

УТВЕРЖДАЮ
Начальник управления
персоналом ФГУП «ЦАГИ»



[Signature]
О.А. Власова

2022г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«Abaqus для конструкторов»**

ФГУП «ЦАГИ»
г. Жуковский

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Abaqus для конструкторов» (далее - Программа) разработана в соответствии с требованиями Федерального закона Российской Федерации от 29 декабря 2012 года №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 01 июля 2013 года №499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам». Программа ориентирована на требования профессионального стандарта «Специалист по проектированию и конструированию авиационной техники», утвержденного Министерством труда и социальной защиты РФ от 08.12.2014г. №985н.

Программа содержит пояснительную записку, учебный план, описание теоретического обучения и практических занятий, календарный учебный график, рабочую программу, список литературы.

Целью курса является повышение квалификации специалистов в области конечно-элементного моделирования для расчётов конструкций на прочность.

Категории обучаемых: данная программа предназначена для инженерно-технических работников, конструкторов, специалистов и аспирантов, работающих в области проектирования, в том числе в авиа- и ракетостроении, а также студентов и слушателей соответствующих технических высших учебных заведений.

Продолжительность (трудоемкость) обучения: 150 академических часов. Для всех видов занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Форма обучения: Очная (с отрывом от работы).

Режим занятий: 20 академических часов в неделю.

Планируемые результаты обучения: в результате прослушанного лекционного материала и выполненных практических работ, слушатели освоят типовые техники выполнения статических прочностных расчётов для изотропных и анизотропных конструкций методами конечных элементов в программном комплексе инженерного анализа Abaqus. Познакомятся с проблематикой расчёта соединений в конструкциях.

Организационно – педагогические условия: обучение по Программе организуется путем проведения лекционных занятий, практических занятий и самостоятельной работы под руководством преподавателя. Реализация Программы предполагает применение технических средств обучения (компьютерных). При проведении лекционных занятий преподаватель регламентирует темп изложения учебного материала, который позволяет слушателям при необходимости производить записи. Перед завершением занятия преподаватель отвечает на возникшие у слушателя вопросы, выборочно проверяется степень усвоения изложенного материала.

Программой предусматривается самостоятельная работа под руководством преподавателя, которая имеет целью закрепления и углубления полученных знаний, поиск и приобретение новых знаний.

Самостоятельная работа слушателей предусматривает, как правило, выполнение учебных заданий, а также обмен опытом и подготовку к зачету в соответствии с учебной программой.

Для чтения лекций привлекаются квалифицированные специалисты ФГУП «ЦАГИ».

Материально-техническое обеспечение реализации программы: Лекции проводятся в компьютерном классе оборудованный 6 компьютерами, обеспечивающей демонстрацию видеофильмов, плакатов, использование технические средства обучения:

ноутбук, проектор, экран.

По окончании курса слушатель должен обладать компетенциями, включающими в себя способность:

- использовать полученные знания и навыки в рамках дисциплины;
- применять методы конечно элементного расчёта для оценки прочности конструкции.

Знать:

- методику расчёта напряжений и деформаций изотропных конструкций в среде Abaqus;
- методику расчёта напряжений и деформаций анизотропных конструкций в среде Abaqus;

Уметь:

- Выполнять прочностные расчёты методами конечных элементов на основе спроектированных или готовых математических моделей в среде Abaqus;
- исследовать поведение конструкции при различных техниках моделирования в среде Abaqus.

Лицам, успешно освоившим настоящую дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдаются документы о квалификации: удостоверение о повышении квалификации.

Основная цель вида профессиональной деятельности - Создание новых образцов авиационной техники в рамках заданных тактико-технических требований

Обобщенная трудовая функция - Проведение проектно-конструкторских и расчетных работ по разработке авиационной техники

Трудовые функции:

1. Разработка теоретических, компоновочных чертежей, схем и их электронных моделей летательного аппарата

Трудовые действия	Разработка чертежей общего вида и компоновочных чертежей
	Разработка конструктивно-силовых схем
	Разработка кинематических схем
	Разработка схемы размещения нагрузки, топлива
	Разработка схемы базирования и размещения летательного аппарата
	Разработка схемы загрузки и центровки
	Разработка нивелировочных схем
	Разработка схемы аварийного покидания

	Разработка схемы плавучести
	Разработка схем дверей и люков
	Разработка схем размещения специального оборудования
	Разработка схем окраски и покрытий
	Разработка схем размещения членов экипажа
	Разработка диаграмм обзора членов экипажа
	Разработка схем кабины экипажа
Необходимые умения	Применять методический аппарат по проектированию летательных аппаратов
	Применять методики расчета летательного аппарата на прочность
	Применять методики расчета надежности агрегатов, узлов и систем летательного аппарата
	Применять методики кинематических расчетов узлов
	Применять рекомендуемые справочные материалы и ограничительные сортаменты по конструкционным материалам, стандартизованным изделиям, смазкам, топливам, рабочим жидкостям, системе предельных отклонений размеров и форм
	Читать и понимать техническую документацию на английском языке
	Применять инструментарий: - пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации; - пользоваться стандартными пакетами прикладных программ при проведении расчетных и проектно-конструкторских работ, графического оформления проекта
Необходимые знания	Техническая механика
	Расчет на прочность и жесткость
	Основы аэроупругости
	Основы метрологии, стандартизации и сертификации
	Основные сведения о свойствах конструкционных материалов
	Технология конструкционных материалов
	Аэродинамика и газодинамика

	Динамика полета, устойчивость и управляемость летательного аппарата
	Оборудование летательных аппаратов
	Силовые установки летательных аппаратов
	Устройство летательных аппаратов
	Конструирование и проектирование летательных аппаратов: основные этапы проектирования летательных аппаратов и перечень работ, выполняемых на каждом из этапов
	Основы технологии авиационного производства
	Основы эксплуатации авиационной техники
	Требования охраны труда, промышленной и экологической безопасности
	Технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия
	Основы систем автоматизированного проектирования
	Основы эргономики пилотских и пассажирских кабин
	<p>Нормативно-техническая документация:</p> <ul style="list-style-type: none"> - единая система конструкторской документации; - руководство для конструкторов по прочности и по ресурсу; - нормы прочности; - перечни нормализованных элементов узлов и деталей; - ограничительные сортаменты, применяемые в авиационной промышленности; - система управления безопасностью полетов; - авиационные правила; - общие технические требования военно-воздушных сил; - нормы летной годности; - ожидаемые условия эксплуатации летательных аппаратов; - технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям

2. Разработка материалов технического предложения, аванпроекта, эскизного проекта, макета и технического проекта летательного аппарата, его модернизации или модификации

Трудовые действия	Разработка проектно-конструкторской документации по формированию облика летательного аппарата
	Согласование тактико-технического задания и технического задания на разработку летательного аппарата
	Разработка исходных данных для проектирования

	летательного аппарата
	Разработка материалов по обеспечению стойкости летательного аппарата к внешним воздействиям
	Разработка материалов по обеспечению живучести летательного аппарата
	Разработка программы обеспечения характеристик надежности, безопасности и эксплуатационной технологичности
	Разработка перечня испытательных стендов
	Разработка перечня наземного оборудования
	Проведение анализа конкурентоспособности летательного аппарата
	Проведение анализа передового опыта ведущих авиационных предприятий по проектированию, производству и эксплуатации летательных аппаратов
Необходимые умения	Применять методический аппарат по проектированию летательных аппаратов
	Применять методики расчета летательного аппарата на прочность
	Применять методики расчета надежности агрегатов, узлов и систем летательного аппарата
	Применять рекомендуемые справочные материалы и ограничительные сортаменты по конструкционным материалам, стандартизованным изделиям, смазкам, топливам, рабочим жидкостям, систему предельных отклонений размеров и форм
	Читать и понимать техническую документацию на английском языке
	Применять инструментарий: - пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации; - пользоваться стандартными пакетами прикладных программ при проведении расчетных и проектно-конструкторских работ, для графического оформления проекта
Необходимые знания	Техническая механика
	Расчет на прочность и жесткость

	Основы аэроупругости
	Основы метрологии, стандартизации и сертификации
	Основные сведения о свойствах конструкционных материалов
	Технология конструкционных материалов
	Аэродинамика и газодинамика
	Динамика полета, устойчивость и управляемость летательного аппарата
	Оборудование летательных аппаратов
	Силовые установки летательных аппаратов
	Устройство летательных аппаратов
	Конструирование и проектирование летательных аппаратов: основные этапы проектирования летательных аппаратов и перечень работ, выполняемых на каждом из этапов
	Основы технологии авиационного производства
	Основы эксплуатации авиационной техники
	Требования охраны труда, промышленной и экологической безопасности
	Технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия
	Основы систем автоматизированного проектирования
	Основы экономики
	Нормативно-техническая документация: - система управления безопасностью полетов; - авиационные правила; - общие технические требования военно-воздушных сил; - нормы летной годности; - ожидаемые условия эксплуатации летательных аппаратов; - технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям

3. Разработка электронного макета летательного аппарата и его составных частей

Трудовые действия	Разработка трехмерных моделей летательного аппарата, его систем и агрегатов
	Внесение изменений в модели летательного аппарата, его систем и агрегатов

Необходимые умения	Применять методический аппарат по проектированию летательных аппаратов
	Применять методики расчета летательного аппарата на прочность
	Применять методики расчета надежности агрегатов, узлов и систем летательного аппарата
	Применять методики кинематических расчетов узлов
	Применять рекомендуемые справочные материалы и ограничительные сортаменты по конструкционным материалам, стандартизованным изделиям, смазкам, топливам, рабочим жидкостям, систему предельных отклонений размеров и форм
	Читать и понимать техническую документацию на английском языке
	Применять инструментарий: - пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации; - пользоваться стандартными пакетами прикладных программ при проведении расчетных и проектно-конструкторских работ, графического оформления проекта
Необходимые знания	Техническая механика
	Расчет на прочность и жесткость
	Основы аэроупругости
	Основы метрологии, стандартизации и сертификации
	Основные сведения о свойствах конструкционных материалов
	Технология конструкционных материалов
	Аэродинамика и газодинамика
	Динамика полета, устойчивость и управляемость летательного аппарата
	Оборудование летательных аппаратов
	Силовые установки летательных аппаратов
	Устройство летательных аппаратов
	Конструирование и проектирование летательных аппаратов: основные этапы проектирования летательных аппаратов и перечень работ, выполняемых на каждом из этапов

	Основы технологии авиационного производства
	Основы эксплуатации авиационной техники
	Требования охраны труда, промышленной и экологической безопасности
	Технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия
	Основы систем автоматизированного проектирования
	Основы экономики
	<p>Нормативно-техническая документация:</p> <ul style="list-style-type: none"> - единая система конструкторской документации; - руководство для конструкторов по прочности и по ресурсу; - нормы прочности; - перечни нормализованных элементов узлов и деталей; - ограничительные сортаменты, применяемые в авиационной промышленности; - система управления безопасностью полетов; - авиационные правила; - общие технические требования военно-воздушных сил; - нормы летной годности; - ожидаемые условия эксплуатации летательных аппаратов; - технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям

4. Разработка и оформление доказательной документации для сертификации летательного аппарата

Трудовые действия	Разработка чертежей или электронных моделей для доказательной документации при сертификации летательного аппарата
	Подготовка материалов для получения сертификата типа
	Разработка отчетов и доказательной документации для сертификации летательных аппаратов
	Формирование сертификационного базиса летательного аппарата
	Разработка программы сертификации летательного аппарата
Необходимые умения	Применять методический аппарат по проектированию летательных аппаратов
	Применять рекомендуемые справочные материалы и ограничительные сортаменты по конструкционным материалам, стандартизованным изделиям, смазкам,

	топливам, рабочим жидкостям, систему предельных отклонений размеров и форм
	Читать и понимать техническую документацию на английском языке
	Применять инструментарий: - пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации; - пользоваться стандартными пакетами прикладных программ при проведении расчетных и проектно-конструкторских работ, графического оформления проекта
Необходимые знания	Техническая механика
	Расчет на прочность и жесткость
	Основы аэроупругости
	Основы метрологии, стандартизации и сертификации
	Основные сведения о свойствах конструкционных материалов
	Технология конструкционных материалов
	Аэродинамика и газодинамика
	Динамика полета, устойчивость и управляемость летательного аппарата
	Оборудование летательных аппаратов
	Силовые установки летательных аппаратов
	Устройство летательных аппаратов
	Конструирование и проектирование летательных аппаратов: основные этапы проектирования летательных аппаратов и перечень работ, выполняемых на каждом из этапов
	Основы технологии авиационного производства
	Основы эксплуатации авиационной техники
	Требования охраны труда, промышленной и экологической безопасности
	Технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия
	Основы систем автоматизированного проектирования
Основы экономики	

	<p>Нормативно-техническая документация:</p> <ul style="list-style-type: none"> - единая система конструкторской документации; - руководство для конструкторов по прочности и по ресурсу; - нормы прочности; - перечни нормализованных элементов узлов и деталей; - ограничительные сортаменты, применяемые в авиационной промышленности; - система управления безопасностью полетов; - авиационные правила; - общие технические требования военно-воздушных сил; - нормы летной годности; - ожидаемые условия эксплуатации летательных аппаратов; - нормативно-техническая документация по сертификации летательных аппаратов; - основные характеристики систем наземного обслуживания; - технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям
--	---

5. Проведение проектировочных расчетов характеристик летательного аппарата и его агрегатов

Трудовые действия	Выполнение параметрических и оптимизационных расчетов по выбору рациональных параметров летательного аппарата
	Выполнение расчетов летно-технических и взлетно-посадочных характеристик
	Выполнение расчетов профилей полетов
	Выполнение расчетов аэродинамических характеристик летательного аппарата
	Выполнение расчетов характеристик устойчивости и управляемости летательного аппарата
	Выполнение расчетов высотно-скоростных характеристик летательного аппарата
	Выполнение расчетов массово-инерционных характеристик
	Выполнение расчетов диапазона эксплуатационных масс и центровок
	Выполнение расчетов напряженно-деформированного состояния конструкции
	Выполнение расчетов характеристик надежности, безопасности и эксплуатационной технологичности
Выполнение расчетов диаграммы "полезная нагрузка - дальность"	

	Выполнение расчетов диаграммы области возможных полетов
Необходимые умения	Применять методический аппарат по проектированию летательных аппаратов
	Применять методики расчета летательного аппарата на прочность
	Применять методики расчета надежности агрегатов, узлов и систем летательного аппарата
	Применять методики кинематических расчетов узлов
	Применять рекомендуемые справочные материалы и ограничительные сортаменты по конструкционным материалам, стандартизованным изделиям, смазкам, топливам, рабочим жидкостям, систему предельных отклонений размеров и форм
	Читать и понимать техническую документацию на английском языке
	Применять инструментарий: - пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации; - пользоваться стандартными пакетами прикладных программ при проведении расчетных и проектно-конструкторских работ, графического оформления проекта
Необходимые знания	Техническая механика
	Расчет на прочность и жесткость
	Основы аэроупругости
	Основы метрологии, стандартизации и сертификации
	Основные сведения о свойствах конструкционных материалов
	Технология конструкционных материалов
	Аэродинамика и газодинамика
	Динамика полета, устойчивость и управляемость летательного аппарата
	Оборудование летательных аппаратов
	Силовые установки летательных аппаратов
	Устройство летательных аппаратов

	Конструирование и проектирование летательных аппаратов: основные этапы проектирования летательных аппаратов и перечень работ, выполняемых на каждом из этапов
	Основы технологии авиационного производства
	Основы эксплуатации авиационной техники
	Требования охраны труда, промышленной и экологической безопасности
	Технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия
	Основы систем автоматизированного проектирования
	Основы экономики
	Методы оптимизации параметров летательного аппарата
	Методики расчета массово-инерционных характеристик летательного аппарата и его агрегатов
	Основные параметры и характеристики различных типов двигателей
	<p>Нормативно-техническая документация:</p> <ul style="list-style-type: none"> - единая система конструкторской документации; - руководство для конструкторов по прочности и по ресурсу; - нормы прочности; - перечни нормализованных элементов узлов и деталей; - ограничительные сортаменты, применяемые в авиационной промышленности; - система управления безопасностью полетов; - авиационные правила; - общие технические требования военно-воздушных сил; - нормы летной годности; - ожидаемые условия эксплуатации летательных аппаратов; - технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям

6. Расчет и контроль массово-инерционных, центровочных характеристик летательного аппарата, его систем и агрегатов

Трудовые действия	Анализ весового совершенствования летательного аппарата, его систем и агрегатов
	Выполнение расчетов массово-инерционных характеристик
	Разработка лимитов масс
	Разработка центровочных ведомостей

	Разработка порядка расхода топлива
	Разработка порядка погрузки-разгрузки
	Контроль массы деталей и агрегатов летательного аппарата
	Контроль и анализ результатов взвешивания летательного аппарата
Необходимые умения	Применять методический аппарат по проектированию летательных аппаратов
	Применять методики расчета летательного аппарата на прочность
	Применять рекомендуемые справочные материалы и ограничительные сортаменты по конструкционным материалам, стандартизованным изделиям, смазкам, топливам, рабочим жидкостям, систему предельных отклонений размеров и форм
	Читать и понимать техническую документацию на английском языке
	Применять инструментарий: - пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации; - пользоваться стандартными пакетами прикладных программ при проведении расчетных и проектно-конструкторских работ, графического оформления проекта
Необходимые знания	Техническая механика
	Расчет на прочность и жесткость
	Основы аэроупругости
	Основы метрологии, стандартизации и сертификации
	Основные сведения о свойствах конструкционных материалов
	Технология конструкционных материалов
	Аэродинамика и газодинамика
	Динамика полета, устойчивость и управляемость летательного аппарата
	Оборудование летательных аппаратов
	Силовые установки летательных аппаратов
	Устройство летательных аппаратов

	Конструирование и проектирование летательных аппаратов: основные этапы проектирования летательных аппаратов и перечень работ, выполняемых на каждом из этапов
	Основы технологии авиационного производства
	Основы эксплуатации авиационной техники
	Требования труда, промышленной и экологической безопасности
	Технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия
	Основы систем автоматизированного проектирования
	Основы экономики
	<p>Нормативно-техническая документация:</p> <ul style="list-style-type: none"> - единая система конструкторской документации; - руководство для конструкторов по прочности и по ресурсу; - нормы прочности; - перечни нормализованных элементов узлов и деталей; - ограничительные сортаменты, применяемые в авиационной промышленности; - система управления безопасностью полетов; - авиационные правила; - общие технические требования военно-воздушных сил; - нормы летной годности; - ожидаемые условия эксплуатации летательных аппаратов; - технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям

7. Разработка и тестирование программного обеспечения

Трудовые действия	Разработка методической и нормативно-технической документации по программному обеспечению
	Осуществление интеграционной деятельности в рамках рабочего задания
Необходимые умения	Применять методический аппарат по проектированию летательных аппаратов
	Читать и понимать техническую документацию на английском языке
Необходимые знания	Языки программирования высокого уровня
	Технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия
	Основы систем автоматизированного проектирования

	Основы технологии разработки программного обеспечения
	Нормативно-техническая документация: - нормативно-техническая документация по разработке программного обеспечения; - ожидаемые условия эксплуатации летательных аппаратов; - технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям

8. Проведение и сопровождение натуральных экспериментов в целях проектирования летательного аппарата на моделях и специализированных стендах

Трудовые действия	Разработка методической и нормативно-технической документации при проведении натуральных экспериментов
	Сопровождение экспериментов
	Анализ результатов экспериментов
	Подготовка отчетов по результатам проведенных экспериментов
Необходимые умения	Применять методический аппарат по проектированию летательных аппаратов
	Применять методики расчета летательного аппарата на прочность
	Применять методики расчета надежности агрегатов, узлов и систем летательного аппарата
	Применять методики кинематических расчетов узлов
	Применять рекомендуемые справочные материалы и ограничительные сортаменты по конструкционным материалам, стандартизованным изделиям, смазкам, топливам, рабочим жидкостям, систему предельных отклонений размеров и форм
	Читать и понимать техническую документацию на английском языке
	Применять инструментарий: - пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации; - пользоваться стандартными пакетами прикладных программ при проведении расчетных и проектно-конструкторских работ, графического оформления проекта
Необходимые знания	Техническая механика
	Расчет на прочность и жесткость
	Основы аэроупругости

Основы метрологии, стандартизации и сертификации
Основные сведения о свойствах конструкционных материалов
Технология конструкционных материалов
Аэродинамика и газодинамика
Динамика полета, устойчивость и управляемость летательного аппарата
Оборудование летательных аппаратов
Силовые установки летательных аппаратов
Устройство летательных аппаратов
Конструирование и проектирование летательных аппаратов: основные этапы проектирования летательных аппаратов и перечень работ, выполняемых на каждом из этапов
Основы технологии авиационного производства
Основы эксплуатации авиационной техники
Требования охраны труда, промышленной и экологической безопасности
Технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия
Основы систем автоматизированного проектирования
Основы экономики
Основные технические характеристики экспериментальных установок
<p>Нормативно-техническая документация:</p> <ul style="list-style-type: none"> - единая система конструкторской документации; - руководство для конструкторов по прочности и по ресурсу; - нормы прочности; - перечни нормализованных элементов узлов и деталей; - ограничительные сортаменты, применяемые в авиационной промышленности; - система управления безопасностью полетов; - авиационные правила; - общие технические требования военно-воздушных сил; - нормы летной годности; - ожидаемые условия эксплуатации летательных аппаратов; - технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям; - требования охраны труда;

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">- требования производственной санитарии;- требования противопожарной безопасности |
|--|--|

УЧЕБНЫЙ ПЛАН
 дополнительной профессиональной программы
 повышения квалификации
 «Abaqus для конструкторов»

№ п/п	Разделы	Кол-во часов
1	Теоретическое обучение	50
2	Практические занятия	90
3	Итоговая аттестация	10
	ИТОГО:	150

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ и ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ
 дополнительной профессиональной программы
 повышения квалификации
 «Abaqus для конструкторов»
 Тематический план

№п/п	Наименование темы	Кол. часов			Форма контроля
		лекции	практика	Самост. работа	
1.	Теоретическое обучение				
1.1	Введение.	2	-	-	-
1.2	Демонстрация возможностей комплекса	2	-	-	-
1.3	Знакомство с интерфейсом	3	-	-	-
1.4	Изучение основного алгоритма создания модели	2	2	-	-
1.5	Работа с геометрическими моделями в Abaqus	2	-	-	-
1.6	Работа с геометрическими моделями, созданными не в Abaqus	1	1	-	-
1.7	Материалы и свойства сечений	1	-	-	-
1.8	Сборки в Abaqus	2	1	-	-
1.9	Расчётные шаги, выходные данные, нагрузки и граничные условия	2	1	-	-
1.10	Создание сетки на импортированных и родственных геометрических моделях	3	1	-	-
1.11	Управление заданиями на расчёт и визуализация результатов	2	1	-	-
1.12	Линейный статический анализ	2	2	-	-
1.13	Учет нелинейности материала и геометрии	2	-	-	-
1.14	Многошаговый анализ в Abaqus	2	2	-	-
1.15	Ограничения и связи в моделях Abaqus	2	2	-	-

1.16	Контактные задачи	3	2	-	-
1.17	Подходы к расчёту болтовых соединений	4			
1.18	Моделирование композитов	6	1	-	-
1.19	Подход Global-Local	4	2	-	-
1.20	Работа с ошибками и документацией	3	2	-	-
2.	Практические занятия	-		-	-
2.1	Задача №1. Расчёт напряжений простого кронштейна	-	4		
2.2	Задача №2. Пластические деформации при трёх точечном изгибе	-	8		
2.3	Задача №3. Моделирование болтового соединения	-	12		
2.4	Задача №4. «Перестык» стрингера через накладку	-	16		
2.5	Задача №5. Расчёт напряжений в панели крыла из композиционных материалов	-	12		
2.6	Задача №6. Расчёт прочности панели крыла из композиционных материалов	-	12		
2.7	Задача №7. Переход от общего НДС агрегата к локальному НДС	-	6		
3.	Итоговая аттестация	-	-	10	Зачет
ИТОГО:		50	90	10	
		150			

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК
 дополнительной профессиональной программы
 повышения квалификации
 «Abaqus для конструкторов»

п/п	№№ темы	недели											итого
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		Количество часов в неделю											
1	Теоретическое обучение	10	10	10	10	10	-	-	-	-	-	-	50
2	Практические занятия	10	10	10	10	10	10	10	10	10	-	-	90
3	Итоговая аттестация	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
ИТОГО:		20	20	20	20	20	10	10	10	10	10	-	150

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дополнительной профессиональной программы
повышения квалификации
«Abaqus для конструкторов»

1. Теоретическое обучение.

Тема № 1.1

Введение

Объяснение концепции курса как цепочки проектирования

- Классическое проектирование – аналитический расчёт, чертёж
- Создание 3Д модели
- Поверочный расчёт напряжений и деформации в Abaqus

Тема № 1.2

Демонстрация возможностей комплекса

Демонстрация возможностей программного комплекса на примере видеоролика с решаемыми в Abaqus задачами (всего 17 задач из различных областей инженерии).

Тема № 1.3

Знакомство с интерфейсом

Рабочее окно программы, дерево модели.

Тема № 1.4

Изучение основного алгоритма создания модели

Краткое описание алгоритма построения расчётной модели: импорт геометрии, задание свойств материала, построение сетки и т.д.

Тема № 1.5

Работа с геометрическими моделями в Abaqus

Модуль работы с чертежами. Правила создания геометрически моделей. Инструменты создания геометрических моделей.

Тема № 1.6

Работа с геометрическими моделями, созданными не в Abaqus

Различия между моделями, созданными в программном комплексе, и импортированными извне. Импортрование сторонних геометрических моделей. Инструменты для работы с импортированной геометрией. Исправления ошибочной геометрии.

Тема № 1.7

Материалы и свойства сечений

Задание свойств материалов в программном комплексе. Задание профилей и сечений деталей. Модели материалов в программном комплексе.

Тема № 1.8

Сборки в Abaqus

Работа с модулем сборки. Особенности использования деталей в сборке. Инструменты по работе со сборками.

Тема № 1.9

Расчётные шаги, выходные данные, нагрузки и граничные условия

Задание типов расчёта в программном комплексе. Особенности расчётных шагов в программном комплексе. Запрос данных на расчёт. Задание нагрузок и граничных условий.

Тема № 1.10

Создание сетки на импортированных и родственных геометрических моделях
Построение конечно-элементной сетки. Инструменты построения конечно-элементной сетки. Инструменты модификации конечно-элементной сетки.

Тема № 1.11

Управление заданиями на расчёт и визуализация результатов
Управление проведением расчётов. Визуализация результатов. Инструменты для визуализации результатов. Инструменты для создания отчётов.

Тема № 1.12

Линейный статический анализ.

Управление проведением расчётов. Визуализация результатов. Инструменты для визуализации результатов. Инструменты для создания отчётов.

Тема № 1.13

Учет нелинейности материала и геометрии

Правила учета нелинейной геометрии в анализе. Особенности учета нелинейного поведения материалов.

Тема № 1.14

Многошаговый анализ в Abaqus

Использования нескольких расчётных шагов. Особенности передачи данных при многошаговом анализе.

Тема № 1.15

Ограничения и связи в моделях Abaqus

Моделирования ограничений и связей. Инструменты для моделирования ограничений и связей.

Тема № 1.16

Контактные задачи

Особенности задания контактных взаимодействий. Задание свойств контактных взаимодействий.

Тема № 1.17

Подходы к расчёту болтовых соединений

Задача урока: освоить 5 техник моделирования болтов и провести их сравнительный анализ между собой и аналитическим расчётом.

- Tie
- Склейка по поверхности болтов
- Fasteners – крепление по точкам (по осям болтов)
- Болты General Contact
- Bolt Load (затяжка болтов)
- Аналитический расчёт

Тема № 1.18

Моделирование композитов

Освоение моделирования композитов через инструмент Composite Layup. Задание механических свойств материала, критериев разрушения композита (Хашина).

Тема № 1.19

Подход Global-Local

Техника расчёта общего НДС агрегата и передача нагрузок в нерегулярную, локальную зону с более высокой детализацией НДС.

Тема № 1.20

Работа с ошибками и документацией

Анализ и исправление ошибок в Job. Типичные ошибки. Работа с документацией Abaqus.

2. Практические занятия

Тема № 2.1

Задача №1. Расчёт напряжений простого кронштейна

Основные термины и команды настройки системы. Настройка интерфейса системы. Организация рабочего пространства.

Тема № 2.2

Задача №2. Пластические деформации при трёх точечном изгибе

Параметры графического отображения. Настройка производительности видео - подсистем. Графические примитивы – точка, плоскость в среде Part design.

Тема № 2.3

Задача №3. Моделирование болтового соединения

Графические примитивы – линия, плоскость в среде Part design. Знакомство со средой «Эскиз». Основные правила и законы работы в среде «Эскиз».

Тема № 2.4

Задача №4. «Перестык» стрингера через накладку

Изучение среды «Эскиз»: построение линий, профилей, окружностей. Графические примитивы: линия, точка, замкнутый профиль, окружность.

Тема № 2.5

Задача №5. Расчёт напряжений в панели крыла из композиционных материалов

Изучение среды «Эскиз»: операции с объектами: обрезка, продление, разделение, перемещение, симметрия, масштабирование.

Тема № 2.6

Задача №6. Расчёт прочности панели крыла из композиционных материалов

Изучение среды «Эскиз»: построение сложных профилей: параболы, гиперболы, коники, эллипсы. Изучение команд для модификации эскиза: обрезка, удаление, продление профилей.

Тема № 2.7

Задача №7. Переход от общего НДС агрегата к локальному НДС

Изучение среды «Эскиз»: проекции, работа с 3-D геометрией, геометрические и размерные ограничения, упражнения.

3. Итоговая аттестация

дополнительной профессиональной программы

повышения квалификации

«Abaqus для конструкторов»

1. Проверка выполненных практических работ, ответы на вопросы преподавателя.
2. Построение расчётной модели с нуля по заданию преподавателя.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ УЧЕБНЫХ РЕСУРСОВ:

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. SIMULIA Abaqus/CAE User' Manual v6.14, 2016 (устанавливается вместе с программой)
2. «Введение в Abaqus» А.А. Золочевский, А.А. Беккер, Харьков 2011 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Учебное пособие Abaqus консалтингового центра Simuleon. [Электронный ресурс]. <http://simuleon.com/abaqus-tutorials/>

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Пояснительная записка	2
Учебный план дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Abaqus для конструкторов».....	19
Теоретическое обучение и практические занятия дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Abaqus для конструкторов».....	19
Календарный учебный график дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Abaqus для конструкторов».....	20
Рабочая программа дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Abaqus для конструкторов».....	21
Итоговая аттестация дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Abaqus для конструкторов».....	23
Перечень рекомендуемых учебных ресурсов	24