

ИННОВАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ

Н. И. Наумкин, А. Н. Ломаткин

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва»,
г. Саранск, Республика Мордовия, Россия*

Рецензент д-р техн. наук, профессор М. Н. Чаткин

Ключевые слова: аддитивные технологии; интегрированный практикум; инновация; 3D-модель; 3D-сканер.

Аннотация: Рассмотрены вопросы подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности и возможность использования аддитивных технологий при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Прикладная механика». Разработан и реализован интегрированный лабораторный практикум по дисциплине «Прикладная механика», отражающий основные этапы инновационного цикла, на основе использования аддитивных технологий.

Развитая национальная инновационная структура является одним из необходимых условий обеспечения вхождения каждого государства, включая Россию, в число государств с новым технологическим укладом, а владение инновационной деятельностью инженерных кадров – залогом технического прогресса общества. В связи с этим, инновационная подготовка – важный и необходимый компонент обучения в инженерных вузах, что подтверждается содержанием образовательных стандартов. В ранее выполненных исследованиях показано, что такая подготовка подразумевает формирование у обучающихся компетентности в инновационной инженерной деятельности (ИИД). При этом под последней понимается *способность* применять знания, умения, навыки и личные качества для успешной деятельности в различных проблемных профессиональных либо жизнен-

Наумкин Николай Иванович – доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой основ конструирования механизмов и машин, e-mail: naumn@yandex.ru; Ломаткин Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва», г. Саранск, Республика Мордовия, Россия.

ных ситуациях. В свою очередь, компетентность в ИИД (**КИИД**) представляется как совокупность *компонентов*: 1) *знаниевого*; 2) *деятельностного*; 3) *мотивационного*; 4) *психологического (способностного)*; 5) *рефлексивного*. В основе формирования психологического, знаниевого и деятельностного компонентов лежит мотивационный компонент, а инструментарием реализации рефлексивного, мотивационного, знаниевого и психологического компонентов является деятельностный компонент, и оценивать уровень сформированности КИИД следует, измеряя степень владения составом данного компонента. Рассмотрим особенности формирования деятельностного компонента, владение которым является интегральным показателем уровня сформированности КИИД, при реализации лабораторного практикума по механике.

Название «лабораторная работа» происходит от латинских слов *labor* и *laboro*, что соответственно означает труд, работа, трудиться, стараться, хлопотать, заботиться, преодолевать затруднения. В связи с этим, лабораторный практикум является одной из форм практического обучения студентов в вузе и с давних времен связан с применением умственных и физических усилий по изысканию ранее неизвестных путей и средств разрешения возникающих научных и жизненных задач [1 – 3].

Основной целью лабораторных занятий является практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемой дисциплины, овладение ими новейшей техникой экспериментирования в соответствующей отрасли науки, инструментализация полученных знаний (превращение их в средство для решения учебно-исследовательских, а затем реальных экспериментальных и практических задач), иными словами – установление связи теории с практикой.

По мнению С. И. Архангельского, главной задачей лабораторного практикума является установление связи теории и практики на основе экспериментальных исследований в специально оборудованных лабораториях [4]. К задачам практикума ряд авторов относит расширение кругозора студентов, формирование мотивации к изучению дисциплины, а также выполнение несложной творческой исследовательской деятельности и активизацию творческого потенциала – основы ИИД [5].

Анализируя влияние поставленной перед практикумом задачи на конечный результат обучения, можно сделать вывод, что практикум, «...выделяя в качестве приоритетной задачи при подготовке к лабораторным работам изучение вопросов теории, подтверждаемой в эксперименте, заставляет студента во время семестра систематически изучать теоретические курсы, позволяет поднять уровень его знаний. Все это систематизирует процесс обучения, облегчит усвоение материала, а значит, повысит степень профессиональной подготовки студента» [6, с. 57].

Лабораторный практикум направлен на формирование необходимых профессиональных умений. В ходе его реализации обучающиеся под руководством преподавателя или самостоятельно выполняют практическую работу с целью углубления и закрепления теоретических знаний, развития навыков самостоятельного экспериментирования. [7, с. 131]. На это также указывают Э. Г. Скибицкий, И. Э. Толстова и В. Г. Шефель [1] и другие исследователи.

Таким образом, одно из основных преимуществ лабораторных занятий в сравнении с другими видами аудиторной учебной работы состоит в том, что они интегрируют теоретико-методологические знания, практические умения и навыки студентов в едином процессе деятельности учебно-исследовательского характера. Соприкосновение теории и опыта, осуществляющееся в учебной лаборатории, активизирует познавательную деятельность студентов, придает конкретный характер изучаемому на лекциях и в процессе самостоятельной работы теоретическому материалу, способствует детальному и прочному усвоению учебной информации. Лабораторная работа требует от студента творческой инициативы, самостоятельного принятия решений, глубокого знания и понимания учебного материала. При выполнении большинства лабораторных работ студенту предоставляется возможность стать «сооткрывателем истины», что благоприятно сказывается на развитии познавательного интереса, или, что еще важнее – получить учебный инновационный продукт.

В монографии [8] предпринята попытка обобщить сведения о лабораторных работах по общетехническим дисциплинам и классифицировать их по следующим признакам: 1) видам объектов исследования (физические, виртуальные, комбинированные); 2) типу лабораторных работ (ознакомительные, иллюстративные, экспериментальные, проблемно-ориентированные, комбинированные); 3) форме проведения лабораторных работ (фронтальные, групповые, индивидуальные, комбинированные); 4) видам лабораторных работ (опережающие, последовательные, параллельные, смешанные).

В каждой такой лабораторной работе, включая традиционные, на основании фундаментальных законов, освоенных студентами при изучении естественнонаучных дисциплин, и научно-технических теорий, пройденных в рамках общетехнических дисциплин, происходит их интеграция и проявляются межпредметные взаимосвязи, инновационные подходы, способствующие развитию творческого потенциала. Таким образом, в лабораторном практикуме фундаментальные законы естественнонаучных дисциплин являются основой для изучения научно-технических теорий, реализованных в общетехнических дисциплинах и представленных в виде компьютерных расчетов эксплуатационных показателей машиностроительных деталей и моделей для изучения физико-технических процессов, возникающих в машинах и механизмах.

В классификацию, представленную в монографии [8] следует добавить еще два классификационных признака (рис. 1): степень эффективности подготовки к ИИД (традиционная, частично-инновационная, инновационная); 2) степень интеграции (интегрированная, частично-интегрированная, традиционная).

Первый признак указывает на возможность работы вносить определенный вклад в формирование КИИД; второй – характеризует степень интеграции работ, объединенных в рамках конкретной темы (зубчатые механизмы, рычажные механизмы и др.) решаемой задачи (синтеза, анализа, проектирования механизмов и др.). В данном случае – это возможность

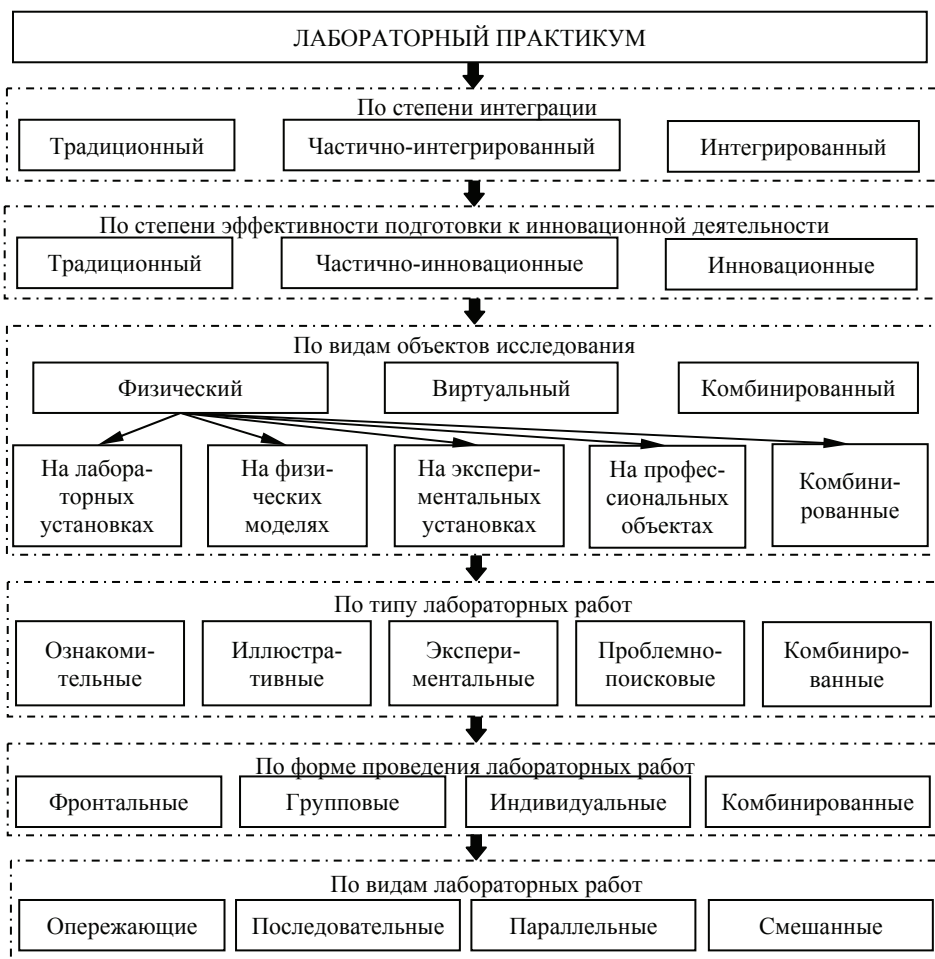


Рис. 1. Классификация лабораторных работ

физического моделирования частично или полностью инновационного цикла (анализ существующего технического уровня, синтез нового технического решения, проектирование и конструирование, изготовление) и реализуемая в рамках практикума, в течение периода обучения времени, в лабораторных условиях. Как показал анализ известных исследований по инновационной подготовке, вовлечение студентов во все этапы инновационного цикла, особенно цикла по получению материального инновационного продукта (**МИП**), наиболее эффективно формирует у них КИИД.

Примером такой интеграции может служить разработанный и реализованный в ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва» интегрированный лабораторный практикум по прикладной механике с использованием аддитивных технологий, появившихся в конце 1980-х гг., в основе которых лежит изготовление объекта по данным цифровой модели путем послойного добавления материала.

Такой практикум включает в себя несколько этапов выполнения отдельных модулей лабораторных работ от начала изучения до получения готового продукта (изделия) с использованием аддитивных технологий (рис. 2).

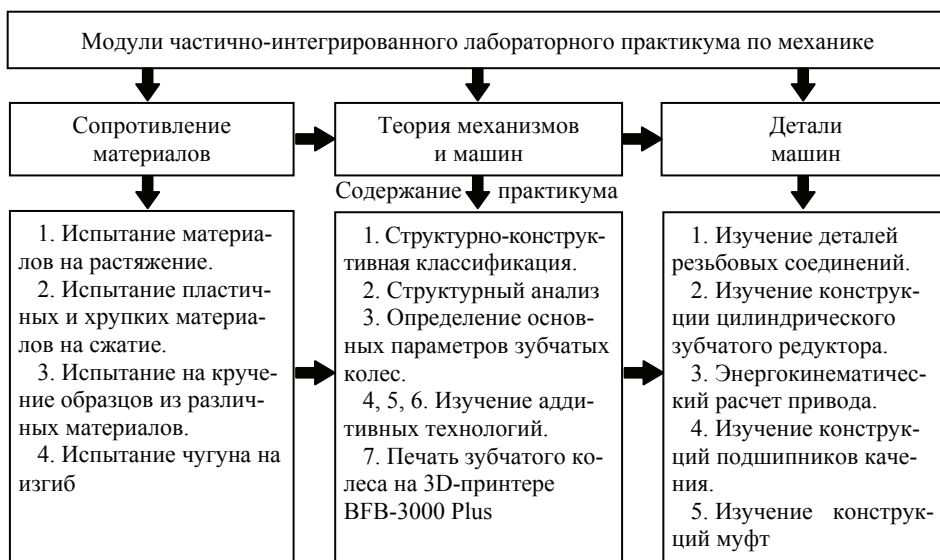


Рис. 2. Структура частично-интегрированного лабораторного практикума по дисциплине «Прикладная механика»

Рассмотрим более подробно проектирование содержания лабораторных работ модуля «Теория механизмов и машин», используя основные дидактические принципы структуризации и генерализации материала. На рис. 3 представлены этапы выполнения лабораторных работ данного модуля.

Первый этап включает выполнение лабораторных работ № 1 и 2, в которых изучаются структурно-конструктивная классификация механизмов, виды механизмов их назначение, область использования и выполняется структурный анализ конкретного механизмы. К таким механизмам относятся в том числе и зубчатые механизмы.

При выполнении лабораторной работы № 3 «Определение основных параметров зубчатых колес с помощью инструментов» определяются основные параметры зубчатых колес, такие как: m – модуль, Z – число зубьев, α – угол профиля исходного контура, все остальные показатели рассчитываются по соответствующим формулам, на основе указанных параметры. В этой же работе проводится проектирование 3D-модели зубчатого колеса в программе Компас-3D (рис. 4, 5).

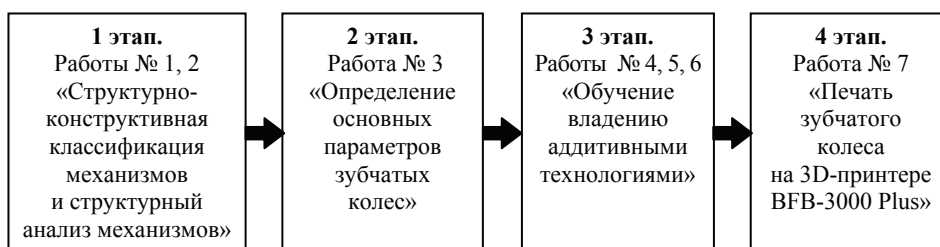


Рис. 3. Этапы выполнения лабораторных работ модуля «Теория механизмов и машин»

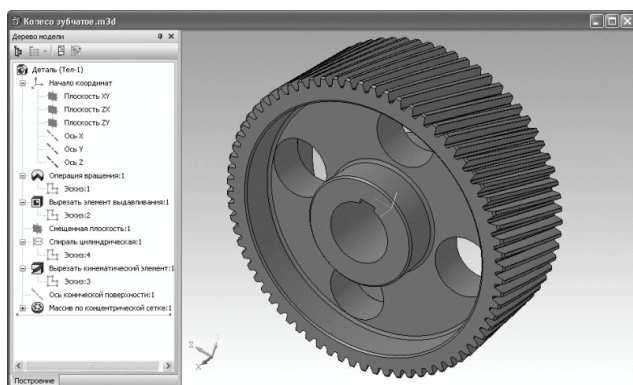


Рис. 4. Проектирование 3D-модели зубчатого колеса

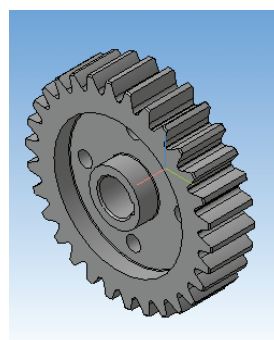


Рис. 5. 3D-модель зубчатого колеса

В ходе выполнения лабораторных работ 3-го модуля: № 3 «Ознакомление с технологиями и оборудованием быстрого прототипирования и тиражирования»; № 4 «Изучение принципа работы 3D-сканера (на примере Shining3D Optiscan-plus DM)», благодаря имеющемуся оборудованию студенты смогут ознакомиться с тем, как осуществляется полный инновационный производственный цикл на примере цифрового производства, увидеть все его этапы от момента создания идеи до ее реализации, а именно: 1) ознакомиться с основными видами 3D-сканеров и принципами сканирования, а также с программным обеспечением для сканирования в целях дальнейшего создания цифровых моделей объектов; 2) изучить основные принципы работы получения изделий при помощи 3D-печати на примере работы 3D-принтера BFB 3000 Plus для дальнейшего создания изделий на основе цифровых моделей; 3) получить представление о видах смесительно-заливочных установок и принципах получения изделий из полиуретана для дальнейшего создания силиконовых форм; 4) ознакомиться с технологиями вакуумного литья в силиконовые формы.

При выполнении лабораторной работы № 7 «Печать изделий из пластика на 3D-принтере BFB-3000 Plus» студентами самостоятельно выполняется распечатка сконструированного зубчатого колеса (рис. 6) на 3D-принтере BFB-3000 Plus, который оснащен тройным экструдером.

Для организации и методического обеспечения лабораторного интегрированного практикума по прикладной механике, в соответствии с вышепредставленными методами, методическими подходами и принципами, на основе единства и взаимодополнения основного курса (прикладная механика), элективных курсов, сопутствующей научно-исследовательской работой студентов, способствующей формированию у них



Рис. 6. Зубчатое колесо, напечатанное на принтере BFB-3000 Plus

КИИД, специально разработаны и изданы учебные пособия и учебно-методические указания [9]. Для контроля выполнения вышеописанных лабораторных работ и логически правильной оценки экспериментальных результатов, направленных на повышение качества, долговечности, надежности и конкурентоспособности деталей машин, разработана системы вопросов, которая позволяет на основе анализа этих результатов оценивать эффективность формирования у обучающихся инновационных компетенций.

Лабораторный практикум, спроектированный таким образом и реализованный в учебных группах направлений подготовки бакалавриата «Теплоэнергетика и теплотехника» и «Электроэнергетика и электротехника», будет в последующем распространен и на другие направления подготовки и другие дисциплины, включая как общепрофессиональные, так и профессиональные. Кроме того, планируется проектирование интегрированного практикума по специально спроектированным дисциплинам, в частности для магистрантов направления «Агроинженерия» по дисциплине «Технологии и средства быстрого прототипирования в машиностроении» [10]. Такой подход к проектированию дисциплин, наряду со специально направленными на инновационную подготовку (основ инновационной инженерной деятельности), обеспечит повышение эффективности формирования у обучающихся КИИД.

Таким образом, разработанный и реализованный интегрированный лабораторный практикум по дисциплине «Прикладная механика», отражающий все основные этапы инновационного цикла (постановка задачи – синтез технического решения – получение инновационного продукта), на основе использования аддитивных технологий (3D-проектирование, сканирование, печать) обеспечивает вовлечение студентов во все перечисленные этапы инновационного цикла по получению материального инновационного продукта. Это позволяет не только наиболее эффективно формировать у студентов КИИД, но и осваивать новые технологии шестого технологического уклада.

Список литературы

1. Старикова, Л. Д. Методика профессионального обучения: практикум / Л. Д. Старикова, Ю. С. Касьянова. – Екатеринбург : Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. – 131 с.
2. Ракитина, Е. А. Проблемы и перспективы использования интерактивных форм обучения в технических вузах / Е. А. Ракитина, А. И. Попов // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – № 1 (50). – С. 65 – 69.
3. Пучков, Н. П. Методологические аспекты подготовки студентов технических вузов к творческому саморазвитию / Н. П. Пучков, А. И. Попов // Инновации в образовании. – 2013. – № 7. – С. 53 – 60.
4. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / С. И. Архангельский. – М. : Высшая школа, 1980. – 368 с.

5. Беховых, Л. А. Оптика : лабораторный практикум / Л. А. Беховых, Ю. В. Беховых, Е. Г. Сизов. – Барнаул : Изд-во АГАУ, 2012. – 96 с.
6. Догадин, Н. Г. Усиление роли лабораторного практикума в теоретической подготовке студентов / Н. Г. Догадин // Физика в системе современного образования : труды 7-й Междунар. конф., Санкт-Петербург, 14 – 18 окт. 2003 г. : в 2 т. / ред. кол. С. В. Бубликов [и др.]. – СПб., 2003. – Т. 1. – С. 56 – 59.
7. Педагогический энциклопедический словарь / гл. ред. Б. М. Бим-Бад. – М. : Большая рос. энцикл., 2002. – 528 с.
8. Подготовка студентов национальных исследовательских университетов к инновационной инженерной деятельности на основе интеграции теоретического и практического обучения этой деятельности / Н. И. Наумкин [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та. 2014. – 140 с.
9. Лабораторный практикум по прикладной и технической механике : учеб. пособие / Н. И. Наумкин [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2003 – 132 с.
10. Введение в практикум по аддитивным технологиям / Н. И. Наумкин [и др.] ; под общ. ред. Н. И. Наумкина. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2015. – 80 с.

References

1. Starikova L.D., Kas'yanova Yu.S. *Metodika professional'nogo obucheniya* [Methodology of vocational training], Ekaterinburg: Izdatel'stvo Rossiiskog gosudarstvennogo professional'no-pedagogicheskii universiteta, 2013, 131 p. (In Russ.)
2. Rakitina E.A., Popov A.I. [Problems and Prospects of Using Interactive Forms of Education in Technical University], *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.N. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2014, no. 1 (50), pp. 65-69. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Puchkov N.P., Popov A.I. [Methodological aspects of students' training in a field of creative self-actualization in technical universities], *Innovatsii v obrazovanii* [Innovation in Education], 2013, no. 7, pp. 53-60. (In Russ.)
4. Arkhangel'skii S.I. *Uchebnyi protsess v vysshei shkole, ego zakonomernye osnovy i metody* [The educational process in higher education, its logical foundations and methods], Moscow: Vysshaya shkola, 1980, 368 p. (In Russ.)
5. Bekhovykh L.A., Bekhovykh Yu.V., Sizov E.G. *Optika: laboratornyi praktikum* [Optics: laboratory practice], Barnaul: Izdatel'stvo AGAU, 2012, 96 p. (In Russ.)
6. Dogadin N.G. [Strengthening the role of the laboratory workshop in the theoretical preparation of students], *Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniya* [Physics in the system of modern education], Proceedings of the 7th International Conference, St. Petersburg, 14-18 October 2003, St. Petersburg: Izdatel'stvo Rossiiskog gosudarstvennogo professional'no-pedagogicheskii universiteta, 2003, vol. 1 of 2, pp. 56-59. (In Russ.)
7. Bim-Bad B.M. (Ed.) *Pedagogicheskii entsiklopedicheskii slovar'* [Pedagogical Encyclopedic Dictionary], Moscow: Bol'shaya rossiiskaya entsiklopediya, 2002, 528 p. (In Russ.)
8. Naumkin N.I., Grosheva E.P., Shekshaeva N.N., Kupryashkin V.F., Panyushkina E.N. *Podgotovka studentov natsional'nykh issledovatel'skikh universitetov k innovatsionnoi inzhenernoi deyatelnosti na osnove integratsii teoreticheskogo i prakticheskogo obucheniya etoi deyatelnosti* [Preparation of students of national research universities for innovative engineering activities on the basis of integration of theoretical and practical training of this activity], Saransk. Izdatel'stvo Mordovskogo universiteta, 2014, 140 p. (In Russ.)

9. Naumkin N.I., Lomatkin A.N., Kupryashkin V.F. [et al.] *Laboratornyi praktikum po prikladnoi i tekhnicheskoi mekhanike* [Laboratory Workshop on Applied and Technical Mechanics], Saransk: Izdatel'stvo Mordovskogo universiteta, 2003, 132 p. (In Russ.)

10. Naumkin N.I., Pivkin D.V., Kupryashkin V.F., Bezrukov A.V., Eremkin I.V., Kil'myashkin E.A., Knyaz'kov A.S. *Vvedenie v praktikum po additivnym tekhnologiyam* [Introduction to the workshop on additive technologies], Saransk: Izdatel'stvo Mordovskogo universiteta, 2015, 80 p. (In Russ.)

Innovation-Oriented Integrated Workshop on Applied Mechanics

N. I. Naumkin, A. N. Lomatkin

*Ogarev Mordovia State University,
Saransk, Republic of Mordovia, Russia*

Keywords: additive technology; innovation; innovation competence; integrated workshop; 3D-model; 3D-scanner.

Abstract: The article focuses on the training of students for innovative engineering activities when performing laboratory works in the course “Applied Mechanics”. The ways of using additive technologies in the performance of laboratory works are described. An integrated laboratory workshop for the course “Applied Mechanics”, reflecting the main stages of the innovation cycle and based on the use of additive technologies, is developed and implemented.

© Н. И. Наумкин, А. Н. Ломаткин, 2017