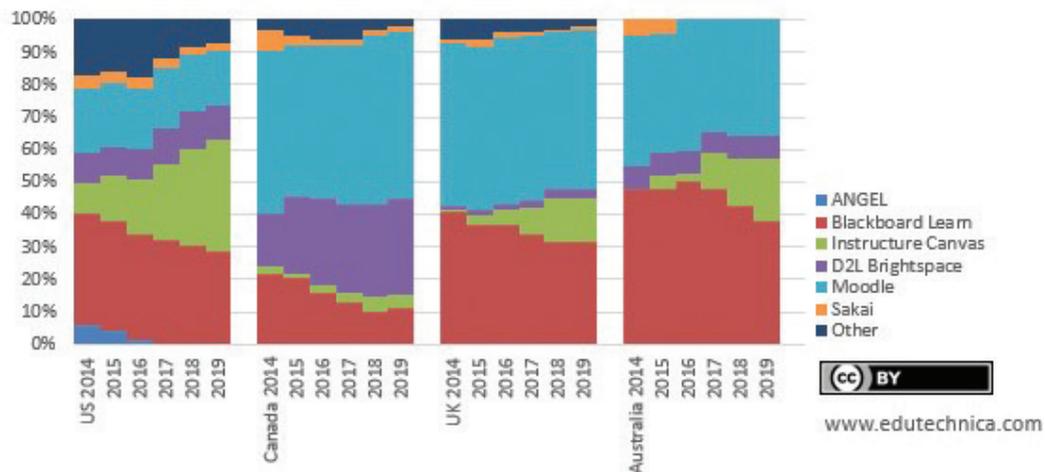


Рис. 2. Использование различных LMS в США, Канаде, Великобритании и Австралии в период с 2014 по 2019 год [5]

Статистика использования различных СДО в 2017 году отражена на рисунке 3, а в таблице 1 показано, какие платформы в основном использовались в российских технических вузах в 2020 году. Согласно приведенным в них сведениям наиболее популярной LMS-платформой в российских технических вузах является СДО Moodle.

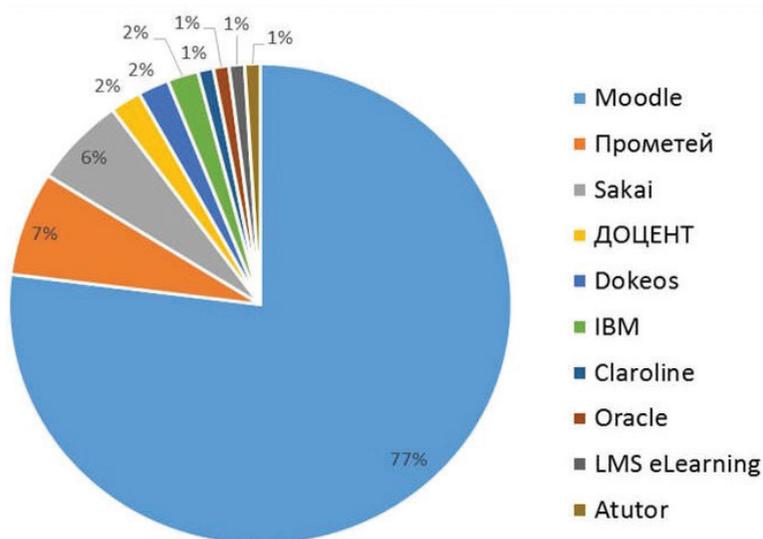


Рис. 3. Статистика использования различных СДО в 2017 году

Таблица 1

LMS-платформы в российских технических вузах

LMS	Технические вузы
Moodle	УГАТУ, МГУ, МФТИ, НГУ, ТПУ, ТГУ, КФУ, СФУ, МГТУ, МАИ, КНИТУ, ГУАП и др.
Coursera	МИФИ, СПбПУ
«Прометей»	МЭСИ, МГТУ, ОмГТУ, МАИ
«Лекториум»	СПБПУ
«ДОЦЕНТ»	РХТУ, МИФИ, ИГХТУ

Платформа LMS Moodle

Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) — это виртуальная система управления обучением. Данная платформа распространяется полностью бесплатно, она дает возможность создавать собственные веб-сайты для онлайн-обучения с интерфейсом, подстраиваемым под любые требования образовательного процесса, что возможно благодаря открытому исходному ее коду и встроенной системе разработки курсов, допускающей использование современных информационных технологий.

Согласно данным⁴, сегодня LMS Moodle используют в 197 странах, в которых суммарно зарегистрировано 211 млн пользователей, 211 млн ресурсов, 2,66 млрд тестовых вопросов, 26 млн курсов и 160 тыс. сайтов. В Российской Федерации зарегистрировано 5554 сайтов. РФ входит здесь в первую десятку лидеров и занимает 8-е место по использованию LMS Moodle среди 197 стран.

LMS Moodle имеет интуитивно понятный интерфейс, позволяющий использовать широкий встроенный инструментарий для общения и совместной работы студентов с преподавателями путем использования различных функций управления документами и интегрированных приложений [6, с. 222].

Рассмотрим, какие возможности имеет СДО, построенная на платформе Moodle⁵. При создании образовательного сайта можно использовать любую из множества свободных тем, разработанных для Moodle, которые позволяют создать свой уникальный стиль и удобный для работы вид сайта.

При наполнении структуры курса дисциплины преподаватель может выбрать определенный вид структурного представления дисциплины. Так, например, в УГАТУ выбрана календарная структура, позволяющая учащимся планировать свою учебную работу и своевременно закреплять усвоенный материал в контрольные сроки, заложенные преподавателем.

Преподаватель имеет возможность мгновенного внесения изменений в любой модуль дисциплины. При этом хорошо реализована возможность добавления

⁴ Moodle Statistics. URL: <https://stats.moodle.org> (дата обращения: 26.06.2020).

⁵ Обучающая среда Moodle. URL: <https://docs.altlinux.org/ru-RU/archive/4.1/html-single/school-server/moodle/index.html> (дата обращения: 26.06.2020).

в электронный курс дисциплины различных элементов (они показаны на рисунке 4), в числе которых обязательно есть наиболее часто используемые на практике — лекция, задание, семинар, тест, Hot-pot и другие.

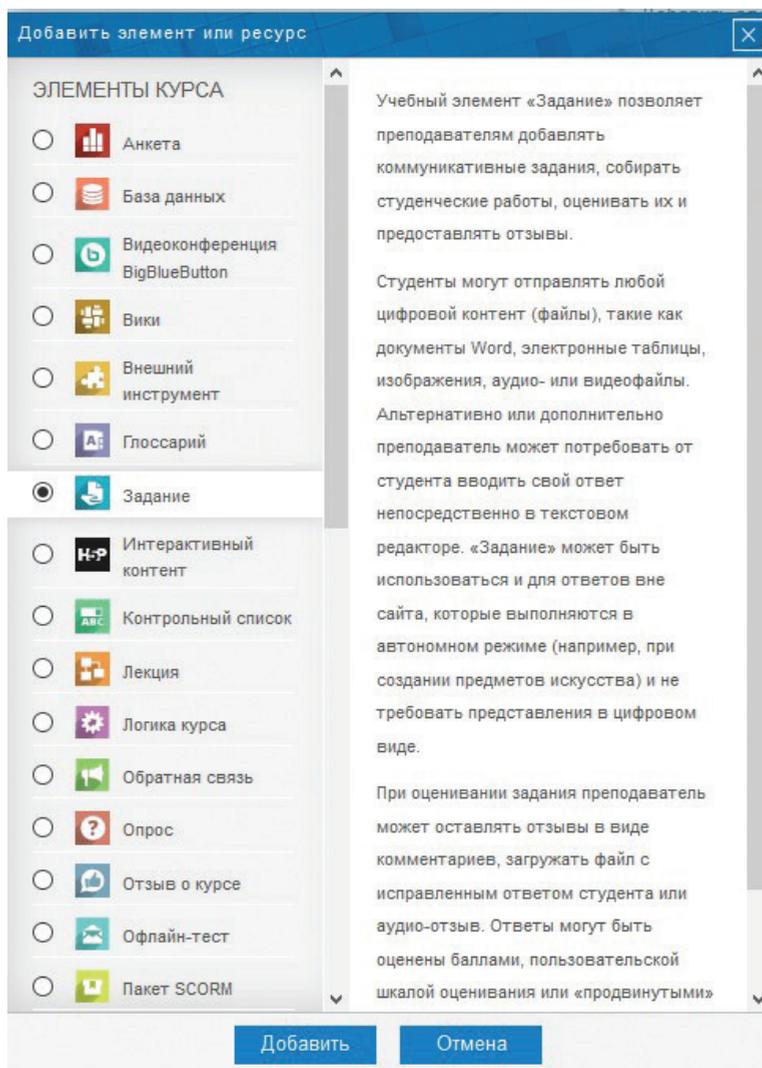


Рис. 4. Окно для добавления различных элементов курса дисциплины

Все дисциплины структурированы и находятся на собственных веб-страницах, что позволяет быстро получать информацию о последних изменениях контента данного курса.

Еще одним преимуществом LMS Moodle является эффективный менеджмент учебного процесса, благодаря которому имеется возможность использовать различные роли для отдельных групп пользователей с определенными заранее правами. Например, студентов можно объединять в различные виртуальные группы, для которых назначаются разные типы заданий с индивидуальными средствами контроля их выполнения в соответствии с заданными

сроками сдачи заданий и с возможностью получения сводного отчета о работе каждого студента.

Также в LMS Moodle встроен модуль для полноценной работы с любым текстом, в частности есть возможность ввода формул, таблиц, вставки рисунков и других графических объектов, позволяющих наглядно и быстро продемонстрировать особенности физических процессов или явлений.

Для расширения возможностей LMS Moodle можно использовать различные плагины и модули (табл. 2).

Таблица 2

Плагины и модули

Задача	Модуль	Реализация
Создание онлайн-курсов	iSpring Suite	Видеолекции, скринкасты, тренажеры, тесты, задания
Интеграция вебинаров через сервис видеоконференций	Zoom Meeting, Openmeeting, Big Blue Button, Global Chat	Вебинары
Загрузка файлов большого размера, хранение файлов	NextCloud	Файловые хранилища Dropbox, Google Drive, Мега, Яндекс. Диск, OneDrive и т. п.
Проверка знаний	JazzQuiz, QUESTOURnament	Интерактивные тесты и викторины в ходе онлайн-лекции
Формирование рейтингов	Level up!	Визуализация результатов работы студентов в группе, мотивирующая на достижение наилучших результатов
Создание сертификатов	Custom Certificate	Создание уникальных сертификатов в формате PDF
Контроль активности и прогресса учащихся	LA Enriched Rubric, Events Graphic Reports, Configurable Reports, My Feedback, Overview Statistic, Monitoring Learning Plans, Device Analytics	Оценка активности и успеваемости студентов
Мобильное приложение	Moodle Mobile	Приложение для смартфона на Android, iOS или Windows
Тайм-менеджмент	Checklist, Facetoface	Чек-листы, напоминания, подтверждения и т. п.

Как видно из таблицы 2, встраиваемые модули позволяют с использованием таймлайнов отслеживать активность работы студентов, создавая отчеты для преподавателя; объединять курсы дисциплин с системами вебкаонференций; предоставлять доступ к облачным сервисам; создавать онлайн-

опросы; генерировать сертификаты по результатам сдачи контрольных заданий и т. п. Кроме того, LMS Moodle можно использовать в мобильных приложениях, что дает возможность в любое время и в любом месте получить доступ к онлайн-курсу, не требуя при этом дополнительных ресурсов⁶.

Таким образом, благодаря высокой гибкости настроек и возможностям интеграции различных модулей в LMS Moodle вузы могут воплотить в жизнь большое количество интересных подходов к решению нестандартных задач современного дистанционного образования.

Виртуальное испытание двигателя

При обучении студентов технических специальностей в условиях пандемии остро встал вопрос организации проведения лабораторных работ, различных экспериментов и практик в дистанционной форме, так как LMS типа Moodle не могут на своей платформе реализовать этот механизм самостоятельно, без привлечения дополнительных модулей или плагинов. При этом для ряда сложных технических дисциплин необходимо обеспечить получение студентами специальных умений и навыков для качественного понимания ими физических процессов, протекающих в исследуемых объектах при проведении экспериментов в рамках лабораторных работ.

Так, например, одна из лабораторных работ, которую можно проводить в онлайн-режиме, в УГАТУ организована при помощи интерактивного испытательного стенда. Стенд включает газотурбинную силовую установку MiniLab от фирмы Turbine Technologies (рис. 5) [4, с. 50].



Рис. 5. Газотурбинная силовая установка MiniLab

Установка MiniLab состоит из турбореактивного двигателя (ТРД) SR-30 (см. рис. 6) и из стойки, в которой смонтированы система шумоглушения,

⁶ Про электронное обучение. Инструменты, технологии, методика, реализация... URL: <http://blog.uchu.pro/lms-moodle/> (дата обращения: 26.06.2020).

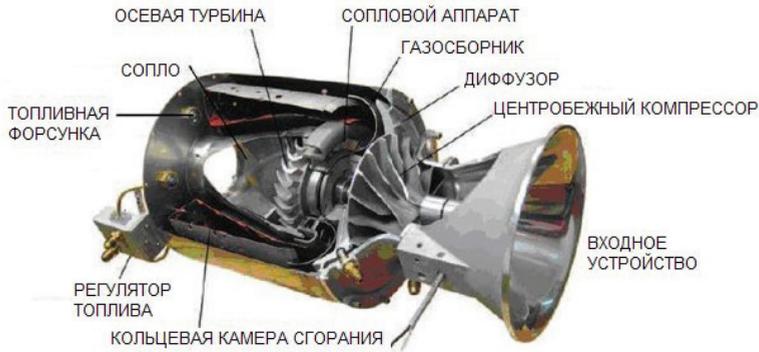


Рис. 6. Основные узлы ТРД SR-30

топливная и масляная системы. К стойке подключены датчики давления, температуры и тяги. Слева на рисунке 5 изображена шкаф-стойка, внутри которой расположены блоки сбора данных SCXI, объединенные в одном системном блоке PXI. Процесс испытания и его результаты выводятся на экран монитора и могут быть в режиме реального времени отображены для просмотра студентами.

На рисунке 7 приведена схема установки датчиков. Двигатель препарирован 13 датчиками: 5 датчиков давления (избыточное статическое), 5 датчиков температуры, 1 тахометр, 1 расходомер и 1 силомер для определения силы тяги. Информация со всех этих датчиков передается в шкаф-стойку, где происходит их преобразование и оцифровка [3, с. 26].

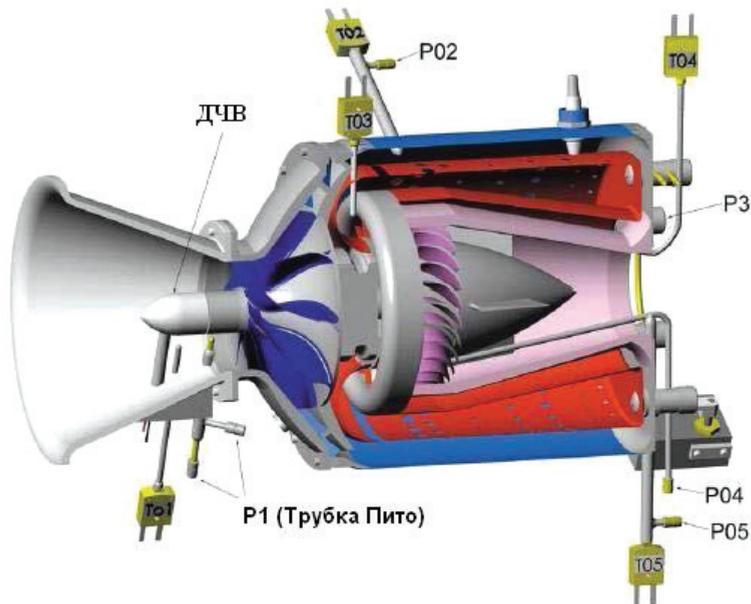


Рис. 7. Схема расположения датчиков

На рисунке 8 представлен виртуальный стенд, созданный в среде программирования LabView для автоматизации испытаний ТРД SR-30. Данный виртуальный стенд осуществляет контроль за всеми параметрами двигателя, собирает информацию с датчиков двигателя на жесткий диск контроллера NI PXI, а также осуществляет визуализацию процесса испытания двигателя с помощью окон графиков, стрелочных и цифровых индикаторов. Результаты испытания записываются в файл с частотой опроса датчиков 10 Гц. Также результаты испытаний двигателя можно наблюдать при помощи системы имитационного моделирования (СИМ) Dvign_Otladka2 [2, с. 123]. Топологическая модель двигателя SR-30 в СИМ представлена на рисунке 9.

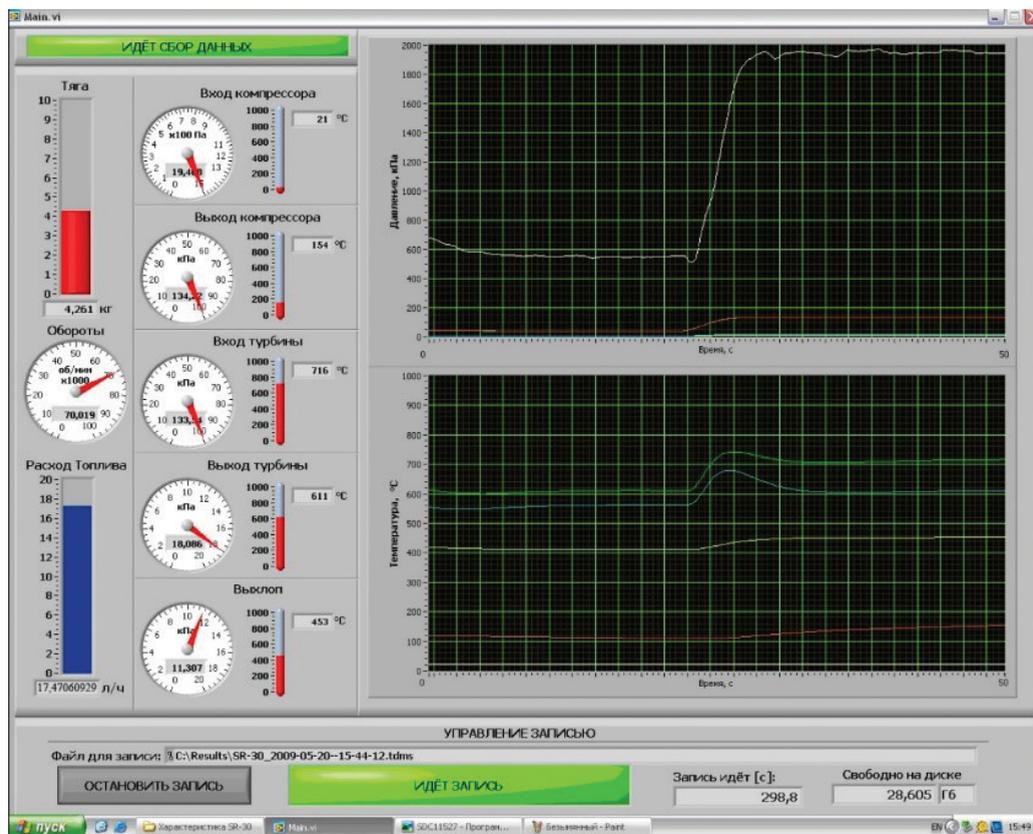


Рис. 8. Виртуальный стенд — рабочее окно программы сбора данных

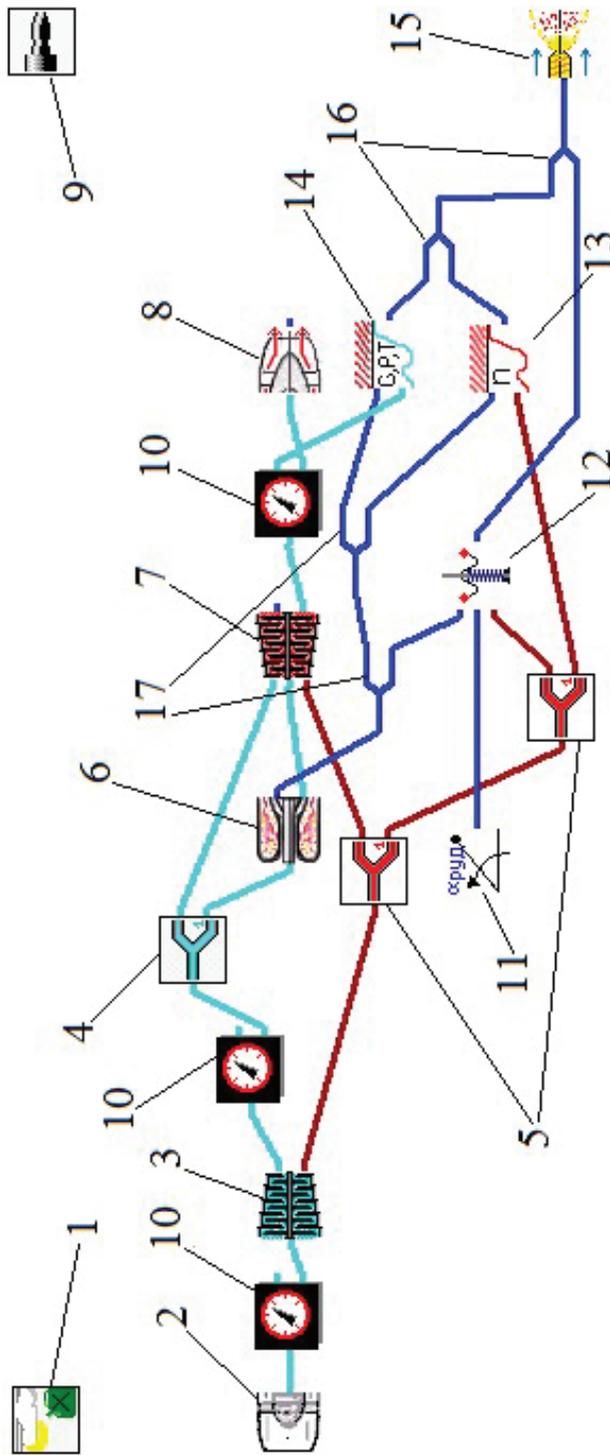


Рис. 9. Топологическая модель ТРД SR-30 и его системы автоматического управления:

1 — начальные условия, 2 — входное устройство, 3 — компрессор, 4 — отбор газа, 5 — отбор мощности, 6 — камера сгорания, 7 — турбина, 8 — реактивное сопло, 9 — реактивное сопло, 10 — общие результаты 10 — датчик, 11 — РУД; 12 — насос-регулятор, 13 — ограничитель предельных параметров (механический), 14 — ограничитель предельных параметров (газодинамический), 15 — подача топлива, 16 — смеситель информационных потоков, 17 — разветвитель информационных потоков

На рисунке 10 приведены результаты моделирования переходного процесса (изменение частоты вращения ротора n во времени t) с различными настройками насоса-регулятора. При моделировании идеального насоса-регулятора ($T_D = 0$ с, $T_K = 1000$ с) частота вращения ротора полностью соответствует частоте вращения, «навязываемой» автоматикой (без динамических запаздываний). При увеличении дифференцирующей постоянной времени $T_D = 0,4$ с переходный процесс протекает с запаздыванием (по сравнению с идеальным вариантом), автоматика не успевает корректировать расход топлива, по частоте вращения видны «забросы». При уменьшении колебательной постоянной времени T_K увеличиваются колебания частоты вращения, частота вращения колеблется вокруг идеальной (процесс с настройками $T_D = 0,063$ с, $T_K = 0,15$ с) [3, с. 27].

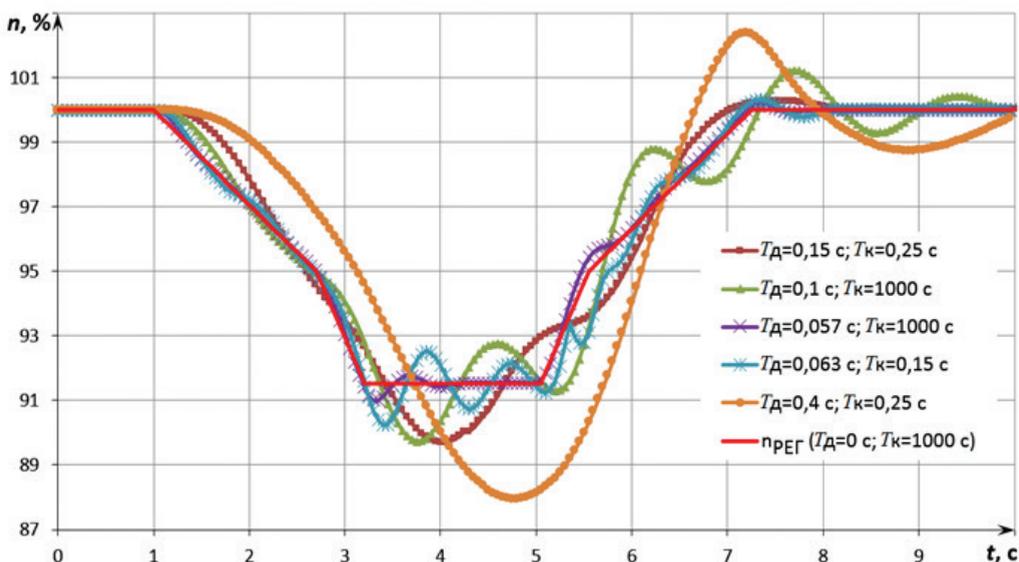


Рис. 10. Результаты моделирования переходного процесса (изменение частоты вращения ротора во времени) с различными настройками

На рисунке 11 приведено сравнение результатов моделирования и экспериментальных данных, записанных в процессе запуска ТРД SR-30 и выхода его на режим.

Относительная погрешность моделирования на установившихся режимах составляет 0,1–0,6 %, для переходного процесса — 0,9–6,9 %. Отклонения параметров модели от экспериментальных данных на режиме малого газа ($t = 50–108$ с) объясняются отсутствием точных данных о параметрах и характеристиках основных узлов и САУ двигателя и прогревом конструкции в процессе работы (и, следовательно, изменением характеристик основных узлов).

Таким образом, применяя описанный виртуальный стенд и СИМ, можно дистанционно изучать достаточно сложные процессы, протекающие в авиационных двигателях на переходных и установившихся режимах. При этом за счет

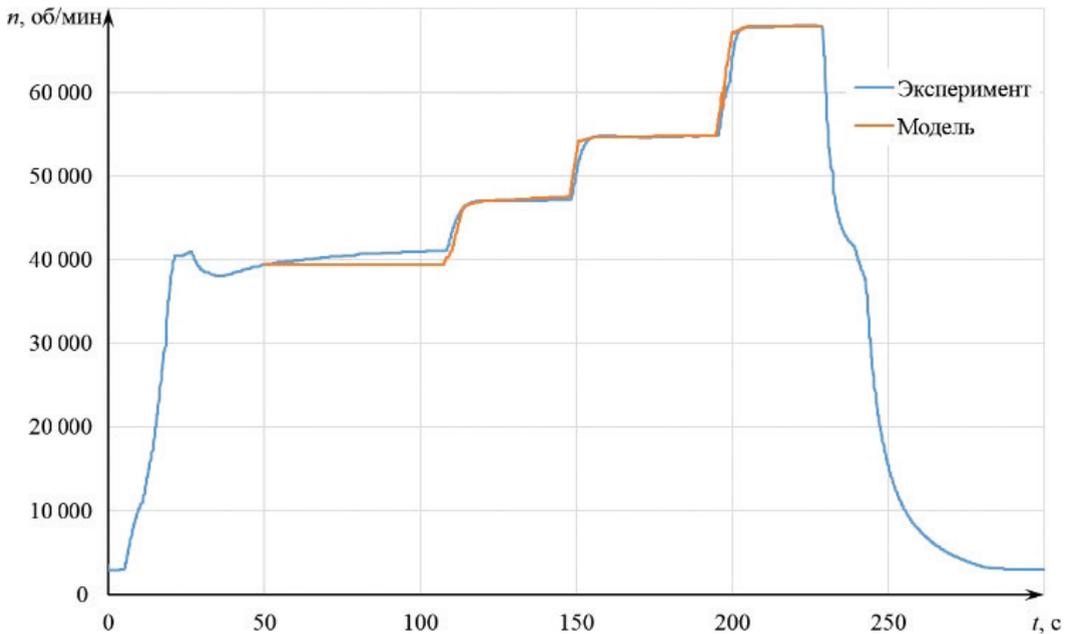


Рис. 11. Сравнение результатов моделирования и экспериментальных данных в процессе запуска SR-30 и выхода его на режим

достаточно высокой точности моделирования и высокой полноты получаемой информации (полный набор параметров потока за каждым из узлов) достигается высокая эффективность обучения.

Виртуальное исследование гидрогазодинамических процессов при помощи 3D-численного моделирования

Еще одним способом замены лабораторных работ, проводимых на экспериментальном оборудовании, является их моделирование при помощи различных программных комплексов. На рисунке 12 приведена фотография стенда для изучения адиабатического течения газа в канале постоянного поперечного сечения с трением [8, с. 18–19]. Также на этом рисунке приведены вектора скоростей в установке, полученные при помощи термогазодинамического моделирования течения в программном комплексе ANSYS CFX.

На рисунке 13 дана фотография стенда для исследования истечения газа из сосуда неограниченной емкости через суживающееся сопло. А на рисунке 14 представлены результаты моделирования этого процесса в ANSYS CFX [7, с. 84]. Видно, как воздух из окружающей среды заходит в сопло, вытекает из него, образуя затопленную струю. Также видно формирование струйного турбулентного пограничного слоя в рабочей части установки.

На рисунке 15 приведена фотография лабораторного стенда для исследования обтекания плоского клина сверхзвуковым потоком (модернизированный

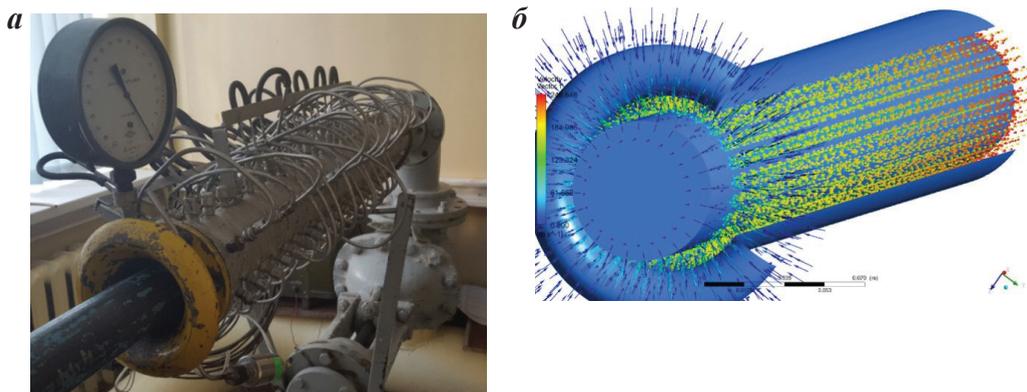


Рис. 12. Исследование дозвукового адиабатического течения с трением:
a — лабораторный стенд; *б* — результаты моделирования



Рис. 13. Стенд для исследования истечения газа через сопло

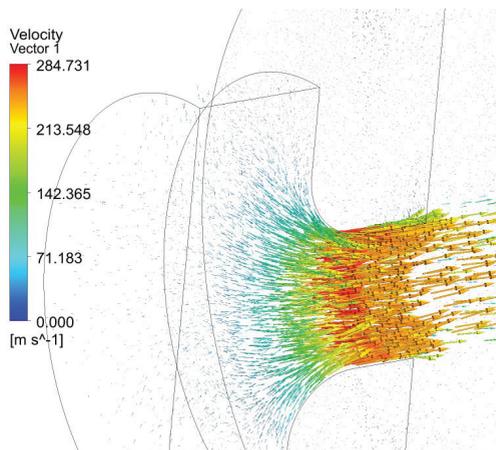


Рис. 14. Результаты моделирования истечения газа через сопло



Рис. 15. Стенд для исследования обтекания клина сверхзвуковым потоком

прибор Теплера). На рисунке 16 показаны результаты моделирования сверхзвукового течения газа в ANSYS CFX. На данном рисунке цветом выделены поля скоростей в установке. Число Маха в рабочей части установки достигает порядка 1,6. В области потока за клином видны скачки уплотнения и волны разряжения, генерированные самим клином. Видно, как они взаимодействуют друг с другом и отражаются от стенок установки.

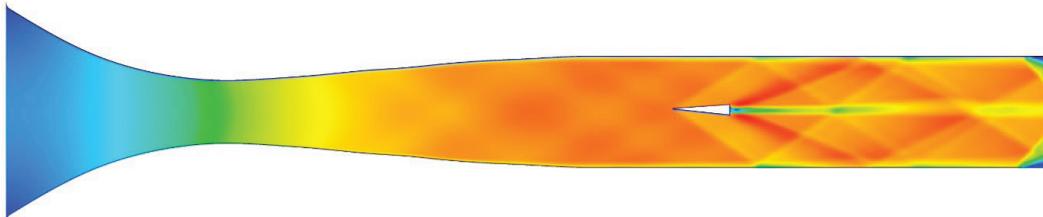


Рис. 16. Поля скоростей, полученные в результате моделирования обтекания плоского клина сверхзвуковым потоком (число Маха 1,6)

При замене полнатурного эксперимента численным моделированием появляется возможность более детально изучить протекающие в установке процессы, визуализировать параметры течения и разобраться во влияющих на процесс параметрах.

Заключение

В статье рассмотрены современные тенденции обеспечения перехода на дистанционное обучение в технических вузах. Выполнен обзор и анализ систем дистанционного образования, применяемых в различных отечественных и зарубежных технических университетах. Определены основные пути дальнейшего развития дистанционного образования, необходимые для успешного освоения студентами профильных дисциплин УГАТУ в ходе проведения виртуальных лабораторных работ, испытаний и экспериментов.

В качестве примера приведен успешный опыт УГАТУ в реализации замены натуральных экспериментов и лабораторных работ их численным моделированием в программном комплексе ANSYS CFX, когда за счет высокой полноты информации и возможности визуализации параметров течения достигается необходимый уровень понимания происходящих процессов и закрепления необходимых навыков. Относительная погрешность моделирования ТРД SR-30 при помощи СИМ Dvlgw_Otladka2 на установившихся режимах составляет 0,1–0,6 %, а в переходном процессе — 0,9–6,9 %, что позволяет при изучении профильных дисциплин студентами УГАТУ дистанционно использовать описанный виртуальный стенд и разработанную СИМ для изучения сложных процессов, протекающих в авиационных двигателях на переходных и установившихся режимах.

Мы полагаем, что опыт УГАТУ, изложенный в данной статье, позволит успешно решать основную задачу высшей школы по обеспечению непрерывного, качественного и эффективного процесса дистанционного обучения с использованием информационных технологий для проведения всех видов занятий в технических университетах, что особенно актуально в условиях пандемии.

Литература

1. Айдрус И. А. З., Асмятулли Р. Р. Мировой опыт использования технологий дистанционного образования // Высшее образование в России. 2015. № 5. С. 139–145.
2. Ахмедзянов Д. А. Методика проведения эксперимента для получения характеристик топливной автоматики одновального газотурбинного двигателя с использованием SCADA-системы / Д. А. Ахмедзянов и др. // Нефтегазовое дело. 2012. Т. 10. № 2. С. 121–125.
3. Ахмедзянов Д. А. Экспериментальное исследование статических и динамических характеристик газотурбинных двигателей на автоматизированных лабораторных установках SR-30 и TJ-100 при различных алгоритмах управления двигателем / Д. А. Ахмедзянов и др. // Молодой ученый. 2013. № 3 (50). С. 26–34.
4. Ахмедзянов Д. А., Кишалов А. Е., Суханов А. В. Обмен данными между SCADA-системой и системой имитационного моделирования авиационных двигателей в процессе испытаний // Молодой ученый. 2011. Т. 1. № 8 (31). С. 50–53.
5. Богданов В. В. Дистанционное обучение — цели, задачи, особенности, характеристика, проблемы // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. 2003. № 1. С. 82–84.
6. Иванова П. О. Преимущества LMS Moodle в сравнении с другими системами обучения e-learning // Вопросы методики преподавания в вузе: ежегодный сборник. 2014. № 3 (17). С. 219–223.
7. Кишалов А. Е., Игнатъев О. И. Моделирование струйных течений в ANSYS CFX // Молодежный вестник УГАТУ. 2013. № 2 (7). С. 82–89.
8. Клеванский В. М., Кишалов А. Е. Исследование адиабатического дозвукового течения газа с трением по каналу постоянного сечения: лабораторный практикум. Уфа: РИК УГАТУ, 2017. 69 с.
9. Сергеев А. Г., Немонтов В. А., Баландина В. В. Введение в электронное обучение. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. 182 с.

Literatura

1. Ajdrus I. A. Z., Asmyatulli R. R. Mirovoj opy`t ispol`zovaniya texnologij distancionnogo obrazovaniya // Vy`sšee obrazovanie v Rossii. 2015. № 5. S. 139–145.
2. Axmedzyanov D. A. Metodika provedeniya e`ksperimenta dlya polucheniya xarakteristik toplivnoj avtomatiki odnoval`nogo gazoturbinnogo dvigatelya s ispol`zovaniem SCADA-sistemy` / D. A. Axmedzyanov i dr. // Neftegazovoe delo. 2012. T. 10. № 2. S. 121–125.
3. Axmedzyanov D. A. E`ksperimental`noe issledovanie staticheskix i dinamičeskix xarakteristik gazoturbiny`x dvigatelej na avtomatizirovanny`x laboratorny`x ustanovkax SR-30 i TJ-100 pri razlichny`x algoritmax upravleniya dvigatelem` / D. A. Axmedzyanov i dr. // Molodoj ucheny`j. 2013. № 3 (50). S. 26–34.

4. Axmedzyanov D. A., Kishalov A. E., Suxanov A. V. Obmen dannymi mezhdu SCADA-sistemami i sistemami imitacionnogo modelirovaniya aviacionnyx dvigatelej v processe ispytaniy // Molodoj uchenyj. 2011. T. 1. № 8 (31). S. 50–53.
5. Bogdanov V. V. Distancionnoe obuchenie — celi, zadachi, osobennosti, xarakteristika, problemy // Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region. 2003. № 1. S. 82–84.
6. Ivanova P. O. Preimushhestva LMS Moodle v sravnenii s drugimi sistemami obucheniya e-learning // Voprosy metodiki prepodavaniya v vuze: ezhegodnyj sbornik. 2014. № 3 (17). S. 219–223.
7. Kishalov A. E., Ignat'ev O. I. Modelirovanie strujnyx techenij v ANSYS CFX // Molodezhnyj vestnik UGATU. 2013. № 2 (7). S. 82–89.
8. Klevanskij V. M., Kishalov A. E. Issledovanie adiabaticheskogo dozvukovogo techeniya gaza s treniem po kanalu postoyannogo secheniya: laboratornyj praktikum. Ufa: RIK UGATU, 2017. 69 s.
9. Sergeev A. G., Nemontov V. A., Balandina V. V. Vvedenie v elektronnoe obuchenie. Vladimir: Izd-vo VIGU, 2012. 182 s.

**D. A. Akhmedzyanov,
V. M. Kudoyarova,
A. E. Kishalov**

Realization and Development of the System of Distance Learning in Technical Universities

The article performed an overview of distance education systems (LMS) in technical universities and analysis, taking into account the experience of implementation and the concept of development of LMS in USATU. The article also provides an example of using a virtual bench for testing aircraft engines. The comparison of the simulation results in ANSYS CFX and the obtained experimental data from various hydro-gas-dynamic laboratory facilities is carried out. The relative error in the simulation of SR-30 turbojet engines in steady-state conditions is 0,1–0,6 %, and in the transition process 0,9–6,9 %, which allows you to remotely use the described virtual bench and the developed simulation system for studying complex processes flowing in aircraft engines in transitional and steady-state modes when studying specialized disciplines by students of USATU.

Keywords: distance education system; E-learning; LMS; Moodle; simulation system.