

Задачи и возможные варианты решения проблем механики прочности упругих и жестких систем в области машиностроения, приборостроения и строительства компании НТЦ «АИМ»

Характеристики программных продуктов	Программные продукты			
	APM WinMachine	APM StructFEM	APM Civil Engineering	APM FEM для Компас-3D
Типы решаемых задач				
1. Линейные решения				
1.1 Линейный статический анализ				
<ul style="list-style-type: none"> • Типы конечных элементов 				
<ul style="list-style-type: none"> • Стержневые произвольных поперечных сечений, включая тонкостенные. • Гибкие элементы односторонней и двусторонней жесткости: канаты, тросы, ванты и т.д. • Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х узловые, 4-х узловые. • Оболочечные элементы второго порядка (6-ти, 8-ми) узловые. • Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти, 15-ти, 20-ти) узловые. • Трубчатые прямолинейные, криволинейные и т-образные. • Толстые оболочки, плиты (MITC-элементы). • Суперэлементы метода подконструкций. 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • • • • •
1.2. Возможные комбинации конструктивных элементов в сборках				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и солидных. • Оболочечных и стержневых. • Солидных и стержневых. 	<ul style="list-style-type: none"> • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • •

<ul style="list-style-type: none"> • Солидных, стержневых, оболочечных. • Солидных, стержневых, оболочечных, пластинчатых, гибких, трубчатых и любых возможных комбинаций. 	•	•	•	
1.3 Типы использованных материалов				
<ul style="list-style-type: none"> • Изотропные. • Ортоотропные. (деревянные и физически подобные) • Анизотропные. • Многослойные. • Композиционные. • Грунтовые. • Железобетон. 	•	•	•	•
<i>1.2 Линейный анализ устойчивости одного или нескольких нагружений</i>				
1. Типы конечных элементов				
<ul style="list-style-type: none"> • Стержневые произвольных поперечных сечений, включая тонкостенные. • Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х узловые, 4-х узловые. • Оболочечные элементы второго порядка (6-ти, 8-ми) узловые. • Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти, 15-ти, 20-ти) узловые. • Трубчатые прямолинейные, криволинейные и т-образные. • Толстые оболочки, плиты (МТС-элементы). 	•	•	•	•
Сборки, составленные из комбинаций конструктивных элементов				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и солидных. • Оболочечных и стержневых. 	•	•	•	•

<ul style="list-style-type: none"> • Солидных и стержневых. • Солидных, стержневых, оболочечных, гибких и их возможных комбинаций. 	•	•	•	
2. Типы использованных материалов				
<ul style="list-style-type: none"> • Изотропные. • Анизотропные. • Композиционные. • Железобетон. • Дерево и другие ортотропные материалы. 	•	•	•	•
<i>1.3 Расчет усталостной прочности под действием циклической внешней нагрузки при постоянной и переменном режимах нагружения.</i>				
Типы конечных элементов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Стержневые произвольных поперечных сечений • Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х, 4-х, а также второго 6-ти и 8-ми узловые • Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти, 15-ти, 20-ти узловые) • Толстые оболочки, плиты (MITC-элементы) • Суперэлементы метода подконструкций. 	•	•	•	•
Возможные комбинации конструктивных элементов в сборках:				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и солидных. 	•	•	•	•

<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и стержневых. • Солидных и стержневых. • Солидных, стержневых, оболочечных. • Солидных, стержневых, оболочечных, пластинчатых, трубчатых и любых возможных комбинаций. 	•	•	•	
Типы использованных материалов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Изотропные. • Ортоотропные. • Анизотропные. • Многослойные. 	•	•	•	•
<i>1.4 Прогнозирование усталостной прочности при переменном и случайном характере внешнего нагружения</i>				
Типы конечных элементов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Стержневые произвольных поперечных сечений. • Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х, 4-х, а также второго 6-ти и 8-ми узловые. • Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти, 15-ти, 20-ти узловые) 	•	•	•	

<ul style="list-style-type: none"> • Толстые оболочки, плиты (МТС-элементы). • Суперэлементы метода подконструкций. 	•	•	•	
Возможные комбинации конструктивных элементов				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и солидных. • Оболочечных и стержневых. • Солидных и стержневых. • Солидных, стержневых, оболочечных. • Солидных, стержневых, оболочечных, пластинчатых и любых возможных комбинаций. 	•	•	•	
Типы использованных материалов				
<ul style="list-style-type: none"> • Изотропные. • Ортотропные. • Анизотропные. • Многослойные 	•	•	•	
2. Нелинейные решения				
2.1 Анализ прочности				
<p>Расчет напряженно-деформированного состояния при расчете:</p> <p>Геометрически нелинейных задач.</p>	•	•	•	

Физически нелинейных задач.	•	•	•	
Задач общей нелинейности.	•	•	•	
Нелинейных задач расчета канатов и других вантовых конструктивных элементов и их возможных комбинаций.	•	•	•	
Типы конечных элементов				
<ul style="list-style-type: none"> • Стержневые произвольных поперечных сечений. • Гибкие элементы односторонней и двусторонней жесткости: канаты, тросы, ванты и т.д. • Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х, 4-х узловые. • Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти, 15-ти, 20-ти узловые). 	•	•	•	
Комбинаций конструктивных элементов (сборки):				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и солидных. • Оболочечных и стержневых. • Солидных и стержневых. • Солидных, стержневых, оболочечных и их произвольных комбинаций. 	•	•	•	
Характеристика материалов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Упруго нелинейные. • Упруго пластические. 	•	•	•	

<ul style="list-style-type: none"> • Упруго кусочно- линейные. • Произвольные пользовательские физически нелинейные характеристики. 	•	•	•	
<p><i>2.2 Расчет напряженно-деформированного состояния для случая контактного взаимодействия тел без учета сил трения, при наличии трения и проскальзывания, а также и в случае склеенного контакта</i></p>				
Типы конечных элементов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х, 4-х узловые. • Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти,15-ти, 20-ти узловые). 	•	•	•	
Комбинаций контактных элементов (сборки):				
<ul style="list-style-type: none"> • Узел-поверхность. • Оболочка- оболочка. • Солид –солид. • Солид и оболочка. 	•	•	•	
Характеристика материалов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Линейно упругие. • Упруго нелинейные. • Упруго пластические. 	•	•	•	
<p><i>2.3 Расчет больших деформаций и напряжений высоко-нелинейных</i></p>				

<i>механических объектов для случая геометрической и физической и общей нелинейности с учетом кинематического и изотропного упрочнения и без.</i>				
Типы конечных элементов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Стержневые произвольных поперечных сечений • Гибкие элементы односторонней и двусторонней жесткости: канаты, тросы, ванты и т.д. • Оболочечные и пластинчатые первого порядка 3-х, и 4-х узловые. • Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти,13-ти,15-ти, 20-ти узловые). 	• • • •	• • • •	• • • •	
Комбинаций конструктивных контактных элементов (сборки):				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и оболочечных. • Солидных и солидных. • Солидных и оболочечных. 	• • •	• • •	• • •	
Характеристика материалов				
<ul style="list-style-type: none"> • Линейно упругие. • Упруго нелинейные. • Упруго пластические. 	• • •	• • •	• • •	
<i>2.4. Анализ деформирования гиперупругих элементов, имеющих линейные и нелинейные упругие характеристики (резина, пластмассы, и другие).</i>				
Типы конечных элементов:				
Твердотельные объемные первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми и высших	•	•		

порядков 10-ти, 13-ти,15-ти, 20-ти узловые.				
Комбинаций конструктивных контактных элементов (сборки):				
<ul style="list-style-type: none"> • Гиперупругие-абсолютно жесткие. • Гиперупругие изотропные. 	•	•		
2.5. Моделирование вязкоупругих материалов и анализ ползучести				
Типы конечных элементов				
Твердотельные объемные первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми и высших порядков 10-ти, 13-ти,15-ти, 20-ти узловые).	•	•	•	
2.6 Решение задач анализа трещиностойкости средствами механики разрушения, а также с использованием метода конечных элементов (FEM) и XFEM метода в линейной и нелинейной постановках. (моделирование трещин и оценка параметров их неразрушения)				
Типы решаемых задач анализа трещиностойкости за пределами прочности и текучести:				
<ul style="list-style-type: none"> • Механическое разрушение. • Тепловое разрушение. • Смешанное механическое и тепловое разрушение. • Задачи усталостной прочности при трещинообразовании. 	•	•	•	
Типы конечных элементов:				
• Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х, 4-х узловые, а также	•	•	•	

<p>второго 6-ти и 8-ми узловые</p> <ul style="list-style-type: none"> • Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти, 15-ти, 20-ти узловые) 	•	•	•	
Возможные комбинации конструктивных элементов в сборках:				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и солидных. • Солидных, оболочечных, пластинчатых. 	•	•	•	
<p><i>2.7 Задачи синтеза при решении проблем трещинообразования за пределом прочности и текучести при прогнозировании работоспособности конструкций при переменном характере внешнего воздействия, включая гармоническое, блочное, стохастическое(случайное), а также моделирование процедур “рождения” и “смерти” конечного элемента</i></p>				
Типы решаемых задач анализа трещиностойкости за пределами прочности и текучести:				
<ul style="list-style-type: none"> • Механическое разрушение. • Тепловое разрушение. • Смешанное механическое и тепловое разрушение. • Разрушение, вызванное нарушением усталостной прочности трещинообразования. 	•	•	•	
Типы конечных элементов				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х, 4-х, а также второго 6- 	•	•	•	

ти и 8-ми узловые.				
<ul style="list-style-type: none"> • Твердотельные объемные: изопараметрические первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти,13-ти,15-ти, 20-ти узловые). 	•	•	•	
Возможные комбинации конструктивных элементов в сборке				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и солидных. • Солидных, оболочечных, пластинчатых, и их комбинаций. 	•	•	•	
3. Динамический анализ				
<i>3.1 Определение частот и форм собственных колебаний, в том числе с предварительным нагружением и без (модальный анализ).</i>				
Типы конечных элементов				
<ul style="list-style-type: none"> • Стержневые произвольных поперечных сечений. • Гибкие элементы односторонней и двусторонней жесткости: канаты, тросы, ванты и т.д. • Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х, 4-х узловые. • Твердотельные объемные: изопараметрические первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти,13-ти,15-ти, 20-ти узловые). • Трубчатые прямолинейные, криволинейные и т-образные. • Толстые оболочки, плиты (МПС-элементы). 	•	•	•	•
Возможные комбинации конструктивных элементов в сборке:				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечные и солидные. • Оболочечные и стержневые. • Солидные и стержневые. 	•	•	•	•

<ul style="list-style-type: none"> • Солидные, стержневые, оболочечные. • Солидные, стержневые, оболочечные, пластинчатые, гибкие, трубчатые и любые возможные комбинаций. 	•	•	•	
Типы использованных материалов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Изотропные. • Анизотропные. • Многослойные. • Композиционные. • Грунтовые. • Железобетон. • Дерево и другие ортотропные материалы. 	•	•	•	•
<i>3.2 Расчет вынужденных колебаний моделированием реакции системы во времени при произвольном законе изменения вынуждающей нагрузки. Моделирование переходных процессов. Расчет вибрации оснований.</i>				
Типы конечных элементов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Стержневые произвольных поперечных сечений. • Гибкие элементы односторонней и двусторонней жесткости: канаты, тросы, ванты и т.д. • Оболочечные и пластинчатые первого порядка 3-х и 4-х узловых. 	•	•	•	

<ul style="list-style-type: none"> • Твердотельные объемные: изопараметрические первого порядка (4-х, 5-ти, 6-и, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти, 15-ти, 20-ти узловые). • Трубчатые прямолинейные, криволинейные и т-образные. • Толстые оболочки, плиты (МПС-элементы) 	•	•	•	
<p>Типы сборок:</p>				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и стержневых. • Солидных и стержневых. • Солидных, стержневых, оболочечных. • Солидных, стержневых, оболочечных, пластинчатых, гибких, трубчатых и любых возможных комбинаций. 	•	•	•	
<p>Типы материалов</p>				
<ul style="list-style-type: none"> • Изотропные. • Ортотропные. • Анизотропные. • Многослойные. • Композиционные. • Железобетон. 	•	•	•	

• Дерево.	•	•	•	
<i>3.3 Гармонический анализ с учетом преднагружения, демпфирующих свойств, внутреннего трения для силового, кинематического и динамического воздействия.</i>				
Типы конечных элементов:				
• Стержневые произвольных поперечных сечений.	•	•	•	
• Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х, 4-х, а также второго 6-ти и 8-ми узловые.	•	•	•	
• Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-и, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти, 15-ти, 20-ти узловые).	•	•	•	
• Трубчатые прямолинейные, криволинейные и т-образные.	•	•	•	
• Толстые оболочки плиты (MITC- элементы).	•	•	•	
Возможные комбинации конструктивных элементов в сборках				
• Оболочечных и солидных.	•	•	•	
• Оболочечных и стержневых.	•	•	•	
• Солидных и стержневых.	•	•	•	
• Солидных, стержневых, оболочечных.	•	•	•	
• Солидных, стержневых, оболочечных, пластинчатых, и любых возможных комбинаций.	•	•	•	

Типы использованных материалов				
<ul style="list-style-type: none"> • Изотропные. • Ортогруппные. • Анизотропные. • Многослойные. • Композиционные. • Железобетон. 	• • • • • •	• • • • • •	• • • • • •	
<i>3.4 Спектральный анализ динамики сложных механических систем при стохастическом внешнем нагружении (спектральная плотность мощности). Расчет широкополосной случайной вибрации.</i>				
Типы конечных элементов				
• Стержневые произвольных поперечных сечений.	•	•	•	
• Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х, 4-х, а также второго 6-ти и 8-ми узловые.	•	•	•	
• Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти, 15-ти, 20-ти узловые).	•	•	•	
• Трубчатые прямолинейные, криволинейные и т-образные.	•	•	•	
• Толстые оболочки плиты (MITC- элементы).	•	•	•	

Возможные комбинации конструктивных элементов в сборках:				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и солидных. • Оболочечных и стержневых. • Солидных и стержневых. • Солидных, стержневых, оболочечных. • Солидных, стержневых, оболочечных, пластинчатых, и любых возможных комбинаций. 	•	•	•	
Типы использованных материалов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Изотропные. • Ортотропные. • Анизотропные. • Многослойные. • Композиционные. • Железобетон. 	•	•	•	
<i>3.5 Моделирование конструкций при сейсмических воздействиях.</i>				
Типы конечных элементов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Стержневые произвольных поперечных сечений. • Гибкие элементы односторонней и двусторонней жесткости: канаты, тросы, ванты и т.д. 	•	•	•	

<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х, 4-х, а также второго 6-ти, 8-ми узловые. • Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти, 15-ти, 20-ти узловые). • Трубчатые прямолинейные, криволинейные и т-образные. • Толстые оболочки, плиты (МГТС- элементы). 	• • • •	• • • •	• • • •	
<p>Возможные комбинации конструктивных элементов в сборке:</p>				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и солидных. • Оболочечных и стержневых. • Солидных и стержневых. • Солидных, стержневых, оболочечных. • Солидных, стержневых, оболочечных, пластинчатых, гибких, трубчатых и любых возможных комбинаций. 	• • • • •	• • • • •	• • • • •	
<p>Типы использованных материалов:</p>				
<ul style="list-style-type: none"> • Изотропные. • Ортотропные. • Анизотропные. • Многослойные. • Композиционные. 	• • • • •	• • • • •	• • • И • •	

<ul style="list-style-type: none"> • Грунтовые. • Железобетон. • Дерево. 	•	•	•	
3.6. <i>Моделирование быстroteкущих и ударных процессов</i>				
Типы конечных элементов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х, 4-х, а также второго 6-ти, 8-ми узловые. • Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти, 15-ти, 20-ти узловые). 	•	•		
Типы материалов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Изотропные геометрически нелинейные и физически линейные. 	•	•		
4. Структурный анализ				
<p>4.1 Структурный анализ механических систем</p> <p>Рассматривается структурный анализ, как в статике, так и в случае описания переходных процессов. В отличии от представленных выше, здесь рассматривается деформированное состояния, твердых тел в квазистационарной и нестационарном постановках с учетом множества возможных нелинейных «эффектов» в одном расчете и в идеологии переменного нагружения. Под переменным нагружением понимается возможность учета истории нагружения.</p>				
<i>Из числа нелинейных эффектов структурный анализ позволяет учесть</i>				
<ul style="list-style-type: none"> • Контактное взаимодействие. 	•	•		
<ul style="list-style-type: none"> • Пластичность в твердотельных элементах. 	•	•		

• Гиперупругость в твердотельных элементах.	•	•		
• Учет больших перемещений и деформаций в твердотельных элементах.	•	•		
• Учет только больших перемещений в оболочках.	•	•		
• Учет только больших перемещений в стержнях	•	•		
• Наличие односторонних опор.	•	•		
• Расчет одномерных элементов, работающих только на растяжение или сжатие. Инструмент универсальный поддерживает работу как в режиме только растяжение / только сжатие, так и в режиме растяжение / сжатие с разными характеристиками жесткости.	•	•		
• Учет истории нагружения.	•	•		
Типы конечных элементов:		•		
• Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти, 15-ти, 20-ти узловые).	•	•		
• Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х, 4-х узловые.	•	•		
• Стержневые произвольных поперечных сечений. - двухузловой (балка), - двухузловой (ферма).	•	•		
Материалы				
• Изотропный материал.	•	•		
• Идеальный упругопластичный.	•	•		
• Изотропное билинейное упрочнение.	•	•		
• Изотропное мультилинейное упрочнение.	•	•		
• Изотропное нелинейное упрочнение.	•	•		
• Модель гиперупругого сжимаемого материала «нео-гуковского типа».	•	•		

4.2. Выбор структуры и геометрических параметров композиционных материалов				
Решаемые задачи.				
<ul style="list-style-type: none"> • Расчет напряженно-деформированного состояния в статике. • Расчет устойчивости. • Определение частот собственных колебаний и собственных форм. • Расчет стационарной теплопроводности и термopрочности. • Проведение расчётов на послойное разрушение армирующих волокон ламината по критериям типа Цая-Хилла. • Послойный анализ напряженно- деформированного состояния ламинатных композитов. 	• • • • • •	• • • • • •		
Типы конечных элементов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Пластинчатые многослойные первого порядка 3-х узловые (MITC DKT-элементы). • Оболочечные многослойные первого порядка 4-х узловые (MITC DKT-элементы). 	• •	• •		
4.3 Топологическая оптимизация				
<i>Целевая функция</i>				
<ul style="list-style-type: none"> • Объем/масса. • Общая энергия деформации. • Проекция перемещения узла на направление. • Напряжение в элементе (SVM). 	• • • •	• • • •	• • • •	• • • •

<ul style="list-style-type: none"> • Напряжение в группе элементов (SVM). • Реакции в опоре. • Собственные частоты. • Устойчивость. • Комбинация из перечисленных выше. 	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •
<i>Конструктивные ограничения (граничные условия)</i>				
<ul style="list-style-type: none"> • Реакции опор. • Параметры устойчивости. • Величины собственных частот 	• • •	• • •	• • •	• • •
<i>Технологические и геометрические ограничения</i>				
<ul style="list-style-type: none"> • Минимальная толщина. • Максимальная толщина. • Условие симметрии оптимизируемой детали. • Получение детали штамповкой. • Получение детали экструзией. • Возможность реализации 3D-печати. 	• • • • • •	• • • • • •	• • • • • •	• • • • • •

5. Нагрузки и другие силовые воздействия для всего класса задач механики				
Силовые воздействия				
<ul style="list-style-type: none"> • Сосредоточенные силы и моменты (постоянные и переменные во времени). • Силовые факторы переменные во времени, импульсные и ударные. • Нагрузки, распределенные по длине, площади и объему нагрузки (постоянные, переменные зависящие от координат и переменные во времени). • Нагрузки, заданные линейным и/или угловым перемещением (постоянные и переменные во времени). • Снеговые, ветровые (с учетом пульсационной ветровой составляющей), а также сейсмические нагрузки (по СНиП), с учетом распределенных и сосредоточенных масс, линейных и вращательных степеней свободы. • Давление гидростатического типа. • Давление контактного типа. • Расчетные сочетания усилий (PCY). • Центробежные (заданные линейным и/или угловыми скоростями либо линейными или угловыми ускорениями). • Гравитационные. • Удаленные силовые факторы. 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • • • • • • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • • • • • • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • • • • • • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • • • • • • • • •
6. Функциональные возможности теплового анализа				
6.1 Анализ стационарной теплопроводности				

Типы конечных элементов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Стержневые произвольных поперечных сечений. • Гибкие элементы односторонней и двусторонней жесткости: канаты, тросы, ванты и т.д. • Оболочечные и пластинчатые элементы первого порядка (3-х, 4-х) узловые. • Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-и, 13-ти, 15-ти, 20-ти узловые). • Трубчатые прямолинейные, криволинейные и т-образные. • Толстые оболочки, плиты (MITC- элементы). 	• •	• •	• •	• •
Сборки, составленные из комбинаций конструктивных элементов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и солидных. • Оболочечных и стержневых. • Солидных и стержневых. • Солидных, стержневых, оболочечных, гибких и их возможные комбинации. 	• • • •	• • • •	• • • •	•
Типы использованных материалов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Изотропные. • Анизотропные. • Ортотропные. • Многослойные. • Композиционные. 	• • • • •	• • • • •	• • • • •	•

<ul style="list-style-type: none"> • Железобетон. • Грунтовые. 	• •	• •	• •	
Тепловые воздействия:				
<ul style="list-style-type: none"> • Температуры локальных участков. • Тепловые потоки. • Параметров конвекционного теплообмена. • Параметров теплоизлучения (радиации). 	• • • •	• • • •	• • • •	• • • •
6.2 Анализ нестационарной теплопроводности				
Типы конечных элементов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Стержневые произвольных поперечных сечений. • Гибкие стержни односторонней и двусторонней жесткости. • Оболочечные и пластинчатые: первого порядка 3-х, 4-х узловые. • Твердотельные объемные: первого порядка (4-х, 5-ти, 6-ти, 8-ми) и высших порядков (10-ти, 13-ти, 15-ти, 20-ти) узловые. • Трубчатые прямолинейные, криволинейные и т-образные. • Толстые оболочки, плиты (MITC- элементы). 	• • • • • •	• • • • • •	• • • • • •	
Сборки, составленные из комбинаций конструктивных элементов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Оболочечных и солидных. • Оболочечных и стержневых. 	• • •	• • •	• • •	

<ul style="list-style-type: none"> • Солидных и стержневых. • Солидных, стержневых, оболочечных и их возможные комбинации 	•	•	•	
Типы использованных материалов:				
<ul style="list-style-type: none"> • Изотропные. • Анизотропные. 	•	•	•	
Тепловые воздействия				
<ul style="list-style-type: none"> • Температуры локальных участков. • Тепловые потоки. • Параметров конвекционного теплообмена. • Параметров теплоизлучения (радиации). 	•	•	•	
	•	•	•	
	•	•	•	
	•	•	•	
7. Кинематический и динамический анализ многокомпонентных динамических систем				
<ul style="list-style-type: none"> • Кинематический, динамический и силовой анализ рычажных механизмов с учетом податливости звеньев и без учета податливости. • Кинематика и динамика движущихся незакрепленных твердотельных объектов. 	•			
	•			
8. Проектирование объектов инженерного анализа с использованием отечественных стандартов и других нормативных документов.				
Перечень объектов для выполнения расчетов и типы расчета.				
<ul style="list-style-type: none"> • Проектировочный и проверочный расчет соединений (модуль APM Joint): <ul style="list-style-type: none"> ✓ сварных различных типов; 	•			

<ul style="list-style-type: none"> ✓ групповых резьбовых соединений для всех возможных типов нагрузений; ✓ заклепочных; ✓ соединений деталей вращения с натягом, шлицевых, шпоночных и т.п. <ul style="list-style-type: none"> • Проектировочный и проверочный расчет механических передач вращения (APM Trans). Расчет выполняются для передач вращения следующих типов: <ul style="list-style-type: none"> ✓ цилиндрических зубчатых наружного и внутреннего зацеплений; ✓ конических передач с прямым и круговым зубом; ✓ червячных различных модификаций; ✓ ременных различных типов; ✓ цепных. • Проверочный расчет валов и осей (статический и усталостный расчеты, расчет динамических характеристик вала) (APM Shaft). • Проектирование подшипниковых узлов качения (модуль APM Bear) и скольжения (модуль APM Plain) с определением основных параметров работы. • Проектирование привода вращательного движения произвольной структуры, включающего передачи с неподвижными осями (цилиндрические, конические, червячные, ременные и цепные) и планетарные передачи различных типов (модуль APM Drive). 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • • • • • • • • • 			
---	--	--	--	--

<ul style="list-style-type: none"> • Проектировочный и проверочный расчет упругих элементов машин. (модуль APM Spring). • Проверочный расчет передач поступательного движения (винтовые передачи скольжения, шариковые винтовые и планетарно–винтовые (ролик–винтовые) передачи). Расчет выполняется с использованием модуля APM Screw. • Проектировочный расчет и проектирование кулачковых механизмов с поступательным или коромысловым толкателями при произвольном законе изменения перемещений, скоростей и ускорений толкателя, с автоматической генерацией чертежей кулачкового профиля (модуль APM Cam). 	<ul style="list-style-type: none"> • • 			
9. Анализ напряжённо-деформированного состояния объектов промышленного и гражданского строительства, в том числе с оценкой критериев, предъявляемых действующими нормами РФ.				
<ul style="list-style-type: none"> • Графическое представление объекта проектирования средствами собственного геометрического редактора, либо экспортом-импортом из графической среды Revit, Renga Structure. 			<ul style="list-style-type: none"> • 	
<ul style="list-style-type: none"> • Формирование в единой среде препроцессора смешенных моделей строительного объекта, включающего стальные, стальные тонкостенные, армированные, деревянные, армокаменные элементы, вантовые конструктивные элементы, а также модели оснований и фундаментов. 			<ul style="list-style-type: none"> • 	
<ul style="list-style-type: none"> • Задание, средствами препроцессора, закреплений, параметров материалов конструктивных элементов, нагрузок и воздействий, с целью формирования 			<ul style="list-style-type: none"> • 	

<p>расчетных сочетаний усилий (PCY) и последующего инженерного анализа всего строительного объекта, либо отдельных его элементов. Ветровое давление, при этом может, быть заданным прямым обдувом мультифизическими методами.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Назначение средствами препроцессора кинематических и силовых граничных условий, физико-механических свойств материалов, формирование правил вычисления расчётных сочетаний усилий (PCY) с последующим анализом всего строительного объекта и его отдельных элементов. 				
<ul style="list-style-type: none"> • Численный анализ напряженно-деформированного состояния объектов строительного проектирования основан на использовании метода конечных элементов и иных расчетных методов инженерного анализа в том числе, удовлетворяющих требованиям действующих строительных норм РФ. 			•	
<p>Заявленные возможности позволяют выполнить:</p>				
<ul style="list-style-type: none"> - Расчёт по подбору (проверке) поперечных сечений элементов стальных конструкций, а также расчет вантовых, тросовых и других гибких конструктивных элементов. Прогнозирование оптимальных конструкций с при использовании инструментов топологической оптимизации. 			•	
<ul style="list-style-type: none"> - Расчёт легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК), в том числе стеллажных систем, а также конструкций временного назначения, составленных из элементов тонкостенного профиля. 			•	
<ul style="list-style-type: none"> - Расчет по подбору армирования железобетонных конструкций, а также расчёт по проверке заданных схем армирования бетонных конструкций. 			•	
<ul style="list-style-type: none"> - Проверочный и проектировочный расчеты армокаменных конструкций 			•	

– Проверочный расчет клееных и цельнодеревянных конструкций, а также автоматический подбор их поперечных сечений и узловых креплений, включая МЗП			•	
– расчет столбчатых, плитных, свайных и комбинированных свайно-плитных фундаментов			•	
– Расчёт напряжённо-деформированного состояния оснований зданий и сооружений методом конечных элементов в виде объёмной твердотельной модели, построенной на основании задаваемых карт напластований грунтов.			•	
<i>Вся совокупность перечисленных проектировочных и проверочных расчетов позволяет для единой комплексной модели в единой среде, получить результаты вычислений для инженерного анализа следующих задач:</i>				
• Линейный статический анализ оценки напряженно-деформированного состояния.			•	
• Линейный анализ устойчивости.			•	
• Анализ температурных полей, полей термо-перемещений, термо-напряжений для случая стационарного и нестационарного тепловых режимов.			•	
• Анализ деформаций и напряжений нелинейных механических систем для случая геометрической и физической и общей нелинейности.			•	
• Определение частот и форм собственных колебаний. (модальный анализ)			•	
• Анализ сейсмического нагружения.			•	
• Расчет вынужденных колебаний моделированием реакции системы в режиме реального времени при произвольном законе изменения вынуждающей нагрузки.			•	

- Анализ динамики ветрового потока на объекты промышленного и гражданского строительства мультифизическими методами и методами с использованием нормативов.

•