

УДК 378::62+37.09:(514+744)
DOI 10.20339/AM.06-25.083

Р.Р. Анамова,
канд. техн. наук, доцент
МАИ (НИУ)
e-mail: anamova.rushana@yandex.ru
А.В. Рипецкий,
канд. техн. наук, доцент
МАИ (НИУ)
e-mail: a.ripetskiy@mail.ru
С.А. Леонова,
канд. техн. наук, доцент
МАИ (НИУ)
e-mail: 7562902@list.ru
Л.Б. Никишина,
ст. преподаватель
МАИ (НИУ)
e-mail: kaf904nik@mail.ru
В.Ю. Мищенко,
ст. преподаватель
МАИ (НИУ)
e-mail: vic103@mai.ru

ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В МАИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К БАЗОВОМУ ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

В статье рассказывается об изменениях, произошедших в геометро-графической подготовке студентов инженерно-конструкторских специальностей Московского авиационного института (национального исследовательского университета) в рамках участия в пилотном проекте по переходу на новую систему высшего образования – базового и специализированного высшего образования. Описаны изменения в структуре геометро-графического блока дисциплин, распределении трудоемкости освоения и методике преподавания. Описываются сложности, с которыми столкнулись методисты геометро-графических дисциплин, пути их преодоления, а также возможности, которые открылись в рамках участия в пилотном проекте.

Ключевые слова: начертательная геометрия, инженерная графика, техническое рисование, методика преподавания, базовое высшее образование.

TRANSFORMATION OF GEOMETRIC AND GRAPHIC DISCIPLINES IN MAI DURING THE TRANSITION TO BASIC HIGHER EDUCATION

Rushana R. Anamova, PhD, Docent, Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), e-mail: anamova.rushana@yandex.ru

Andrey V. Ripetskiy, PhD, Docent, Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), e-mail: a.ripetskiy@mail.ru

Svetlana A. Leonova, PhD, Docent, Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), e-mail: 7562902@list.ru

Larisa B. Nikishina, Senior lecturer, Moscow Aviation Institute (National Research University), e-mail: kaf904nik@mail.ru

Victor Yu. Mischenko, Senior lecturer, Moscow Aviation Institute (National Research University), e-mail: vic103@mai.ru

The article describes the changes that have occurred in the geometric and graphic training of students of engineering and design specialties of the Moscow Aviation Institute (National Research University) as part of participation in a pilot project to switch to a new system of higher education – basic and specialized higher education. Changes in the structure of the geometric-graphical block of disciplines, the distribution of the complexity of mastering and teaching methods are described. It describes the difficulties faced by methodologists of geometric and graphic disciplines, ways to overcome them, as well as the opportunities that have opened up as part of participation in the pilot project.

Keywords: descriptive geometry, engineering graphics, technical drawing, teaching methods, basic higher education

Введение

В настоящее время прослеживаются следующие тенденции, влияющие на многие сферы жизни российского общества, в том числе на образование:

1) стремительное развитие цифровой среды;

2) острая необходимость устранения технологического отставания страны от мировых лидеров в кратчайшие сроки.

Для достижения поставленных целей по технологическому лидерству правительство предпринимает меры по созданию новой национальной модели высшего об-

разования. С 1 сентября 2026 г. на обновленную систему высшего образования будут переведены все российские университеты. Московский авиационный институт — один из шести вузов-участников пилотного проекта по совершенствованию национальной системы высшего образования. В рамках пилотного проекта студенты МАИ получают базовое высшее образование (БВО) и специализированное высшее образование (СпецВО), идет трансформация основных образовательных программ и их апробация [1; 2].

При проектировании современных образовательных программ подготовки инженеров для авиационной и ракетно-космической промышленности делается акцент на:

- ♦ цифроориентированность;
- ♦ междисциплинарность содержания дисциплин;
- ♦ практикоориентированность;
- ♦ развитие управленческих компетенций (управление проектами, бизнес-мышление, управление жизненным циклом и др.).

Подготовка будущих инженеров должна осуществляться за счет основательной подготовки по фундаментальным дисциплинам, общепрофессиональной подготовки и получения студентами практических навыков за счет привлечения их в процессе обучения к решению реальных практических задач.

Далее рассмотрим, как перечисленные акценты влияют на трансформацию геометро-графического «блока» дисциплин и как переход к базовому высшему образованию в МАИ повлиял на содержание этих дисциплин и их трудоемкость.

Основная часть

Изменения в структуре блока геометро-графических дисциплин в связи с переходом на базовое высшее образование

При подготовке специалистов для авиационной и ракетно-космической отрасли изучению геометро-графических дисциплин отводится особое внимание. Это связано с тем, что геометрический облик летательных аппаратов (ЛА), их агрегатов и двигательных установок, а также ракетных установок довольно сложный. Очень часто геометрическая форма привязана к физическим процессам и влияет на функционирование рассматриваемого объекта. На любом уровне технологического развития и совершенства геометрическая форма в математической модели или физическом объекте — это то, с чем работают инженеры, технологи, маркетологи и ИТ-специалисты на всех этапах жизненного цикла высокотехнологичной продукции. В связи с этим геометро-графические дисциплины входят в обязательную часть учебного плана по инженерным специальностям (табл. 1). Усиленная

геометро-графическая подготовка позволяет сформировать у студентов готовность синтезировать геометрический облик элементов сложных технических систем в концепции парадигмы технологического лидерства.

Таблица 1

Место геометро-графических дисциплин в структуре учебного плана (на примере специальностей специалитета / программ БВО по специальности 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение», конструкторские специализации)

Временной период	Фрагмент учебного плана
До участия МАИ в пилотном проекте (2022/2023 уч. г. и ранее), специалитет	Блок 1 Дисциплины Обязательная часть Математика Физика Прикладная геометрия > Начертательная геометрия > Инженерная графика > Техническое рисование ... Физическая культура Элективные дисциплины Часть, формируемая участниками образовательных отношений ... Блок 2 Практики Блок 3 ГИА
В рамках участия МАИ в пилотном проекте (2023/2024 уч. г.), БВО	Блок 1 Дисциплины Обязательная часть Математика Физика Прикладная геометрия > Начертательная геометрия > Инженерная графика ... Физическая культура Элективные дисциплины Часть, формируемая участниками образовательных отношений ... Блок 2 Практики Блок 3 ГИА
В рамках участия МАИ в пилотном проекте (2024/2025, 2025/2026 уч. г.), БВО	Блок 1 Дисциплины Обязательная часть Профессионально-карьерный модуль Общеинженерный модуль ... > Начертательная геометрия > Инженерная графика ... Физическая культура Модуль цифровых компетенций Модуль гуманитарного мышления Модуль инженерных проектов Модуль перспективных технологий Элективные дисциплины Часть, формируемая участниками образовательных отношений ... Блок 2 Практики Блок 3 ГИА

С переходом к базовому высшему образованию геометро-графические дисциплины вошли в состав инженерного модуля (см. табл. 1), изучаются студентами на 1–2 курсе и подготавливают их к освоению последующих общепрофессиональных и специальных дисциплин. Компетенции и результаты освоения (табл. 2), формируемые в рамках освоения геометро-графических дисциплин, служат базой для изучения таких дисциплин, как «Детали машин и основы конструирования», «Метрология и стандартизация», «Основы проектной деятельности».

Таблица 2

Цели освоения
(на примере программ БВО по специальности
24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение»)

Дисциплина	Формируемые компетенции	Результаты освоения
Начертательная геометрия	Способен применять общеинженерные знания в профессиональной деятельности	♦ Знать основы проектирования и методы решения основных задач на плоскости. ♦ Уметь создавать чертежи пространственных образов на плоскости. ♦ Владеть навыками решения основных задач начертательной геометрии для трехмерного пространства
Инженерная графика	Способен разрабатывать техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью	♦ Знать основные правила выполнения и оформления чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД. ♦ Уметь разрабатывать чертежи деталей и сборочных единиц. ♦ Владеть навыками оформления, выполнения и чтения графических и текстовых конструкторских документов
Техническое рисование (после перехода на БВО – в составе инженерной графики)		♦ Знать правила и приемы выполнения технических рисунков. ♦ Уметь выполнять рисунки простейших геометрических тел и их сочетаний. ♦ Владеть навыками выполнения технических рисунков деталей и сборочных единиц

Следует отметить, что при переходе к базовому высшему образованию дисциплина «Техническое рисование» с целью оптимизации структуры учебного плана была объединена с дисциплиной «Инженерная графика». И здесь 2023/2024 уч. г. можно назвать своего рода «переходным» (см. табл. 1). Такое объединение предоставило методистам геометро-графических дисциплин больше свободы в части распределения сроков изучения тем и определения

перечня выполняемых заданий и их последовательности, что, безусловно, является положительным моментом. При этом количество выделенных на геометро-графические дисциплины часов не изменилось (табл. 3 и 4), однако увеличилась доля аудиторных занятий (с 56 до 60%), что подтверждает понимание важности изучения геометро-графических дисциплин. Практикоориентированность дисциплин обеспечивается наличием значительной доли практических занятий, курсовой работой в рамках изучения начертательной геометрии и формой контроля, предусматривающей выполнение студентами итогового контрольного задания в виде графической работы («Чертеж»).

Таблица 3

Распределение трудоемкости геометро-графических дисциплин до участия в пилотном проекте, 2022/23 уч. г.
(на примере специальности 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение», конструкторские специализации)
где

Наименование дисциплины	Се-местр	Трудоемкость, ак. ч.			КР	Форма аттестации	Общая трудоемкость	
		ЛК	ПЗ	СРС			З.Е.	ак. ч.
Начертательная геометрия	2	16	32	60	КР	Зо (Зачет с оценкой)	3	108
Инженерная графика	2	-	50	22	-	Ч (Чертеж)	4	144
	3	-	50	22	-	Ч (Чертеж)		
Техническое рисование	4	-	34	38	-	Ч (Чертеж)	2	72
ИТОГО:							9	324

Примечание. ЛК – лекции, ПЗ – практические занятия, СРС – самостоятельная работа студента, КР – курсовая работа.

Таблица 4

Распределение трудоемкости геометро-графических дисциплин в рамках участия в пилотном проекте
(на примере программ БВО по специальности 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение», конструкторские специализации)

Наименование дисциплины	Се-местр	Трудоемкость, ак. ч.			КР	Форма аттестации	Общая трудоемкость	
		ЛК	ПЗ	СРС			З.Е.	ак. ч.
Начертательная геометрия	1	32	32	44	КР	Зо (Зачет с оценкой)	3	108
Инженерная графика	2	-	64	44	-	Ч (Чертеж)	6	216
	3	-	68	40	-	Ч (Чертеж)		
ИТОГО:							9	324

Изменения в методике преподавания геометро-графических дисциплин в связи с переходом на базовое высшее образование

Научные геометрические школы, развивавшиеся на базе МАИ, считаются одними из сильнейших [3]. Отметим

выдающихся ученых, которые трудились в МАИ и занимались развитием геометро-графических дисциплин – Н.Ф. Четверухин (1891–1974), И.И. Котов (1909–1976), В.С. Левицкий (1902–1993), В.И. Якунин (1938–2017) и др. При обучении студентов МАИ – будущих инженеров авиационной и ракетно-космической промышленности – геометро-графическим дисциплинам всегда делался упор на специализированную подготовку, т.е. ориентацию на будущую специализацию обучающихся.

Классическая методика преподавания геометро-графических дисциплин в МАИ базируется на заданиях, разработанных опытными преподавателями-методистами кафедры «Инженерная графика» и апробированных в течение длительного времени (несколько десятилетий). Такие задания заставляют студента думать, анализировать, уметь применять изученный материал при решении нетривиальных задач повышенной сложности. Сильной стороной классической методики преподавания геометро-графических дисциплин является акцент на авиационную и ракетно-космическую отрасль при обучении, введение элементов специализации при выполнении графических заданий, но в доступной для обучающихся форме. Например, первая графическая работа, которую выполняют студенты при изучении инженерной графики – «Плоский контур» – содержит задание на построение сопряженных кривых. Такие кривые повсеместно используются в авиационной и ракетно-космической технике для построения обтекаемых форм, дающих уменьшение сопротивления, расхода топлива и увеличение скорости.

Безусловно, в большинстве российских вузов подходы к преподаванию графических дисциплин содержат в себе «код» 50-летней давности и «аналоговую» наследственность. Однако отказываться от многолетнего опыта и накопленных методик не представляется возможным, хотя бы в связи с тем, что новые методики нужно доработать и верифицировать, т.е. подтвердить их эффективность. Другой повод аккуратнее ломать старый фундамент – состояние и готовность к переменам промышленных предприятий отрасли, многие из которых в связи с импортозамещением находятся в состоянии перехода на российское инженерное программное обеспечение (ПО) [4]. Однако в связи с переходом на новую систему высшего образования в рамках пилотного проекта на кафедре «Инженерная графика» МАИ всё же выделились некоторые тенденции, связанные как с увеличением доли аудиторных занятий по дисциплинам, как отмечено выше, так и с более высокими требованиями к обязательной подготовке инженерных кадров, а именно:

1) разработка экспериментального набора альтернативных заданий, а также предоставляемых студенту для самостоятельного изучения учебных материалов, изменен-

ных по сравнению с классическими в сторону сокращения трудоемкости студента при сохранении формируемых результатов обучения;

2) трансформация геометро-графических дисциплин в части «стирания границ» (объединение дисциплин «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» в одну дисциплину, объединение инженерной графики с компьютерной, технического рисования с инженерной графикой);

3) увеличение доли компьютерного исполнения графических работ, замена ручного исполнения компьютерным;

4) введение группового (проектного) исполнения больших по трудоемкости графических работ;

5) создание цифровой образовательной среды.

Рассмотрим подробнее каждый из перечисленных пунктов.

Разработка экспериментального набора альтернативных заданий, направленных на сокращение трудоемкости студента при сохранении формируемых результатов обучения

Особенностью классических заданий, применяемых при изучении инженерной графики, являлось то, что в рамках одного задания студент закреплял знания по отдельно взятой новой теме и повторял изученные темы (например, на изучение правил выполнения разрезов отводилось отдельное задание – «Задача И», на изучение правил изображения деталей с ребром жесткости и повторение темы разрезов – «Задача Л»). В настоящее время приходится сокращать трудоемкость выполнения отдельных начальных графических работ, связанных с изучением основ ЕСКД, за счет их модификации, чтобы больше времени уделить графическим работам, связанным напрямую со специализацией. Например, две графические работы («Задача И» и «Задача Л») в качестве эксперимента объединены в одну – «Задачу К», содержащую деталь с ребром жесткости, для которой необходимо выполнить разрезы на чертеже. Таким образом, студенты изучают правила выполнения разрезов на чертеже и нюансы, связанные с выполнением разрезов для деталей, содержащих ребро жесткости, в рамках одной графической работы, а не двух, как это было ранее. Комплект авторских заданий «Задача К» был разработан одним из ведущих методистов кафедры «Инженерная графика» Пшеничниновой Н.В. и апробирован в течение последних нескольких лет при работе со студентами.

Из положительных результатов следует отметить, что время на изучение темы «Разрезы» действительно удалось сократить за счет сокращения трудоемкости выполнения графических работ, при этом всей информацией, которая необходима для формирования у студентов знаний в соответствии с требованиями рабочей программы дисципли-

плины, студент обеспечен. Однако у такого подхода есть и недостатки. Времени на закрепление материала на второй графической работе уже не остается, поэтому есть риск, что объем остаточных знаний по этой теме у студентов будет меньше. Для минимизации такого риска практикуется проведение рубежного контроля в форме контрольных работ и тестирования, что стимулирует студента уделять дома время для подготовки к занятию и чаще повторять пройденный материал.

Уровень сложности заданий подстраивается к уровню начальной подготовки студентов. Так, у многих студентов в школе по-прежнему отсутствует черчение. Как следствие, они испытывают проблемы с пространственным представлением объектов. При достаточном количестве часов на изучение геометро-графических дисциплин такие дефициты можно было бы восполнить в процессе обучения. Однако в условиях ограниченного объема часов это очень сложно. Следует отметить, что задачей развития пространственного воображения занимается по большей части такая дисциплина, как начертательная геометрия. Когда начертательная геометрия преподается не раньше инженерной графики, а параллельно с ней, то это затрудняет восприятие студентами учебного материала. В таких условиях изменение заданий в части их адаптации под студентов с недостаточно развитым пространственным воображением — реальная необходимость. Например, первое графическое задание, связанное с построением трех видов для детали, выполняется либо «с натуры», т.е. по реальной детали, которую студент может потрогать, посмотреть на нее с разных сторон, либо по двум видам, уже присутствующим в задании, и наглядному изображению (аксонометрии). Следует отметить, что при переходе к БВО рекомендуемая с методической точки зрения последовательность изучения геометро-графических дисциплин восстановлена и изучение начертательной геометрии предшествует изучению инженерной графики (см. табл. 4).

Часть имеющихся на кафедре заданий в рамках трансформации методики преподавания снабжаются пошаговыми инструкциями по выполнению, объясняющими технологию изготовления деталей и ее влияние на способ простановки размеров на чертеже (например, инструкции по выполнению эскиза детали типа «Штуцер» и «Литая деталь», разработанные методистами кафедры «Инженерная графика» Леоновой С.А. и Хотинной Г.К.).

Практикоориентированность обучения геометро-графическим дисциплинам также достигается за счет выполнения студентами эскизов и чертежей деталей и сборочных единиц реальных изделий с натуры и существовала на кафедре «Инженерная графика» всегда. Одно из таких заданий, которое студенты выполняют во втором семестре

изучения инженерной / инженерной и компьютерной графики — это оформление конструкторской документации сборочной единицы. В качестве сборочной единицы выступают устройства пневмогидроагрегатов ЛА — клапаны и вентили. Студенты института № 1 «Авиационная техника» также выполняют спецработы, в рамках которых оформляют комплект конструкторской документации на агрегат ЛА (например, элементы механической проводки управления).

Увеличение доли компьютерного исполнения графических работ

Для упомянутой выше специальности 24.05.07 «Самолето- и вертолетостроение» компьютерная графика в рамках геометро-графических дисциплин не предусмотрена, т.к. обучение студентов системам автоматизированного проектирования осуществляется на выпускающей кафедре. Однако для ряда других специальностей компьютерная графика изучается в рамках дисциплины «Инженерная и компьютерная графика». В МАИ классическая методика преподавания дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» в первом семестре изучения предполагает исполнение первых графических работ вручную. Затем часть графических работ, выполненных вручную, повторяется студентами уже на компьютере (создается 3D-модель и по ней ассоциативный чертеж). Такой подход позволяет, во-первых, закрепить изученный материал, во-вторых, почувствовать разницу ручного и компьютерного исполнения, необходимость отслеживания действий компьютера и контроля оформления чертежей в соответствии с ЕСКД при компьютерном исполнении, изучение настроек CAD-программ в части оформления чертежей по требованиям ЕСКД. Кроме того, ручное исполнение позволяет студенту лучше закрепить знания основ ЕСКД (типы линий, шрифты, форматы и основные надписи), чтобы в дальнейшем суметь контролировать компьютерное исполнение. Также ручное исполнение формирует и развивает у студента пространственное воображение, т.к. позволяет строить чертеж по собственному представлению, а не работать с видами, автоматически построенными компьютером по трехмерной модели (ассоциативный чертеж). Дополнительно ручное исполнение формирует у студента аккуратность, усидчивость, терпение. У студента выстраивается связь 2D-изображения на чертеже и 3D-картинки в воображении (пространственное представление объекта).

В настоящее время ввиду требований к развитию цифровой компетентности ряд графических работ выполняется сразу на компьютерах, без предварительного ручного исполнения. Однако первое знакомство с чертежами для студентов всё-таки проходит с применением ручного построения на бумаге.

Также проводятся педагогические эксперименты с внедрением элементов компьютерной графики в методику преподавания начертательной геометрии. Такие подходы уже описаны в научно-педагогической литературе и апробированы преподавателями других вузов, показали свою эффективность [5]. На кафедре «Инженерная графика» МАИ для студентов экспериментально проводился ряд практических занятий по начертательной геометрии в формате мастер-классов, на которых студенты под руководством преподавателя моделировали поверхности в среде КОМПАС-3D. Методика преподавания раздела «Поверхности» дисциплины «Начертательная геометрия», основанная на применении компьютерного поверхностного моделирования, предполагает демонстрацию междисциплинарных связей геометро-графических дисциплин с компьютерной графикой и 3D-моделированием. Осознание наличия и важности таких связей помогает студентам в построении логически выверенной линии взаимодействия знаний и умений по этим дисциплинам. Как показала практика, для студентов, имеющих сложности с пространственным представлением, компьютерное моделирование поверхностей становится большим подспорьем в понимании и решении задач начертательной геометрии. Кроме того, это позволяет развивать у студентов цифровые компетенции.

Введение группового (проектного) исполнения больших по трудоемкости графических работ

Работа, проводящаяся со студентами на кафедре «Инженерная графика», – это индивидуальная работа. Задания, как правило, выполняются по вариантам. С каждым студентом преподаватель персонально разбирает его личные ошибки в графической работе. Уровень подготовки студентов в рамках группы различается. И подход, когда задание выполняется по вариантам, позволяет учесть первоначальную подготовку за счет дифференциации сложности заданий, а также предотвратить ситуации, когда студент «срисовывает» задание у одногруппника, не вникнув при этом в суть его выполнения и не изучив положенный учебный материал.

Однако ряд заданий, являющихся наиболее трудоемкими по исполнению, всё же допускают формат группового (проектного) исполнения. К таким заданиям относится оформление конструкторской документации сборочной единицы. В качестве сборочных единиц выступают клапаны, вентили и краны, входящие в состав пневмо- и гидросистем ЛА. Комплект конструкторской документации на такую сборочную единицу может содержать до 15 графических и текстовых конструкторских документов. В условиях дефицита времени на выполнение задания или в случае, когда уровень подготовки группы не позволяет справиться с заданием в назначенные сроки, проводились эксперименты

с групповым выполнением, когда одно изделие назначается двум студентам. При этом каждый студент выполняет эскиз на свой набор деталей. Проверка задания проводится с участием обоих студентов, тем самым они участвуют в анализе ошибок друг друга и знакомятся с выполнением конструкторской документации всех деталей и сборочных единиц, входящих в изделие. После этого каждый студент оформляет комплект конструкторской документации на изделие и все входящие в него детали / сборочные единицы, однако время выполнения задания при этом сокращается по сравнению с выполнением по вариантам.

Создание цифровой образовательной среды

В эпоху развития цифровых технологий трудно заставить студента изучать учебники в бумажном виде. Как правило, студенты эти учебники либо даже не берут в библиотеке, либо берут, но не открывают. Задача преподавателя – создать условия, при которых изучение учебного материала студентами будет организовано доступно, интересно и под контролем преподавателей. Все учебные ресурсы, необходимые для подготовки студентов к занятиям, размещены на сайте кафедры «Инженерная графика» МАИ (mai904.ru). Также создаются группы в телеграм-мессенджере, куда преподаватель выкладывает домашние задания и дополнительный материал по курсу. Здесь же студенты могут задать преподавателю вопрос. Это облегчает взаимодействие студента и преподавателя и предотвращает ситуации, когда студент после пропуска по неуважительной причине приходит не подготовленным к занятию. В качестве дополнения к очным лекциям и практическим занятиям студентам предлагаются видеолекции для повторения пройденного материала дома или для самостоятельного изучения в случае пропуска очного занятия. Такие видеолекции выложены в сообществе кафедры «Инженерная графика» в ВК. Некоторые преподаватели создают свои образовательные каналы с выложенными видеолекциями и видеопояснениями для студентов. Курсы по начертательной геометрии и инженерной графике размещены и в Системе дистанционного обучения МАИ (lms.mai.ru), и могут использоваться студентами для самостоятельной работы дома. Кроме того, на кафедре «Инженерная графика» МАИ проводились успешные педагогические эксперименты по применению технологий дополненной реальности при изучении начертательной геометрии в качестве вспомогательного учебного материала для студентов, испытывающих затруднения в пространственном представлении объектов [6]. Помимо этого, в учебном процессе применяется использование видеоматериалов с визуализацией технологии изготовления деталей для иллюстрации принципов, лежащих в основе простановки размеров на чертеже. Создание такой цифровой образовательной среды позволяет поддерживать

мотивацию студентов и их дисциплинированность в условиях дефицита времени на изучение дисциплины.

Заключение

Методика преподавания геометро-графических дисциплин трансформируется вслед за основными образовательными программами. В целом можно отметить, что переход на базовое высшее образование дал толчок к модернизации и развитию методики преподавания геометро-графических дисциплин в МАИ. Увеличивается доля цифровизации и применения новых подходов к проектированию заданий для повышения эффективности обучения. В настоящее время ведущими методистами 24 УГСН совместно с учебно-методическим советом кафедры «Инженерная графика» МАИ ведется проектирование содержания и распределения трудоемкости новой фундаментальной дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика».

Среди факторов, которые позволили бы в дальнейшем ускорить процесс трансформации, можно выделить:

- 1) тесное взаимодействие с ведущими методистами выпускающих кафедр, методистами направлений/профилей в части определения приоритетных для их будущих выпускников знаний, умений и навыков, а также согласования заданий и учебных материалов;
- 2) взаимодействие с предприятиями, на которые устраиваются студенты в процессе обучения для подработки/прохождения практики и трудоустраиваются выпускники вуза по окончании обучения, сбор обратной связи

Литература

1. Аэрокосмическое образование в России. Ответ на вызов времени / под ред. Д.А. Козореца. М.: Изд-во МАИ, 2023. 216 с.
2. Аэрокосмическое образование в России. Подготовка кадров нового поколения / под ред. Д.А. Козореца. М.: Изд-во МАИ, 2024. 208 с.
3. Нартова Л.Г., Анамова Р.Р., Леонова С.А., Клычникова М.В. Геометрические научные школы: Н.Ф. Четверухин, И.И. Котов // Наука и школа. 2023. № 1. С. 73–82. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geometricheskie-nauchnye-shkoly-n-f-chetveruhin-i-i-kotov> (дата обращения: 02.02.2025).
4. Российское инженерное ПО АСКОН. URL: <https://ascon.ru/> (дата обращения: 31.01.2025).
5. Черкасова Е.Ю. Методические основы компьютерной начертательной геометрии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2021. № 6. С. 68–73.
6. Anamova, R.R., Dubrovin, A.V. VR/AR Technologies in Teaching Descriptive Geometry. *AIP Conf. Proc.* 2969, 040019 (2024). <https://doi.org/10.1063/5.0182461>

об имеющихся и недостающих навыках/компетенциях выпускников;

3) взаимодействие и сбор обратной связи от обеспечивающих кафедр, обучающих студентов дисциплинам, для которых геометро-графические дисциплины являются предшествующими и фундаментообразующими («Детали машин», «Метрология», некоторые специализированные дисциплины и др.);

4) усиление связи образования и производства (например, проведение экскурсий на Экспериментально-опытный завод МАИ с целью демонстрации процесса изготовления реальных деталей и выстраивания связей технологии изготовления с подходами к нанесению размеров на чертежах деталей);

5) увеличение количества компьютерных мест.

В процессе дальнейшей трансформации методики преподавания геометро-графических дисциплин будет сохраняться и усиливаться акцент на специализацию в рамках выполнения заданий и объяснения теоретического материала.

Также планируется развитие проектного подхода к обучению. В настоящее время ведутся методические разработки по созданию проектного задания спецработы «Оформление комплекта конструкторской документации на узел авиационного агрегата», в рамках которого студенты будут разбиты на мини-группы, каждая из которых будет представлять собой имитацию конструкторского отдела и решать задачу для отдельного узла. Это позволит повысить интерес студентов к обучению и погрузить их в атмосферу предприятия, а также даст возможность приблизить студентов к их будущей специализации.

References

1. Aerospace Education in Russia. Response to the challenge of time / ed. by D.A. Kozorez. Moscow: MAI Publishing House, 2023. 216 p.
2. Aerospace Education in Russia. Training of the new generation of personnel / ed. by D.A. Kozorez. Moscow: MAI Publishing House, 2024. 208 p.
3. Nartova, L.G., Anamova, R.R., Leonova, S.A., Klychnikova, M.V. Geometrical scientific schools: N.F. Chetverukhin, I.I. Kotov. *Science and School*. 2023. No. 1. P. 73–82. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geometricheskie-nauchnye-shkoly-n-f-chetveruhin-i-i-kotov> (accessed on: 02.02.2025).
4. Russian engineering software ASCON. URL: <https://ascon.ru/> (accessed on: 31.01.2025).
5. Cherkasova, E.Yu. Methodological foundations of computer-aided descriptive geometry. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2021. No. 6. P. 68–73.
6. Anamova, R.R., Dubrovin, A.V. VR/AR Technologies in Teaching Descriptive Geometry. *AIP Conf. Proc.* 2969, 040019 (2024). <https://doi.org/10.1063/5.0182461>