



**Гринберг Георгий Михайлович**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры систем автоматического управления Института космической техники Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

**Романов Дмитрий Валерьевич**, кандидат физико-математических наук, доцент базовой кафедры информатики и информационных технологий в образовании Института математики, физики и информатики Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск

## ДОБАВЛЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ АНИМАЦИИ ВЕКТОРНЫМ ЧЕРТЕЖАМ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КАК ИНСТРУМЕНТ СОЗДАНИЯ НАГЛЯДНОСТИ

В статье представлены некоторые научные взгляды на использование учебной наглядности в сфере современного технического образования как важной составляющей методики преподавания. В качестве одного из определяющих факторов интенсификации учебного процесса обосновываются средства динамической наглядности при описании сложных систем. Описан подход создания динамических наглядных пособий с помощью пакета утилит на языке Python, доступный для освоения и использования преподавателями учебных заведений.

**Ключевые слова:** принцип наглядности; статические и динамические наглядные пособия; компьютерная наглядность; проектирование.

### **Актуальность работы**

В процессе изучения беспрестанно меняющейся и усложняющейся техники и технологии у студентов технических специальностей зачастую возникают дидактические затруднения. На оказание помощи студентам в преодолении этих затруднений должно

быть направлено методическое мышление преподавателя технического вуза.

Методическое мышление преподавателя технического учебного заведения проявляется в определённом видении процесса конструирования и организации обучения по своему предмету и во многих отношениях



своеобразно. Это своеобразие проявляется в отборе средств, направленных на конструирование учебно-познавательной деятельности учащихся, в использовании средств наглядного представления содержания технического знания. Педагог профессиональной школы должен найти или спроектировать ясные, ёмкие и легкодоступные для понимания учащимися формы представления сущности технической идеи как результата мыслительной деятельности конструктора, изобретателя, инженера.

Ещё не так давно считалось, что слово педагога является универсальным средством обучения. Однако в процессе обучения словесное описание технической идеи обнаруживает свою невыразительность и громоздкость. Слово также не обладает наглядностью, поэтому педагог не может в объяснении одновременно охватить все элементы конструкции и подробно раскрыть физический принцип действия устройства [1].

К этому следует добавить, что для студентов ряд терминов, используемых в изучаемой дисциплине, по большей части ещё только будет наполнен содержанием. Недаром введение в дисциплину подразумевает знакомство с употребляемой терминологией.

Сказанное подводит к пониманию того, что словесное представление описания изучаемого процесса, явления, устройства необходимо дополнять другими формами для наглядности, например визуальной — в виде видеоряда — последовательности

изображений, сопровождающих текстовое описание. Совокупность изображений, дополняющих словесное описание чего-либо, если она придаёт процессу обучения новое качество, делает для обучаемого более понятной, наглядной работу с содержанием изучаемого предмета, раскрывает сущность изучаемых явлений и процессов, а потому востребована и преподавателем, и обучаемым.

Использование разнообразных вариантов сочетания слова и наглядности, по мнению Л.В. Занкова, значительно повышает эффективность восприятия учебной информации. «Если эффективность слухового восприятия информации составляет 15%, а зрительного — 25%, то их одновременное включение в процесс обучения повышает эффективность восприятия до 65%» [2].

В настоящее время компьютеры позволяют на новом уровне проводить визуализацию учебной информации, чего нельзя было сделать раньше.

Какое же новое качество приобретает принцип наглядности обучения при использовании компьютерных информационных технологий, в том числе и электронного учебника? Ответ на вопрос можно свести к следующим положениям.

— Средства современных информационных технологий существенно повышают уровень информативности самой визуальной информации, она становится ярче, красочнее, динамичнее. Огромными

возможностями обладают в этом плане технологии мультимедиа.

- В связи с тем, что при использовании современных информационных технологий коренным образом изменяются способы формирования визуальной информации, становится возможным создание «наглядной абстракции». Если традиционная наглядность обучения подразумевала конкретность изучаемого объекта, то при использовании компьютерных технологий становится возможной интерпретация существенных свойств не только тех или иных реальных объектов, но и научных закономерностей, теорий, понятий и их визуализаций.
- Благодаря современным компьютерным технологиям, мультимедийным возможностям компьютера можно не только во всех подробностях реализовать статические модели иллюстрации, но представить эти модели в динамике, то есть в движении [3].

Современный преподаватель должен использовать такое универсальное средство создания наглядности, каким является компьютер. Компьютеры не только способствуют дополнению словесной информации, но и сами являются носителями информации.

Необходимость совершенствования технической и технологической подготовки студентов выдвигает проблему использования компьютерных средств наглядности. Поэтому разработка простого инструментария,

позволяющего преподавателю самостоятельно использовать компьютер как средство создания и применения визуальной наглядности, является актуальной задачей.

## **Материалы и результаты исследования**

В основе процесса обучения любого вида лежит система принципов, каждый из которых выступает в качестве руководящих идей, нормы или правил деятельности, определяющих как характер взаимосвязи преподавания и учения, так и специфику деятельности преподавателя и обучающихся. Именно принципы служат ориентиром для конструирования определённого вида обучения. В качестве дидактических используют ряд принципов, один из которых — наглядность как заполнение пространства между конкретным и абстрактным в передаваемой информации [4].

Средства наглядности в техническом образовании являются важным элементом системы средств обучения и имеют свои особенности. Применение различных средств наглядности позволяет учащимся досконально изучить технические устройства, освоить технологические и практические навыки, успешнее подготовиться к предстоящей трудовой деятельности на производстве.

Одной из наиболее распространённых и широко применяемых форм наглядности является графическая



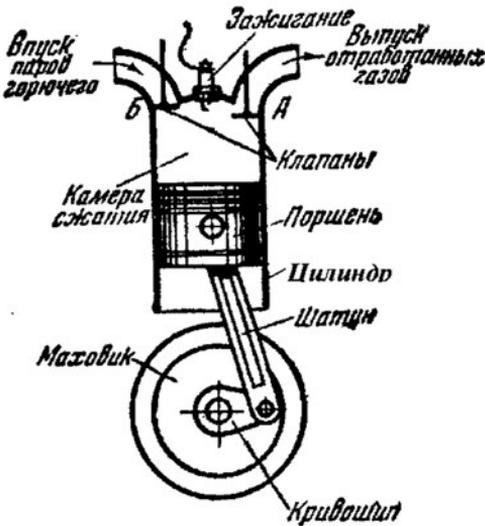
наглядность. По своей сущности она предназначена для формирования графических образов в сознании обучающихся. Выдающийся педагог высшей школы Н.Е. Жуковский придавал колоссальное значение геометрическим толкованиям и моделированию. В своих научно-методических трудах Н.Е. Жуковский писал: «Я из своего педагогического опыта знаю, как часто запоминаются формулы без усвоения стоящих за ними знаний. <...> В этом отношении геометрическое толкование, предпочтение геометрического доказательства аналитическому всегда приносит пользу. Если формулы и подстановки некоторыми из изучающих легко запоминаются, то так же скоро они исчезают бесследно из памяти; но раз усвоенные геометрические образы надолго западают в голову и живут в воображении изучающего» [5, С. 185].

Наиболее распространёнными наглядными средствами при изучении техники и технологии производства являются разнообразные схемы. В зависимости от основного назначения они подразделяются на следующие типы: блок-схемы (функциональные), принципиальные и монтажные. Каждая схема выполняет определённую функцию в изучении технической практики. Например, включение в опорный конспект блок-схемы позволяет показать состав элементов технической системы (части, основные узлы, блоки), а также взаимосвязь, взаимодействие между основными частями [1].

Однако по блок-схеме невозможно изучить конструкцию и принцип действия механизма или устройства. Для этого необходимо воспользоваться их принципиальными, кинематическими и конструкционными схемами, на которых в упрощённом виде с помощью условных обозначений изображаются узлы, звенья и кинематические пары технического объекта. Использование таких схем в процессе формирования технических знаний позволяет:

- произвести кинематический анализ изучаемого устройства, механизма;
- проанализировать составные части устройства, механизма;
- установить виды соединений и кинематических связей между составными частями;
- установить последовательность передачи движения от входа к выходу;
- изучить принцип действия технического объекта.

Без применения наглядных методов полноценное обучение невозможно. Наглядный образ сформируется легче и быстрее и будет более полным и прочным, если использовать наглядные методы обучения. Преподаватель может подробно рассказывать, например, о работе такого сравнительно простого устройства, как поршневой двигатель внутреннего сгорания (ПДВС), но полного представления о происходящих в ПДВС процессах только по словесному описанию без применения конструкционной схемы (рис. 1) студент не получит.



**Рис. 1.** Конструкционная схема поршневого двигателя внутреннего сгорания

Но статические наглядные пособия, к которым относятся и конструкционные схемы, показывают всю информацию об устройстве одновременно. То есть обучаемый видит составные части устройства как зафиксированные в каком-то определённом положении относительно друг друга, и весь ход происходящих в устройстве процессов от начала до конца он должен выстраивать в своём воображении, что скрывает динамизм восприятия.

Студентам необходимо проявить усилие произвольного внимания, чтобы заставить статический образ «двигаться», раскрывая во временной последовательности, соответственно логическому ходу мысли, свои особенности, качества и свойства. Наиболее адекватно отразить технические и технологические процессы позволя-

ют динамические наглядные пособия (ДНП), способные моделировать рассматриваемые явления в динамике. Такие пособия позволяют увидеть изучаемые явления и предметы в движении, рассмотреть общий вид и детали изучаемого объекта в их взаимосвязи, а также в необходимой дидактической последовательности. ДНП — это специальные средства обучения, содержащие учебную информацию в изменении, определённом специфической рассматриваемых технологических процессов и устройств. Их важной функцией является также дидактическая последовательность, способствующая решению определённых учебных задач, нацеленных на повышение эффективности и качества обучения. Наиболее общим назначением ДНП является замещение оригинала для изучения одной или нескольких его функций. В конструкцию пособия закладываются наиболее характерные свойства объекта, которые хорошо известны преподавателю, но неизвестны студенту [6].

### **Методика (технология) создания динамических наглядных пособий**

Итак, мы определились, что использование динамических наглядных пособий способствует повышению качества организации образовательного процесса.

В настоящее время уровень и качество профессионально созданного для обучения школьников и сту-



дентов медийного материала существенно превосходит уровень, доступный учителям и преподавателям, разрабатывающим такой материал самостоятельно. Однако профессионально созданный материал не всегда по ряду причин доступен и не всегда подходит для решения поставленной конкретной дидактической задачи. Создание же самостоятельно учебным заведением полноценного видеоматериала или интерактивных компьютерных моделей — задача уровня администрации и требует довольно продолжительного времени [7].

В представленной работе показан альтернативный общепринятому в настоящее время подход создания динамических наглядных пособий, позволяющий создавать ДНП силами самих преподавателей. В качестве исходного материала используется уже имеющийся или специально создаваемый массив векторных изображений изучаемых устройств (чертежи, макеты, САД-файлы). Раньше для извлечения и анимации таких данных из контент-контейнеров требовалось специальное программное обеспечение (ПО), гарантирующее поддержку требуемого функционала. В настоящее время низкоуровневый функционал перенесён в отчуждаемые от пакетов библиотеки, причём реализуемые ими протоколы и спецификации открыты, а скриптовые языки (языки сценариев Python, Lua и др.) и среды работы (Octave, MathLab) предоставляют комфортный стабильный доступ к этим библиотекам.

В результате вместо толстого клиента (специализированного ПО) можно написать набор утилит, позволяющий проанализировать любой векторный рисунок, разделить его на слои и анимировать их как части физической системы произвольного уровня сложности. При наличии готовых скриптов сама модель системы создаётся разработчиком в течение часа-двух работы и выливается в компактный, отчуждаемый и высокочитаемый код, представляющий к тому же самостоятельную ценность.

В предлагаемом подходе к созданию динамических демонстраций преподавателю необходимо выполнить следующие действия:

- 1) выбрать тему демонстрации (далее выполняемые действия будем рассматривать на примере «поршневой двигатель внутреннего сгорания»);

- 2) осуществить обзор теоретического материала по выбранной теме;

- 3) создать или найти в Интернете подходящее изображение-основу (рис. 2);

- 4) скачать картинку, выполненную в любом векторном формате, например SVG (рис. 3);

- 5) применить набор утилит, позволяющих выполнить анализ подлежащей «оживлению» картинки (см. рис. 3) и разделение её на слои с последующим их анимированием как части единой физической системы. Для этого можно использовать любое существующее и подходящее ПО. Например, для SVG-изображения достаточно:

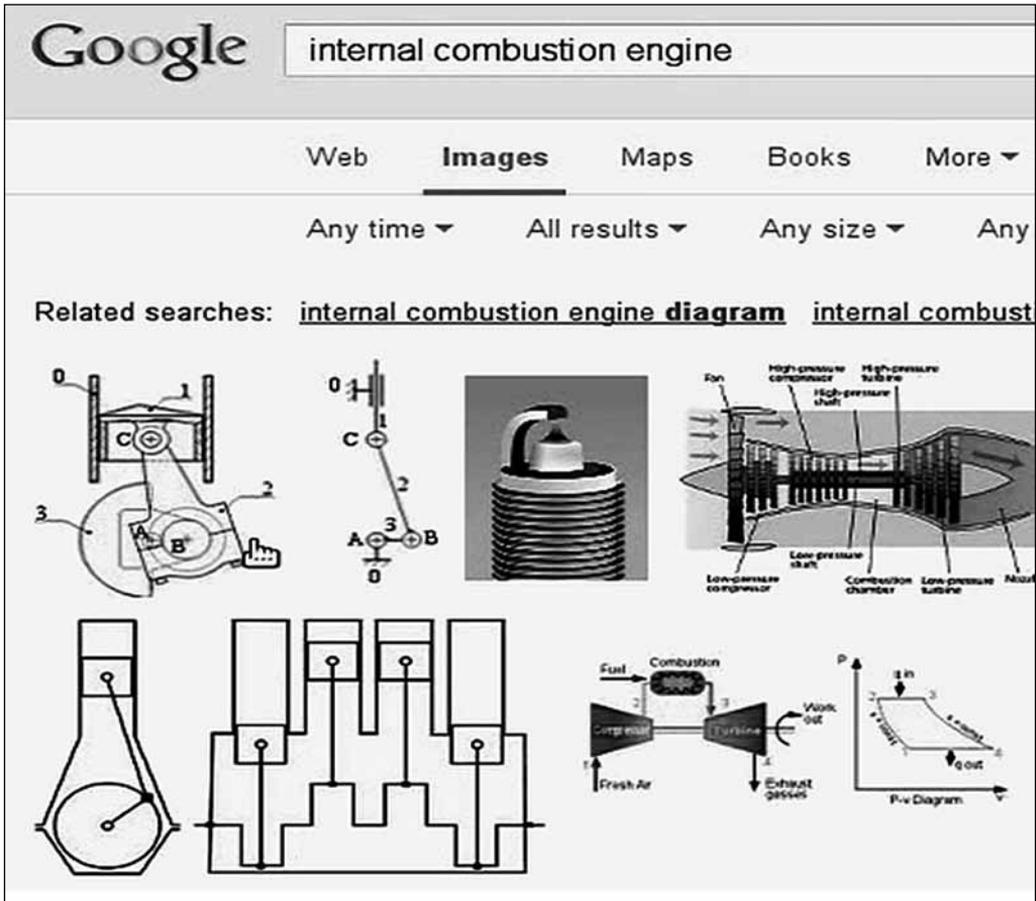
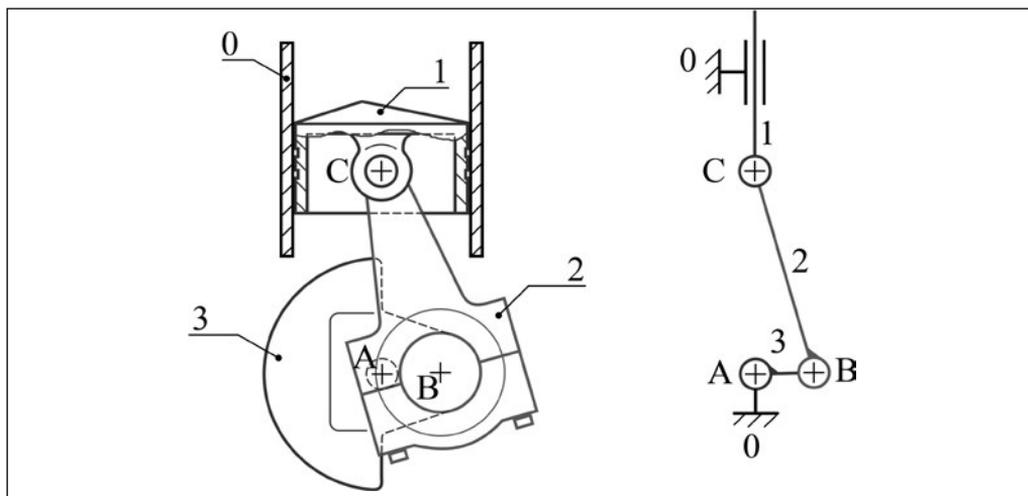


Рис. 2. Схематические изображения двигателей внутреннего сгорания

- в редакторе InkScape сгруппировать отдельные детали в слой;
- дать слоям имена-метки: деталям — вида **деталь::**, точкам — **POINT::**;
- выполнить автоматический разбор «оживляемого» устройства готовым скриптом;
- запустить полученный макет в утилите воспроизведения и демонстрации;

- добавить программно все необходимые степени свободы;
- прописать необходимые связи (физические законы любой степени сложности).

В итоге в среде демонстрации получаем и анимацию — непрерывную последовательность перемещения элементов звена поршень-шатун-коленчатый вал относительно поршня и друг друга (фрагменты этой последовательности показаны на рис. 4), и интерактивную



*Рис. 3. Статическая конструктивная схема узла—цилиндр—поршень—шатун—коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания*

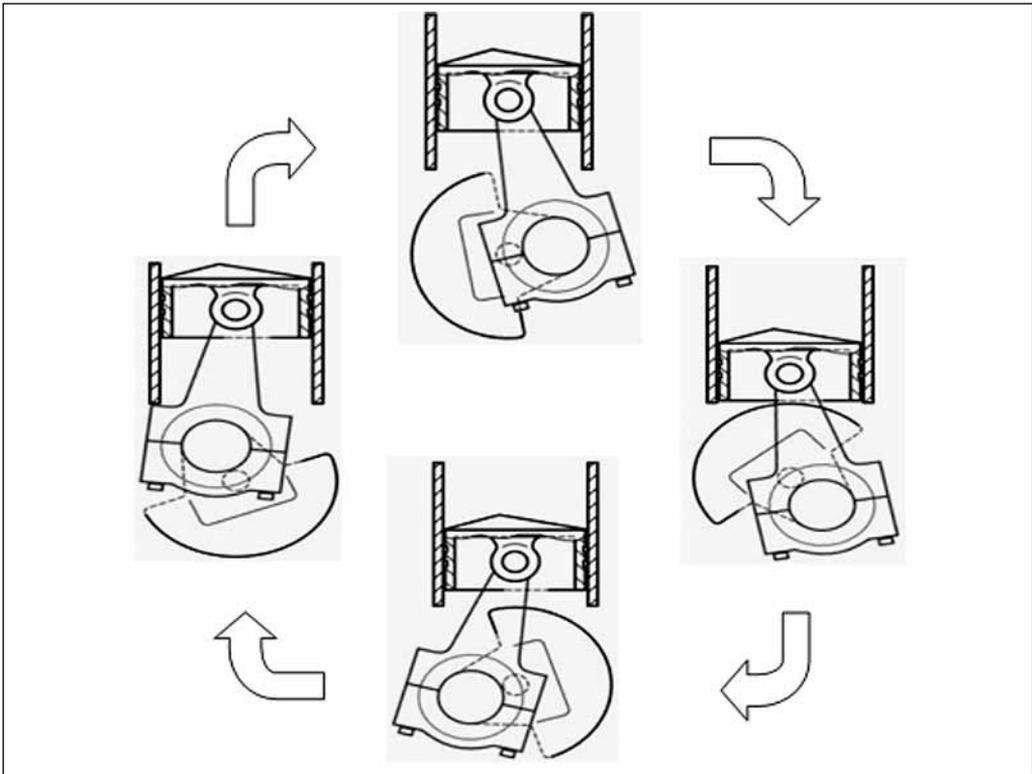
модель — с любой частью системы можно взаимодействовать, к примеру, потянув мышкой или ударив щелчком.

## Выводы

В технических вузах существует значительное количество материала, сегодня легко экспортируемого в векторный формат, таких как САD-модели устройств и сооружений. Большое количество схем уже создано и доступно посредством сети Интернет. Предложенный подход позволяет превратить такой рисунок в модель любой степени сложности: от простого механизма уровня часовых шестерёнок до систем с нелинейной обратной связью и реакцией на воздействие. Добавление таких дидактических элементов позволит крайне ясно продемонстрировать как

разделение изучаемой системы на элементы, так и её поведение в целом. Использование языка программирования Питон для описания динамики системы позволяет создавать модели любого уровня сложности вне зависимости от ограничений исходной среды создания материала.

Широкое использование «оживления» того или иного вида иллюстраций в трудном для понимания учебном материале, требующем наглядного разъяснения, иллюстрирования, позволят улучшить восприятие, понимание и усвоение сложного изучаемого материала, сократить время обучения студента, повысить эффективность учебно-познавательной деятельности в целом. Ориентация на использование в процессе обучения разнообразных средств наглядного представления соответствующей учебной информации в динамике



*Рис. 4. Фрагменты динамической конструкционной схемы узла цилиндр-поршень-шатун-коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания*

отвечает одному из основных в дидактике принципов обучения — принципу наглядности.

Предлагаемый подход к созданию компьютерной динамической наглядности не конкурирует с существующими программными пакетами, так как занимает нишу легко создаваемых и физически полных моделей для решения сиюминутных задач обучения с акцентом на лёгкость последующей доработки и передачи потребителям созданного программного обеспечения и материалов.

Тем не менее преподаватель получает инструмент, позволяющий разрешить противоречие между «динамическими компонентами» изучаемого материала и используемыми статическими средствами предъявления этого материала.

Авторы имеют опыт создания интерактивных анимаций [8] и считают, что предлагаемое решение позволит высвободить творческий потенциал носителей преподаваемого знания — оставшихся активными учителей школ и преподавателей вузов.



## ЛИТЕРАТУРА

1. *Эрганова Н.Е.* Методика профессионального обучения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Е. Эрганова. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 160 с.
2. *Занков Л.В.* Наглядность и активизация учащихся в обучении / Л.В. Занков. — Москва : ГУПИ МП РСФСР, 1960.— 312 с.
3. *Краснова Г.А., Беляев М.И., Соловов А.В.* Технологии создания электронных обучающих средств [Электронный ресурс] / — М.: МГИУ, 2001. URL: <http://www.masters.donntu.org/2007/fgtu/dedich/library/krasnova2/index.htm>. (Дата обращения: 12.01.2018 г.)
4. *Реан А.А.* Психология и педагогика / А.А. Реан, Н.В. Бордовская, С.И. Розум. — СПб.: Питер, 2002. — 432 с.
5. *Жуковский Н.Е.* Полное собрание сочинений. Т. 9: Математика. Астрономия. Речи. Доклады. Характеристики и биографии / Под редакцией проф. А.П. Котельникова. — М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР, Главная редакция авиационной литературы, 1937. — 450 с.
6. *Дегтяренко, В.М.* Динамические наглядные пособия как средство технологической подготовки студентов индустриально-педагогических факультетов педвузов: автореф. дис. ... канд. пед. наук (13.00.02) [Электронный ресурс] / Дегтяренко Виктор Михайлович; Московский ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени государственный педагогический институт имени В.И. Ленина. — Москва, 1989. URL: <http://nauka-pedagogika.com/pedagogika-13-00-02/dissertaciya-dinamicheskie-i-naglyadnye-posobiya-kak-sredstvo-tehnologicheskoy-podgotovki-studentov-industrialno-pedagogicheskikh-fakul>. (Дата обращения: 10.01.2018 г.)
7. *Гринберг Г.М.* Способ создания интерактивных демонстраций, предназначенных для формирования инженерного мышления / Г.М. Гринберг, Д.В. Романов // Решетневские чтения : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию Сиб. гос. аэрокосмич. ун-та им. акад. М. Ф. Решетнева, 10–14 нояб. 2015, г. Красноярск : в 2 ч. / под общ. ред. Ю.Ю. Логинова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. — Красноярск, 2015. — Ч. 2. — С. 470—472.
8. *Гринберг Г.М.* Организация лабораторного практикума с применением информационно-коммуникационных технологий / Г.М. Гринберг, Д.В. Романов // Решетневские чтения: материалы XVIII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения генер. конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева, 11–14 нояб. 2014, г. Красноярск: в 3 ч. Ч. 3. Практико-ориентированное обучение в профессиональном образовании: проблемы и пути развития : материалы Науч.-практ. конф., проводимой в рамках XVIII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения генер. конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева / под общ. ред. Ю.В. Ерыгина; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. — Красноярск, 2014. — С. 290—295.