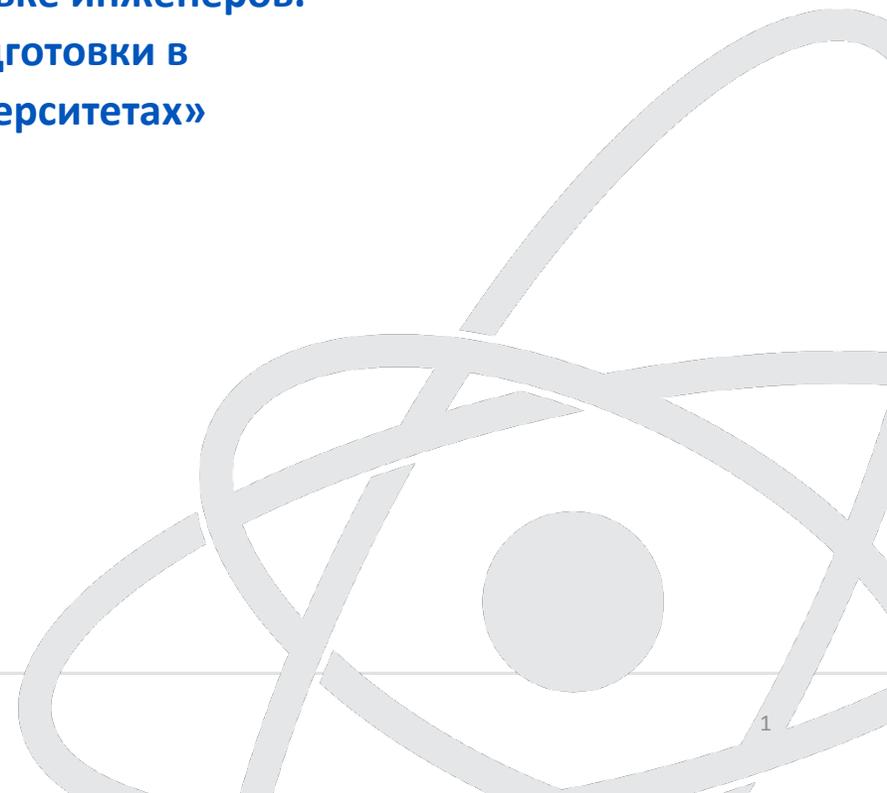




Аналитический отчет

**«Отраслевые и международные требования к подготовке инженеров.
Сравнительный анализ базовой инженерной подготовки в
НИЯУ МИФИ и других ведущих инженерных университетах»**



Отраслевые и международные требования к подготовке инженеров



№ п/п	Компетенция	Требования
1	Знания и понимание	<ul style="list-style-type: none">• понимание широкого междисциплинарного контекста инженерной науки;• глубокие знания и понимание принципов в области специализации;• критическая осведомленность о передовых знаниях и достижениях в области специализации.
2	Инженерный анализ	<ul style="list-style-type: none">• способность применять полученные знания для постановки, формулирования и решения инженерных задач, на основе признанных методов;• способность применять полученные знания для анализа инженерных систем, процессов и методов;• способность выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы моделирования;• способность решать незнакомые, нечетко определенные задачи, имеющие конкурирующие спецификации;• способность формулировать и решать задачи в новых и новейших областях своей специализации;• способность применять полученные знания для концептуализации инженерных моделей, систем и процессов;• способность применять инновационные методы для решения инженерных задач.
3	Инженерное проектирование	<ul style="list-style-type: none">• способность применять инженерные знания для разработки и реализации проектов, удовлетворяющих заданным требованиям;• понимание методологий проектирования и способность их применять;• способность использовать знания при решении незнакомых задач, возможно с использованием знаний из других дисциплин;• способность использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей и методов;• способность принимать решения в сложных инженерных задачах с технической неопределенностью и недостатком информации.

Отраслевые и международные требования к подготовке инженеров



№ п/п	Компетенция	Требования
4	Исследования	<ul style="list-style-type: none">• способность находить необходимую литературу и использовать базы данных и другие источники информации;• умение планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать данные и делать выводы;• навыки работы в лабораториях;• способность идентифицировать, находить и получать необходимые данные;• умение планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования;• способность критически оценивать данные и делать выводы;• умение исследовать использование новых и новейших технологий в сфере своей специализации.
5	Инженерная практика	<ul style="list-style-type: none">• способность выбирать и использовать подходящее оборудование, инструменты и методы;• способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач; понимание применяемых методик и методов и их ограничений;• осведомленность о нетехнических последствиях инженерной деятельности;• способность интегрировать знания различных областей и справляться со сложными задачами;• всестороннее понимание применяемых методик, методов и их ограничений;• знание нетехнических ограничений инженерной деятельности.
6	Личностные навыки	<ul style="list-style-type: none">• способность эффективно работать как индивидуально, так и в качестве члена команды, способность эффективно действовать в качестве лидера команды, которая может состоять из специалистов различных направлений и квалификаций;• умение использовать различные методы с целью эффективного взаимодействия с инженерным сообществом и обществом в целом;• понимание вопросов здравоохранения, безопасности, юридических аспектов и ответственности за инженерную деятельность, понимание влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду;• готовность следовать кодексу профессиональной этики и нормам инженерной практики;• осведомленность в сфере проектного менеджмента и бизнеса, знание и понимание влияния рисков и изменяющихся условий;• осознание необходимости самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение жизни;• умение эффективно взаимодействовать в национальном и международном контекстах.

Сравнение естественнонаучных дисциплин инженерных ООП



Вуз	Дисциплина	Семестр	Объем, з.е.	Лек, ак.ч.	Пр, ак.ч.	СРС, ак.ч.	Особенности
НИАУ МИФИ	Математика – всего	1-4	40	327	373	344	<p>Большой объем, в том числе аудиторной работы.</p> <p>Наличие курса «Векторный и тензорный анализ».</p> <p>Вместо курса «Интегралы и дифференциальные уравнения» (МГТУ) отдельно читаются курсы «Обыкновенные дифференциальные уравнения» и «Дифференциальные и интегральные уравнения».</p>
	Математический анализ	1-2	10	93	93	66	
	Векторный и тензорный анализ	3	5	48	48	30	
	Аналитическая геометрия	1	4	32	32	35	
	Линейная алгебра .	2	4	30	30	39	
	Обыкновенные дифференциальные уравнения	3	5	32	48	55	
	Дифференциальные и интегральные уравнения.	4	5	30	45	51	
	Теория функций комплексного переменного	4	4	30	45	24	
Теория вероятностей и математическая статистика	4	3	32	32	44		
МГТУ им. Н.Э. Баумана	Математика – Всего	1-4	28	238	306	572	<p>Курс достаточно сжатый, изучается на поверхностном уровне.</p> <p>Присутствуют большинство разделов, которые есть в МИФИ.</p>
	Аналитическая геометрия	1	4	34	34	76	
	Математический анализ	1	5	34	34	95	
	Интегралы и дифференциальные уравнения	2	5	34	34	95	
	Линейная алгебра и функции нескольких переменных	2	4	34	51	76	
	Теория вероятности и математическая статистика	2	3	17	34	57	
	Кратные интегралы и ряды	3	3	34	34	40	
	Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление	4	4	34	34	76	
СПбПУ	Высшая математика – Всего	1-4	22	148	176	193	<p>Всё в очень сокращенном виде, но присутствуют большинство разделов, которые есть в НИАУ МИФИ и в МГТУ (Элементы линейной алгебры. Элементы векторной алгебры.</p>
	Высшая математика 1 семестр	1	6	44	44	92	
	Высшая математика 2 семестр	2	4	30	30	39	
	Высшая математика 3 семестр	3	4	16	30	62	
	Высшая математика (продвинутый уровень)	2-4	8	58	72	122	
ТПУ	Математика – Всего	1-4	21	168	168	420	<p>Аналитическая геометрия, Математический анализ, Обыкновенные дифференциальные уравнения), кроме дифференциальных и интегральных уравнений.</p>
	Математика 1	1	6	48	48	120	
	Математика 2	2	6	48	48	120	
	Математика 3	3	6	48	48	120	
	Математика 4	4	6	24	24	60	

Сравнение естественнонаучных дисциплин инженерных ООП

Вуз	Объем по семестрам общий	Семестр	Объем, зет	Лек, ак.ч.	Пр, ак.ч.	Лаб, ак.ч.	СРС, ак.ч.	Особенности
НИАУ МИФИ	Общая физика – всего	1-5	36	124	248	124	154	Исторически курс общей физики в НИАУ МИФИ создавался как университетский курс (по аналогии с МГУ), охватывающий на должном уровне все разделы физики. Отличительной особенностью курса является большой объем лабораторных занятий.
	Общая физика: механика	1	7	32	64	32	56	
	Общая физика: молекулярная физика и статистическая термодинамика	2	7	30	60	30	57	
	Общая физика: электричество и магнетизм	3	6	32	64	32	20	
	Общая физика: волны и оптика	4	6	30	60	30	21	
	Атомная физика: волны и оптика	5	5	30	60	30	21	
МГТУ им. Н.Э. Баумана	Физика –семестр	2-3	8	68	68	0	152	Курс физики в МГТУ исторически имеет небольшой объем, исключены многие разделы атомной физики, ядерной физики и т.п. Значительной объем общефизических разделов перенесен в специализированные курсы: Механика жидкости и газа. Часть 1, Термодинамика , Механика жидкости и газа. Часть 2 и т.п.
СПбПУ	Физика – всего	1-2	10	88	60	28	112	Курс «Физика» очень сжатый и поверхностный. В дополнение к нему читаются специализированные курсы: основы квантовой механики (3 семестр), ядерная физика (4 семестр), термодинамика (3 семестр), метрология (1 семестр).
	Физика 1	1	5	44	30	14	65	
	Физика 2	2	5	44	30	14	47	
ТПУ	Физика – Общий	1-3	18	104	104	72	368	Сокращенный курс физики без атомной физики (другое деление разделов). Недостаток объема компенсируется в дальнейшем специализированными курсами.
НИАУ МИФИ	Химия	1	5	32	32	48	41	Объем химии в НИАУ МИФИ и других вузах совпадает
МГТУ им. Н.Э. Баумана	Химия	1	5	34	0	34	76	Тематическое содержание близко НИАУ МИФИ, но большая часть времени отведена на самостоятельное изучение.
СПбПУ	Химия	2	4	30	12	18	48	Не отличается от НИАУ МИФИ
ТПУ	Химия	1-2	6	32	16	48	120	Не отличается от НИАУ МИФИ

Сравнение общеинженерных дисциплин



Дисциплина	Вуз	Форма обучения бак./спец.	семестр	Объем, зет/ак.ч.	Аудит. Нагрузка (ак.ч.)	Л (ак.ч.)	Практ. Занятия (ак.ч.)	Лаб. занятия (ак.ч.)	СРС (ак.ч.)	Анализ сравнения программ		
Сопротивление материалов	НИЯУ МИФИ	бак.	3	3/108	80	32	32	16	28	Интенсивный курс с большим количеством аудиторной (контактной) работы (читается 1 семестр)		
		спец.	4	4/144	75	30	30	15	39			
	МГТУ им. Н.Э. Баумана	бак., спец.	всего	10/360	170	68	68	34	190	Углубленный курс с большим количеством аудиторной и самостоятельной работы (2 семестра): Тематический план совпадает с НИЯУ МИФИ на 80%. Присутствуют такие темы, как: 1. Анализ внутренних силовых факторов при изгибе плоских рам. 2. Анализ внутренних силовых факторов в плоскопространственных и пространственных рамах. 3. Определение напряжений при внецентренном продольном нагружении стержня. 4. Определение перемещений в балках по методу Мора-Верещагина. 5. Определение перемещений в плоских рамах методом Мора-Верещагина. Лаб. Раб. Определение упругих постоянных стали: модуля упругости 1-го рода и коэффициента Пуассона. Работа №6. Определение напряжений и прогибов балки при косом изгибе. Изучение проводится на более углубленном уровне.		
		бак., спец.	3	5/180	85	34	34	17	95			
		ТПУ	бак., спец.	всего	6/216	96	32	64	0		120	
		3 семестр	бак., спец.	3	4/144	80	32	48	0		64	
		4 семестр	бак., спец.	4	2/72	16	0	16	0		56	
		СПбПУ			не читается							Дисциплина «Сопротивление материалов» в плане отсутствует. Темы, относящиеся к этой дисциплине, читаются в рамках специализированных курсов: детали машин, материаловедение.

Выводы:

Курс сопротивления материалов изучается во всех вузах более углублено, чем в НИЯУ МИФИ. Тематическое содержание в основном совпадает, за исключением небольшого числа тем, например, в НИЯУ МИФИ нет расчета оболочек. В рамках базовой подготовки объем курса в НИЯУ МИФИ можно признать достаточным.

Сравнение общеинженерных дисциплин

Дисциплина	Вуз	Форма обучения бак./спец.	Семестр	Объем, зет/ак.ч.	Аудит. Нагрузка (ак.ч.)	Л (ак.ч.)	Практ. Занятия (ак.ч.)	Лаб. занятия (ак.ч.)	СРС (ак.ч.)	Анализ сравнения программ
Инженерная графика	НИЯУ МИФИ	бак., спец. ИФТИС, ИЯФИТ	2,3	4/144	124	0	31	93	20	Курс в НИЯУ МИФИ имеет более высокую интенсивность за счет того, что занимает 2 семестра и отсутствуют выделенные лекции по начертательной геометрии.
		бак., спец. ЛАПЛАЗ, ИФИБ, ИИКС	2	2/72	60	0	15	45	12	
	МГТУ им. Н.Э. Баумана		всего	9/324	153	17	119		171	Все темы первого семестра МГТУ им. Баумана проходятся в течение 1-6 недели. Больше внимания уделяется различным соединениям деталей. Третий семестр программы МГТУ им. Баумана по темам аналогичен второму семестру НИЯУ МИФИ.
	Начертательная геометрия	бак., спец.	1	3/108	51	17	34	0	57	
	Инженерная и компьютерная графика	бак., спец.	1-3	6/216	102	0	85	17	114	
	ТПУ	бак., спец.	2	4/144	90	18	54	18	54	
	СПБПУ	бак., спец.	1-2	4 / 144	76	0	60	0	56	По количеству решаемых вопросов программы примерно одинаковы. Несмотря на меньшее количество часов (в сравнении с аналогичным двухсеместровым курсом в НИЯУ МИФИ), длительность составляет два семестра. Количество аудиторных часов: 80 Интересным отличием является наличие лекций 16 часов в начале курса. В НИЯУ МИФИ основы начертательной геометрии изучаются в рамках первой работы (4 задачи), выполняемых «вручную». Далее – переход в САПР. Фактически, за первый семестр в НИЯУ МИФИ изучаются все темы 2х семестров СПБПУ в более интенсивном и сжатом виде. Второй семестр в НИЯУ МИФИ представляет собой развернутый продвинутый курс, в котором студенты выполняют два проекта – оформление конструкторской документации на сборочную единицу (по готовому изделию) и детализацию – разработка КД по чертежу общего вида. Студенты получают больше опыта и навыков оформления документации для различных изделий.

Выводы:

Двухсеместровый курс «Инженерной графики» (ИФТИС, ИЯФИТ и ИНТЕЛ) имеет большую интенсивность и насыщенность по сравнению с другими техническими ВУЗами. Основы «начертательной геометрии» и основ образования изображений на чертежах изучаются на первых 4х семинарах и в ходе ручного выполнения первой работы, далее работа ведется в отечественной САПР среднего уровня T-FLEXCAD. Из-за отсутствия отдельного курса «Начертательной геометрии» акцент идет на практические работы и правила оформления чертежей согласно ГОСТам ЕСКД.

В ходе второго семестра наши студенты фактически выполняют два проекта – разрабатывают полное КД на изделия в САПР, выполняют дополнительные задания в виде анимации разборки и анимации работы изделия (аналогичные задачи встречаются в чемпионатах уровня Worldskills).

В односеместровом курсе, на который перешли некоторые САЕ (например, ЛАПЛАЗ) для сохранения всех изучаемых тем, пришлось еще больше увеличить интенсивность и сократить некоторые задания, что сказалось на общей успеваемости и объему остаточных знаний у студентов.

В ходе анализа учебных планов было отмечено наличие практикума по аддитивным технологиям на различных направлениях подготовки в других вузах.

Дисциплина	Вуз	Форма обучения бак./спец.	семестр	Объем, зет/ак.ч.	Аудит. Нагрузка (ак.ч.)	Л (ак.ч.)	Практ. Занятия (ак.ч.)	Лаб. занятия (ак.ч.)	СРС (ак.ч.)	Анализ сравнения программ
Информатика	НИЯУ МИФИ	бак., спец.	1, 2	4 / 144	62	0	0	62	82	С 2021 года введено уровневое обучение для направления подготовки по 14 УГНС (программа увеличена на 3 з.е. и на 2 семестра обучения). Изучаются принципы работы вычислительной машины; основы языка С (стандарт ANSI); основные стандартные типы данных, операции; условные и циклические конструкции, операторы цикла; функции и способы работы с параметрами; метод рекурсии; массивы, методы сортировки, поиска данных и работы с двумерными массивами; способы использования структур; методы работы с односвязным линейным списком, очередью, стеком, двухсвязным линейным списком, двоичным деревом, кучей, хеш-таблицей; принципы структурной методологии программирования; основы программирования на языке С++, абстрактные типы данных, перегрузку операций в С++; методы и приемы объектно-ориентированного программирования на С++: классы, объекты, методы, инкапсуляцию, наследование, полиморфизм.
	МГТУ им. Н.Э. Баумана	бак., спец.	1, 2	5/180	120	60	0	60	40	Обучение программированию отсутствует. В содержании курса отражено знакомство с областями применения информатики, техническими и программными средствами, вычислительными комплексами и сетями, базами данных. Эти разделы имеют ознакомительный характер. Излагаемый уровень языков программирования не позволяет использовать их для решения практических задач.
	ТПУ	бак.	1	3 / 108	48	16	0	32	60	Обучение программированию отсутствует. В содержании курса отражено знакомство с кодированием и передачей информации, архитектурой компьютера, системным и прикладным программным обеспечением. Приводятся начальные сведения по инструментальным средствам информационных технологий, электронного документооборота, концепциям баз данных, сетей и телекоммуникационных технологий. Эти разделы носят ознакомительный характер. Отсутствует изучение языков программирования.
	СПбПУ	бак., спец.	1-2	7 / 252	76	28	0	56	142	Ознакомление с возможностями прикладных математических пакетов происходит поверхностно. Отсутствует системность изложения, слабая междисциплинарная связь. Недостаточно внимания уделено решению практических задач с помощью MATLAB. Ознакомление с программированием происходит преимущественно на теоретическом уровне. Отсутствие практических навыков и умений не позволяет переходить к решению прикладных задач. Раздел цифровой грамотности поверхностно отражает суть заявленных вопросов. Содержание курса не соответствует требованиям инженерной подготовки студентов младших курсов в области информатики.

Выводы:

В содержании курсов информатики перечисленных вузов ставится задача первоначального изучения компьютерных систем и информационных технологий широкого спектра, освоение языков программирования переносится на более поздние сроки. В отличие от этих вузов в НИЯУ МИФИ основной целью изучения двухгодичного курса информатики является освоение прикладного программирования для решения исследовательских и проектных задач в области физики.

Содержание представленных в перечисленных вузах дисциплин по информатике не включает практические компетенции в области общей инженерной подготовки.

Увеличение количества часов по информатике и введение дополнительных форм обучения в НИЯУ МИФИ приведет к повышению уровня подготовки студентов в части прикладного программирования и позволит добавить новые разделы по применению компьютерных технологий в инженерном проектировании.

Введение нового курса «Цифровой инструментарий студента инженерного вуза» для обучающихся по различным направлениям подготовки НИЯУ МИФИ позволит им овладеть актуальными цифровыми компетенциями.

Сравнение общеинженерных дисциплин

Вуз	Форма обучения бак./спец.	семестр	Объем, зет/ак.ч.	Аудит. Нагрузка (ак.ч.)	Л (ак.ч.)	Практ. Занятия (ак.ч.)	Лаб. занятия (ак.ч.)	СРС (ак.ч.)	Анализ сравнения программ	
Электротехника	НИЯУ МИФИ Теоретические основы электротехники	бак., спец.	5	2/72	64	32	16	16	8	<p>Читаются основы электротехники: понятие электрической цепи и её эквивалентной схемы замещения, законы Ома и Кирхгофа, линейные электрические цепи переменного тока, основные методы расчёта разветвлённых электрических цепей переменного тока, основные свойства линейных электрических цепей, явление резонанса в электрической цепи, индуктивно – связанные цепи, трансформатор без ферромагнитного сердечника, автотрансформатор, цепи с зависимыми источниками, переходные процессы в линейных электрических цепях, законы и правила коммутации.</p> <p>Разделы электроники читаются для отдельных образовательных программ в рамках специализированных дисциплин.</p>
	МГТУ им. Н.Э. Баумана электротехника и электроника	бак., спец.	6	7/252	119	51	34	34	133	<p>В курс включены следующие разделы, которые не читаются в НИЯУ МИФИ на базовом уровне: магнитные цепи при постоянной МДС, электрические приборы и измерения, электрические машины, электропривод.</p>
	ТПУ	бак., спец.	1, 2	3/108	48	16	16	16	60	<p>В НИЯУ МИФИ данные курсы читаются на специализированных кафедрах. Некоторые важные темы в курсах МГТУ и ТПУ отсутствуют: СВЧ- электроника, методы расчета переходных процессов, 4-х полюсники.</p>
	СПбПУ	бак., спец.	4-5	6/216	126	60	0	440	47	
	<i>Электротехника</i>	бак., спец.	4	3/108	71	30	0	30	21	<p>По сравнению с НИЯУ МИФИ изучаются более подробно разделы: магнитные цепи, трансформаторы, электродвигатели. В раздел базовые элементы цифровой электроники включены темы: элементная база, источники вторичного питания, транзисторные усилители, которые изучаются в НИЯУ МИФИ в рамках специализированных курсов.</p>
	<i>Электроника</i>	бак., спец.	5	3/108	55	30	0	14	28	

Выводы

Электротехнические курсы в этих вузах являются практически основными в системе подготовки специалистов, которая ориентирована на работу на предприятиях соответствующего (электроэнергетического) профиля, классической электротехники в этих курсах нет. Такие темы как магнитные цепи, трансформаторы, электрические машины, высоковольтные линии, электропередача и другие читаются отдельно в сравнительно больших объемах и изучаются в специальных лабораториях.

В НИЯУ МИФИ формирование программ дисциплин по ТОЭ осуществлялось блоком кафедр НИЯУ МИФИ, ведущих дисциплины по электротехнике и электронике, и определялось требованиями предприятий.

Сравнение общеинженерных дисциплин



Вуз	Форма обучения бак./спец.	семестр	Объем, зет/ак.ч.	Аудит. Нагрузка (ак.ч.)	Л (ак.ч.)	Практ. Занятия (ак.ч.)	Лаб. занятия (ак.ч.)	СРС (ак.ч.)	Анализ сравнения программ	
Детали машин	НИЯУ МИФИ ИФТИС, ЛаПлаз, ИНТЭЛ, ИФИБ, ИЯФит	бак., спец.	4 или 5	2,3/72,108	48	16	32	0	24,60	Особенностью курса НИЯУ МИФИ является гармоничное сочетание разделов, связанных как с классическим содержанием курса «Деталей машин» (основы взаимозаменяемости, механизмы, опоры, элементы вакуумной аппаратуры и пр.), так и дающих студентам понимание проблематики развития методов инженерного мышления и взаимосвязи работы конструктора с другими работами в контексте полного жизненного цикла серийной продукции. Уделяется также внимание освоению навыков работы в САПР Компас-3D. В конце обучения каждый студент выполняет зачетную работу, демонстрирующую его навыки работы в САПР Компас-3D по созданию простых и сложных моделей и сборок, а также разработки конструкторской документации курса. (Для некоторых групп студентов на пятом семестре обучения реализуется курсовой проект «Основы конструирования и САПР». Особенностью КП является внедрение элементов командной работы над проектом и выбор актуальных для кафедр НИЯУ МИФИ разработок в качестве тем курсовых проектов.
	МГТУ Баумана	бак., спец.	5	5,180	85	34	0	51	95	Рассматриваются критерии работоспособности машин и механизмов, даются навыки расчета разъемных и неразъемных соединений, механизмов, опор и др. подвижных и неподвижных элементов конструкций. Дополнительно имеются профильные курсы «Основы проектно-конструкторской деятельности», «Подъемно-транспортные машины» и др.
	ТПУ Конструирование и технологии	бак., спец.	5	7,252	96	32	48	16	138	Рассматриваются темы конструирования и расчета деталей машин и механизмов, их соединений (выбор электродвигателя и кинематический расчет, расчет и конструирование валов, расчет и конструирование передач, расчет на прочность). Даются знания основ ЕСКД. Проводятся лабораторные работы – испытание материалов при переменных напряжениях, определение коэффициентов трения в резьбовом соединении, ознакомление с устройством редуктора. Более полный и углубленный курс, охватывающий все тематики расчета и конструирования деталей машин и механизмов.
	СПбПУ	бак., спец.	5	3,108	52	14	38	0	56	Рассматриваются критерии работоспособности и основы расчета деталей машин и механизмов (Расчет на прочность, статические и динамические нагрузки, соединения деталей машин, механические передачи, валы и оси, опоры валов, муфты). По итогам курса реализуется практическое задание - проектирование узла привода (энергокинематический расчет)

Выводы: Необходимо провести модернизацию дисциплины, обеспечив ее разноуровневую специализацию (адаптированный уровень – для студентов ИФИБ, базовый уровень – для студентов ИЯФит, ИНТЭЛ, ЛаПлаз, продвинутый уровень – для студентов ИФТИС. Для каждого уровня определить оптимальное количество часов, предусмотреть выполнение лабораторных работ, провести методическую работу по модернизации содержания дисциплины с учетом особенностей НИЯУ МИФИ и требований работодателей. Обеспечить гарантированное освоение студентами навыков работы в необходимом САПР и работы с КД в рамках дисциплины «Инженерная графика», либо предусмотреть отдельный модуль. Предусмотреть разработку цифрового образовательного контента для реализации лекционных занятий. Актуализировать тематики курсовых проектов, соответствующие техническим заданиям, методические пособия. Привлечь к этой работе экспертов-практиков с предприятий. |

Массачусетский технологический институт

Наименование укрупненного модуля	Наименование модуля	Наименование дисциплины	ЗЕТ (Units)			
Базовый институтский модуль (GIR)	Научный модуль	6 дисциплин	72	17 дисц. (204 Units)		
	Гуманитарный модуль (HAAS)	8 дисциплин	96			
	Научно-технологический модуль: обязательные дисциплины (REST)	2 дисциплины	24			
	Лабораторный модуль	1 дисциплина	12			
Кафедральный модуль	Инженерный модуль	Теплотехника и жидкости	12	192		
		Введение в информатику и программирование/ Информационные методы научного программирования/ Численные расчеты для механики/Компьютерное программирование для научного и инженерного применения	12			
		Физика	12			
		Дифференциальное управление	12			
		Линейная алгебра	12			
		Введение в ядерную инженерию и ионизирующее излучение	12			
		Электротехника, измерение	12			
		Модуль специализации	Введение в прикладную ядерную физику		12	
	Строение ядерных систем: проект		15			
	Нейтроны и реакторная физика		12			
	Принципы ядерной радиации, измерение и защита		12			
	Диссертационный модуль	Курсы для подготовки выпускной работы	3			
		Выпускная работа	9			
	Кафедральные дисциплины по выбору	Любые 2 дисциплины из предложенного списка на выбор	24			
	Общая трудоемкость		~ 396 Units			

Техасский A&M университет

Наименование укрупненного модуля	Наименование модуля	Всего кол-во дисциплин для выбора	ЗЕТ (Semester credit hours - SCH)	
Обязательный институтский модуль	Коммуникативные навыки	8	6	42
	Математика	14	6	
	Естественнонаучные дисциплины	57	9	
	Языки, философия, культурология	104	3	
	Искусство	41	3	
	История США	11	6	
	Государство и право	2	6	
Модуль направления подготовки	Обязательные дисциплины направления	min 78		
	Элективные дисциплины			
Общая трудоемкость		min 120 SCH		

Наличие уровней у дисциплин

Наличие разделения дисциплин по секторам (областям)

Меньший объем математических дисциплин по сравнению с НИЯУ МИФИ

Мнение ключевых работодателей об уровне инженерной подготовки в московских вузах

Вуз	Оценка
МГУ, ФИЗТЕХ	- полное отсутствие инженерной подготовки
НИЯУ МИФИ	- приемлемая общефизическая и математическая подготовка; - приемлемое понимание задач и технологии научных исследований;
МГТУ им. Н.Э. Баумана, МАИ	- приемлемая конструкторская подготовка на некоторых кафедрах; - плохая физико-математическая подготовка.
Станкин	- приемлемая технологическая подготовка; - плохая физико-математическая подготовка.

Основные проблемы базовой инженерной подготовки в вузах по мнению работодателей

1. Недостаточный уровень инженерной подготовки выпускников:

- недостаточное умение читать чертежи;
- недостаточное знание физико-механических и эксплуатационных свойств материалов;
- слабое знание современных методов конструирования и порядка разработки продукции;
- слабое владение САПР и цифровым инструментарием;
- непонимание роли исследований при разработке инновационной продукции;
- отсутствие компетенций по применению в профессиональной деятельности искусственного интеллекта, машинного обучения, цифровой трансформации деятельности;
- неумение трансформировать теоретические знания в профессиональные компетенции.

Основные проблемы общей инженерной подготовки в вузах по мнению работодателей

2. Недостатки программ:

- мало прикладных курсов, направленных на решение реальных практических задач;
- естественнонаучные дисциплины не связаны с профессиональной деятельностью (вне профессионального контекста);
- встречается несоблюдение логической последовательности изучения дисциплин при составлении учебного плана образовательной программы;
- подготовка в вузе по чрезмерно узкой специализации, несовпадение специализации в вузе с необходимой специализацией на предприятии делает беспомощным молодого специалиста;
- не все выпускники проходят практику на реальном предприятии. Пандемия усугубила ситуацию с очным прохождением практики.

Мнение выпускников об инженерной подготовке в других технических вузах



Вуз	Мнение выпускника
МГТУ им. Н.Э. Баумана	<p>Специальность 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - уровень базовой физико-математической подготовки у выпускников НИЯУ МИФИ и МВТУ практически одинаковый (физика и математика в МВТУ читаются в течение 3 семестров); - уровень инженерной (практической) подготовки у выпускников МВТУ более высокий. Выпускники готовятся для работы на промышленных предприятиях, тогда как в НИЯУ МИФИ больший упор делается для работы в научных организациях; - в МВТУ практически на всех курсах есть курсовые работы по инженерным дисциплинам (теория механизмов и машин, детали машин и т.д.); - на 1-2 семестрах в рамках дисциплины «Начертательная геометрия» обязательное черчение от руки, на 3 семестре вводится отдельный курс «Инженерная и компьютерная графика»; - производственная практика проводится на 3 и 4 курсах обязательно на предприятиях с решением реальных задач (в университете оставаться на практику в университете запрещено); - на 5 курсе – «Эксплуатационная практика», проводится только на предприятии, в течение практики собираются материалы для диплома. Тематика дипломов –реальные практические задачи по тематике работы предприятия. <p>Как инженер - выпускник МВТУ более предпочтителен для предприятий, выпускающих реальную продукцию.</p>
СПбПУ	<p>Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (Наноматериалы):</p> <ul style="list-style-type: none"> - уровень физико-математической подготовки у выпускников НИЯУ МИФИ выше (физика и математика в политехе читаются в течение 3 семестров); - уровень инженерной подготовки у выпускников политеха выше, за счет практической направленности образовательной программы; - на 1-2 семестрах в рамках начертательной геометрии обязательное черчение от руки, параллельно идет дисциплина «Инженерная и компьютерная графика»; - на 1 курсе дисциплина «Введение в специальность» в ходе которой приобретаются практические навыки (пайка, разработка электронных схем, сборка работающего устройства); - большой блок лабораторных работ (практически все дисциплины подкрепляются лабораторными работами) в ходе которых студенты получают практические инженерные навыки; - каждый год проводятся летние практики, преимущественно на кафедрах университета; - дипломные работы преимущественно выполняются на кафедрах университета, тематика определяется тематикой НИРС кафедры. <p>Как инженер – выпускник политеха более предпочтителен для предприятий, требующих практических инженерных навыков.</p>
ТПУ	<p>Направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (Медицинские приборы):</p> <ul style="list-style-type: none"> - уровень базовой физико-математической теоретической подготовки у выпускников НИЯУ МИФИ выше (физика в политехе читаются в течение 3 семестров, математика - 4); - уровень инженерной (практической) подготовки у выпускников Томского политеха более высокий, чем у выпускников НИЯУ МИФИ; - на 1 семестре в рамках начертательной геометрии обязательное черчение от руки, на 2 семестре изучается « Компьютерная графика»; - очень серьезный курс «Электротехника и электроника» включающий в себя теоретические основы, практические и лабораторные работы, программирование микроконтроллеров). По окончании курса «Схемотехника» - защита курсового проекта; - на 1-2 курсе проектная практика, на которой студенты выполняют командные микропроекты – от расчетов, обоснования до готового изделия (остались очень яркие впечатления); - учебные и производственные практики начинаются с 3 курса, преимущественно в на кафедрах университета. В течение практик «работа руками», как правило, тематика практик является заделом для будущей дипломной работы; - дипломные работы выполняются в университете, тематику стараются привязать к НИРС, которые выполняются на кафедрах. На выходе обязательно должно быть устройство или установка. <p>Выпускник Томского политеха, как инженер, будет более востребован на рынке</p>

1. Какой должна быть инженерная подготовка в МИФИ в соответствии с ролью (миссией) и идентичностью университета? В какой степени мы должны следовать чужим практикам?
2. Нужно ли инженеру - исследователю владеть базовыми прикладными компетенциями инженера ? В какой степени?
3. Каких инженеров готовит НИЯУ МИФИ (технолог, конструктор, разработчик, исследователь и т.д.)?
4. Для кого мы готовим инженеров-исследователей?

Миссия НИЯУ МИФИ - ответ на глобальные научно-технологические вызовы результатами фундаментальных и прикладных исследований в сотрудничестве с мировыми научно-образовательными центрами и обеспечение стратегической безопасности России посредством вклада в конкурентоспособность страны на мировом рынке высоких технологий и подготовки будущих лидеров.

Инженер-исследователь

Должностные обязанности*

Проводит прикладные научные исследования по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы.

Осуществляет поиск, технико-экономическое обоснование методов решения задач, направленных на обоснование проектных (технических) решений на особо сложные, сложные и средней сложности изделия (процессы), обеспечивая при этом их соответствие техническому заданию, стандартам, нормам безопасности, требованиям технологии производства.

Разрабатывает рабочие планы, программы выполнения отдельных этапов работ, методики исследований, испытаний, математической и графической обработки результатов измерений. Принимает участие в разработке заданий на проектирование экспериментальных установок и стендов, измерительных систем, моделей изделий и участвует в их проектировании. Участвует в наладке и регулировке экспериментальных установок, стендов, их управляющих, измерительных и вычислительных систем, осуществляет наблюдения и измерения в ходе эксперимента.

Обрабатывает, анализирует и обобщает результаты исследований, составляет отчеты (разделы отчета) по теме или ее части, согласовывает разрабатываемые материалы с другими подразделениями организации, представителями заказчика. Участвует во внедрении результатов исследований и разработок, осуществлении авторского надзора и оказании технической помощи при проектировании, изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче опытных образцов изделий в эксплуатацию. Составляет описания устройств, принципов действия изделий, инструкции по эксплуатации и инструкции на проведение исследовательских работ.

Подготавливает исходные данные для проведения научно-технических и технико-экономических расчетов, составления планов, хозяйственных договоров, сметы затрат, заявок на материалы и оборудование, обеспечивая при этом экономию материальных и трудовых ресурсов.

Осуществляет выбор эффективных средств и способов выполнения заданий, полученных от руководителя работ, обеспечивает полноту, своевременность и высокое качество результата. Участвует в экспертизе и рецензировании научных работ и технических разработок, в работе семинаров и конференций.

Проводит патентно-информационный поиск, осуществляет сбор, обработку, анализ научно-технической информации по теме. Принимает участие в подготовке публикаций, составлении заявок на изобретения, открытия. Руководит подчиненными работниками, обеспечивает безопасное проведение работ и соблюдение правил по охране труда и пожарной безопасности.

* Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих (ЕКС, 2019 г.)

Должен знать:

назначение, принцип работы, условия технической эксплуатации разрабатываемых изделий (приборов, установок и т.д.),
особенности эксплуатации используемого исследовательского оборудования,
основы автоматизированной системы научных исследований (АСНИ) и системы автоматизированного проектирования (САПР);
отечественный и зарубежный опыт по исследуемым областям науки и техники;
методы проведения сравнительного анализа, исследований и экспериментальных работ, способы оценки научно-технического уровня достигнутых результатов; методы и средства математической обработки и обобщения результатов исследований;
способы проведения прикладных и технических расчетов, в том числе с применением вычислительной техники; стандарты, методики и инструкции, определяющие порядок разработки и оформления отчетной документации по результатам выполненных исследований и разработок;
порядок и методы проведения патентных исследований, основы изобретательства; основы экономики, организации производства, труда и управления

Развитие инженерного образования в НИЯУ МИФИ



Цель развития инженерного образования в НИЯУ МИФИ

Опережающая подготовка кадров мирового уровня для создания прорывных технологий, решения неотложных задач в области технологического суверенитета и обороноспособности страны, формирования производственной базы и разработки конкурентоспособной серийной продукции.

Основные результаты

- Позиционирование НИЯУ МИФИ как исследовательского университета мирового уровня, занимающего лидерские позиции в области создания опережающего научно-технического и научно-технологического задела, прорывных технологий, прототипов и экспериментальных образцов (*в перспективе мелкосерийного производства*) уникального научного оборудования и инновационной продукции.
- Подготовка исследователей и инженеров-исследователей мирового уровня по широкому спектру прорывных направлений развития науки, технологий и техники, способных **проводить научные исследования и создавать для этого свои уникальные приборы установки.**
- Подготовка инженеров-разработчиков и инженеров-конструкторов мирового уровня по широкому спектру прорывных направлений развития науки, технологий и техники, способных **разрабатывать и создавать серийную конкурентоспособную продукцию.**



Развитие базовой инженерной подготовки НИЯУ МИФИ



Для НИЯУ МИФИ как «инженерно-физического института» важнейшее значение имеет **обеспечение для всех направлений подготовки оптимального и гармоничного сочетания у выпускников компетенций исследователя и инженера**, сильно отличающихся, прежде всего, с точки зрения целеполагания, иерархии ценностей и организации деятельности.

Ученый, исследователь ищет новые знания и стремится к обретению понимания.

Инженер - в большей степени творец, который на основе знаний создает новые конфигурации и системы.

Выпускник-исследователь МИФИ должен обладать как минимум базовыми компетенциями инженера, выпускник-инженер должен обладать базовыми компетенциями исследователя. При этом ключевое значение имеет **системное и комплексное формирование у всех студентов базовых инженерных компетенций**, начиная с первых дней обучения.



Базовая инженерная подготовка студентов НИЯУ МИФИ в настоящее время



Для профильных групп студентов младших курсов реализуются дисциплины «Проектная практика», «Введение в специальность».

Формирование у студентов младших курсов НИЯУ МИФИ элементов базовых инженерных компетенций ведется по основным общетехническим направлениям, таким как:

- электротехника,
- электроника,
- информатика (программирование),
- химия,
- физика прочности (сопротивления материалов),
- инженерная графика,
- теоретическая механика,
- основы конструирования.

Фундамент инженерной подготовки выпускников, обеспечивается в рамках реализации кафедрами ИОПП, а также кафедрами №32 и №18, дисциплин общепрофессионального модуля.



Развитие базовой инженерной подготовки студентов НИЯУ МИФИ



➤ Опыт фундаментальной физико-математической подготовки

Многолетний опыт обеспечения фундаментальной физико-математической подготовки как основы успешной инженерной деятельности по широкому спектру направлений, но **требующий совершенствования с учетом новых вызовов**, связанных, в первую очередь, с уровнем подготовки, самосознания и мотивации поступивших в университет студентов, с требованиями конкурентоспособного производства и цифровой экономики.

➤ Опыт обеспечения для студентов индивидуальных планов обучения и изменения направления подготовки после второго курса.

➤ Введение для всех групп студентов младших курсов дисциплины «Проектная практика».

➤ Наличие кафедр, реализующих дисциплины по общетехническим направлениям.

➤ Наличие талантливых абитуриентов.

➤ Успешно развиваемое взаимодействие с промышленными партнерами и работодателями.



Основное предназначение базовой инженерной подготовки, необходимой студентам НИЯУ МИФИ



В соответствии с вызовами промышленной революции и в новых реалиях, **базовая инженерная подготовка должна стать надежным фундаментом** для дальнейшей профессиональной подготовки исследователей, инженеров-исследователей, инженеров-разработчиков и инженеров-конструкторов:

- ✓ обладающих **пониманием** полной естественно-научной, экономической и социальной картины мира;
- ✓ владеющих **инженерным мышлением и мягкими компетенциями**, необходимыми для творческой работы, в первую очередь командной, по созданию востребованных инновационных продуктов в новых условиях,
- ✓ владеющих **основами современного инструментария автоматизации** всех выполняемых процессов для радикального сокращения времени и трудоемкости выполнения всех этапов исследований, схемотехнического, конструкторского, технологического, программного проектирования продуктов, их отработки и испытаний, организации серийного производства, поддержки эксплуатации, на основе тотального **использования цифровых решений и средств**, в том числе, интеллектуальных.

Ключевые задачи базовой инженерной подготовки



Формирование основы для понимания естественно-научной (природной и техногенной), экономической, технологической и социальной картины мира на основе системного инженерного мышления и междисциплинарного подхода.

Фундаментальная физико-математическая подготовка в объеме, необходимом для выбора принципа действия, проведения расчетов и моделирования поведения и изменения параметров изделий при различных условиях эксплуатации, включая аварийные.

Формирование основ универсальных компетенций (системное и критическое мышление, разработка и реализация проектов, командная работа и лидерство, коммуникация) и общепрофессиональных компетенций (обработка и анализ информации, информационная безопасность).

Развитие цифровой грамотности и основ использования программных средств для решения профессиональных задач.

Формирование и развитие желания деятельно участвовать в работе, в первую очередь командной, по созданию технических систем, приобретение необходимых навыков для изготовления «своими руками» некоторых из элементов этих систем.

Формирование базы для развития профессиональных компетенций в соответствии с направлением подготовки.

Основные задачи развития базовой инженерной подготовки НИЯУ МИФИ



Задачи	Мероприятия
1. Мотивация студентов к инженерной деятельности, в том числе по предлагаемым ими инициативным проектам	<ol style="list-style-type: none">1. Проведение экспертных обсуждений с участием студентов, выпускников, абитуриентов для определения работающих механизмов мотивации студентов к инженерной деятельности.2. Проведение конкурсов проектов и творческих инженерных мероприятий обучающихся для поддержания мотивации, раскрытия способностей и талантов.3. Активное участие студентов в различных внешних мероприятиях, конференциях, форумах и пр. для расширения инженерного кругозора и получения опыта коммуникации и взаимодействия с выпускниками, экспертами, коллегами.4. Привлечение предприятий – индустриальных партнеров НИЯУ МИФИ, заинтересованных в выпускниках университета с инженерными компетенциями, для создания комплексной системы мотивации студентов и абитуриентов для последующего трудоустройства.5. Формирование и тиражирование реальных траекторий успешной подготовки талантливых инженеров и инженеров-исследователей от абитуриента старших классов до выпускника, работающего на предприятии, обсуждение «сюжетов успеха» с постоянно действующей обратной связью на всех уровнях внеаудиторной работы со студентами.

Основные задачи и необходимые мероприятия развития базовой инженерной подготовки НИЯУ МИФИ



Задачи	Мероприятия
<p>2. Обеспечение и координация базовой инженерной подготовки кафедрами ИОПП во взаимодействии с институтами и другими подразделениями с учетом специфики направлений подготовки – формирование единого стандарта базовой инженерной подготовки с конкретными «выходными» компетенциями и способами их проверки и достижения.</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Формирование пула экспертов, тьюторов и наставников для разработки единого стандарта базовой инженерной подготовки с конкретными «выходными» компетенциями и способами их проверки и достижения и проработки соответствующего содержания, форм и технологий образовательного процесса, формирования комплексного механизма ассесмента инженерных компетенций.2. Совершенствование механизмов оптимального сочетания фундаментальной физико-математической и инженерной подготовки обучающихся, в том числе в рамках индивидуальных образовательных траекторий для разных направлений подготовки – анализ и оптимизация содержания физико-математической подготовки с учетом современных образовательных технологий.3. Совершенствование и координация инструментов практико-ориентированного обучения, в первую очередь проектной практики на младших курсах для всех направлений подготовки – трансляция лучших инструментов проектной практики и реализации конкурсов инженерных проектов.4. Дополнительный внутренний отбор и привлечение внешних экспертов для формирования лучшего, конкурентного и востребованного среди студентов пула преподавателей, реализующих инженерные образовательные программы на уровне всех модулей (инженерный, фундаментальный физико-математический, HASS-модуль, предпринимательский модуль).

Основные задачи развития базовой инженерной подготовки НИЯУ МИФИ



Задачи	Мероприятия
<p>3. Обеспечение формирования у обучающихся инженерного и предпринимательского мышления, мягких компетенций и инженерной картины мира как основы успешной деятельности по разработке и созданию прототипов, экспериментальных образцов и конкурентоспособной серийной продукции – реализация эффективной, интересной и востребованной HAAS- (гуманитарные, художественные и социальные науки) компоненты в инженерном образовании.</p>	<ol style="list-style-type: none">1. Модернизация базового инженерного образования и контроля его качества.2. Вовлечение обучающихся в проектную деятельность, в первую очередь, командную – формирование и реализация механизмов командной проектной деятельности на всех этапах обучения в НИЯУ МИФИ.3. Создание площадок для самостоятельной командной работы студентов и школьников вне рамок образовательного процесса под руководством наставников, в том числе – «образовательного полигона» для различных инженерных экспериментов и проектов, в перспективе – с финансированием инженерных стартапов на начальной стадии.4. Обеспечение прикладной предпринимательской компоненты в инженерном образовании.



Предложения по модернизации базовой инженерной подготовки



В результате обучения студент	
будет обладать следующими <i>базовыми</i> знаниями:	получит навыки:
<ul style="list-style-type: none">● Теории и инженерных приложений математического анализа, аналитической геометрии, дифференциальных и интегральных уравнений и др. в соответствии с индивидуальными планами обучения;● Законов, явлений, математического аппарата разделов общей физики;● Устройства и принципов работы ПК и электронных устройств;● Теории погрешностей и обработки результатов эксперимента;● Программирования (C, C++, python);● Проектирования, конструкционных материалов, низкоуровневого программирования, создания простых управляющих систем;● Основ научной и исследовательской деятельности.	<ul style="list-style-type: none">● Основ решения инженерных задач на основе оптимального применения физических эффектов и с использованием формализованных методов активизации мышления.● Первичные профессиональные навыки в рамках курсов проектной практики и введения в специальность;● Владения основным функционалом офисных пакетов (Word, Excel, PowerPoint, и др.);● Использования специальных программных пакетов для решения прикладных инженерных задач (matlab, easyeda, и т.д.);● Базового 3D-моделирование и создание чертежей согласно ЕСКД в САПР-системах;● Обработки и анализа экспериментальных данных с помощью программных средств;● Основ обработки и анализа больших статистических массивов информации;● Основ создания математических моделей физических процессов.

Основное содержание и результаты базовой инженерной подготовки для всех студентов

Понимание естественно-научной (природной и техногенной), экономической, технологической и социальной картины мира на основе системного инженерного мышления и междисциплинарного подхода.

Способность прогнозировать результаты и последствия взаимодействия создаваемых или используемых технических систем с природой, социумом, техносферой.

Умение выделить при разработке или эксплуатации технических систем составные части, их функциональное назначение, возможности и принцип действия (Несущий корпус. Источник энергии. Преобразователи. Сенсоры. Система управления (в т.ч. аппаратно-программное обеспечение). Исполнительные элементы. Специальные системы (самодиагностика, блокировка, защита и др.).

Умение разработать структурные и функциональные схемы изделий, чертежи макетов для создания изделий.

Знание основных принципов проектирования, выбора материалов, конструирования и производства технических систем; стадий жизненного цикла продукции и их взаимосвязи.

Понимание:

влияния природных, техногенных и социальных факторов на функциональные характеристики устройств и систем;

возможных причин потери работоспособности технических систем, вплоть до разрушения;

опасных факторов при эксплуатации технических систем и в аварийных ситуациях.

Умение по схемам и чертежам понять из чего состоит и как работает техническая система (изделие).

Мнение экспертов: инженер-исследователь должен владеть набором инженерных компетенций!



Предложения от экспертов:

- Модернизация общетехнических дисциплин на 1-3 курсах путем:
 - сокращения учебных часов на освоение некоторых разделов математики и теоретической физики;
 - использования во всех естественнонаучных общепрофессиональных дисциплинах примеров их практического использования при изучении последующих учебных курсов и освоения профессиональных компетенций (Введение с 1-го семестра дисциплины «Физико-математические основы инженерных компетенций»).
- Развитие практико-ориентированной модели образования, в рамках которой студент получает базовые инженерные компетенции в университете, а специальные инженерные компетенции - на предприятиях.
- Коррекция, в случае необходимости, последовательности изучения дисциплин в учебных планах.
- Ликвидация «разрывов» практической инженерной подготовки студентов в учебном графике образовательных программ (проектная практика-учебная практика-производственная практика).
- Обучение в рамках учебных практик реальным практическим компетенциям.
- Исследовательская практика не должна замещать инженерную: должен быть баланс!
- Введение итоговой формы контроля по общеинженерным компетенциям в форме демэкзамена, соревнования, подтверждающего сформированность инженерных компетенций, экзамена на получение дополнительной квалификации по инженерному профилю.
- Обязательное проведение производственных практик на предприятиях с решением реальных практических задач.
- Привлечение к ведению инженерных дисциплин ведущих сотрудников предприятий.
- Участие преподавателей и инженеров учебных подразделений университета в НИОКР предприятий.



Предложения по совершенствованию общеинженерной подготовки



Преимущества:

- Подход к естественнонаучным дисциплинам как языкам инженерии позволяет студенту включить полученные знания в профессиональный контекст, понять их место в будущей профессиональной деятельности и использовать при изучении специальных дисциплин.
- Усвоение базовых инженерных компетенций более эффективно через включение в реальную практическую деятельность на базе центров прикладных компетенций, взаимодействующих с промышленными партнерами
- Система практик на предприятиях реального сектора экономики позволяет студенту овладеть актуальными компетенциями и адаптироваться к высокотехнологичному производству.
- Специализированные лаборатории и центры университета становятся связующим звеном между студентами и предприятиями-партнерами
- Связь (преемственность) между инженерными и исследовательскими практиками. Применение полученных инженерных навыков в исследовательской работе в рамках выбранной проблематики