



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
«Основы прочностного инженерного анализа в САЕ-системах»**

**Трудоемкость – 18 ч.**

Разработчик: *центр компетенций по прочностному инженерному анализу*

Автор: к.т.н., доцент Кисель Антон Геннадьевич

г. Калининград, 2024

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1	ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2	УЧЕБНЫЙ ПЛАН И КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК	5
3	РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ, ДИСЦИ- ПЛИН (МОДУЛЕЙ) ПРОГРАММЫ	6
4	ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	12
	4.1 Материально-техническое обеспечение учебного процесса	12
	4.2 Организация образовательного процесса	12
	4.3 Кадровое обеспечение	12
	4.4 Методические рекомендации по реализации программы	12
5	ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ПРОГРАММЕ	13

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа реализуется в соответствии с Федеральным законом Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказом Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

Цель:	повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации / получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности в области прочностного инженерного анализа.
Задачи:	– сформировать и закрепить навыки создания цифровых двойников деталей, узлов и механизмов изделий из различных материалов; – сформировать и закрепить навыки выполнения прочностного инженерного анализа в специализированных системах автоматизированного проектирования.
Категория слушателей (требования к квалификации слушателей):	1. Лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование; 2. Лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.
Срок освоения:	18 часов
Режим занятий:	Обучение с использованием электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС)
Форма обучения:	Очная/заочная с применением дистанционных образовательных технологий

### **Планируемые результаты обучения. Компетентностный профиль программы.**

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания, умения и владения, необходимые для качественного изменения профессиональных компетенций:

#### Знать:

- системы автоматизированного проектирования для создания 3D-моделей деталей и узлов (CAD-системы);
- системы компьютерного инжиниринга (CAE-системы);
- методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ на основе специализированных программных комплексов;
- основы сопротивления материалов и теоретической механики;

#### Уметь:

- создавать 3D-объекты в CAD-системах;

– создавать конечно-элементную сетку исследуемого узла или детали из различных материалов в САЕ-системах;

– задавать свойства материалов исследуемых деталей и узлов в САЕ-системах;

– задавать нагрузки на изделия и граничные условия свойств изделий в САЕ-системах;

**Владеть:**

– навыками проведения модельных испытаний цифрового двойника сложных узлов и механизмов изделий из различных материалов в САЕ-системах;

– навыками обработки результатов модельных испытаний математической модели узлов и механизмов изделий из различных материалов в САЕ-системах.

**Профессиональный стандарт 40.237 «Специалист по проектированию, конструированию и инженерному расчету сложных узлов и механизмов изделий из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, нанометаллов и технологической оснастки для их изготовления», утвержденный приказом Минтруда № 170н от 24 марта 2022 года.**

**ОТФ:** Проектирование и инженерный расчет технологической оснастки для производства изделий из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, металлов, сплавов и нанометаллов.

**ТФ:** Проведение инженерных расчетов математической модели технологической оснастки для производства изделий из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, сплавов, металлов и нанометаллов.

**знания:** типы и свойства полимерных материалов; виды, свойства и технические характеристики металлов, сплавов, нанометаллов; физико-химические методы анализа материалов и металлов; требования к оформлению электронных моделей и чертежей; САД-системы; САЕ-системы.

**умения:** использовать системы автоматизированного проектирования и инженерного анализа; анализировать результаты исследований физико-химических свойств изделий из металлов, сплавов, нанометаллов; анализировать результаты исследований физико-химических свойств изделий из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов.

**трудовые действия:** проведение механических и теплофизических исследований свойств изделий из наноструктурированных полимерных и композиционных материалов, сплавов, металлов и нанометаллов, полученных с помощью спроектированной математической модели технологической оснастки в моделируемых программных условиях.

## 2 УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование модулей	Количество часов			Форма контроля
		Теория	Практика	Всего	
1.	Общие сведения о программе CAE Fidesys	1	0	1	-
2.	Работа с программой CAE Fidesys	1	1	2	-
3.	Задание материала в CAE Fidesys	1	1	2	-
4.	Работа с блоками в CAE Fidesys	2	1	3	-
5.	Задание граничных условий в CAE Fidesys	2	1	3	-
6.	Запуск расчета в CAE Fidesys	1	1	2	-
7.	Визуализация результатов и постпроцессинг в CAE Fidesys	2	1	3	-
8.	Итоговая аттестация	-	2	2	Зачет
Всего:		10	8	18	

### КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ учебного дня с начала обучения									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									И

□ – учебный день;

А – промежуточная аттестация;

И – итоговая аттестация;

× – нет обучения

### 3 РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ, ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ) ПРОГРАММЫ

#### Рабочая программа модуля «Общие сведения о программе CAE Fidesys»

В результате изучения программы модуля «Общие сведения о программе CAE Fidesys» обучающиеся должны:

**знать:**

- структуру пакета программы;
- интерфейс программы.

**уметь:**

- выполнять запуск программы;
- выполнять настройки программы.

#### Тематический план модуля «Общие сведения о программе CAE Fidesys»

№ темы	Названия тем	Количество часов		
		Лекции	Практ. занятия	Всего часов
1.	Модуль «Общие сведения о программе CAE Fidesys»	1	0	1
1.1	Структура пакета	0,3	0	0,3
1.2	Запуск программного обеспечения	0,2	0	0,2
1.3	Главное окно программы	0,5	0	0,5
<b>Всего:</b>		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

#### *Содержание*

Модуль 1. «Общие сведения о программе CAE Fidesys»

Тема 1.1 Структура пакета

Тема 1.2 Запуск программного обеспечения

Тема 1.3 Главное окно программы

#### **Рабочая программа модуля «Работа с программой CAE Fidesys»**

В результате изучения программы модуля «Работа с программой CAE Fidesys» обучающиеся должны:

**знать:**

- последовательность действий для создания и импортирования геометрии 3D-моделей;
- последовательность действий для построения сетки 3D-моделей;

**уметь:**

- создавать и импортировать 3D-модели деталей и узлов;
- строить сетку 3D-модели деталей и узлов.

Тематический план модуля «Работа с программой CAE Fidesys»

№ темы	Названия тем	Количество часов		
		Лекции	Практ. занятия	Всего часов
2.	Модуль «Работа с программой CAE Fidesys»	1	1	2
2.1	Создание и импорт геометрии	0,5	0,5	1
2.2	Построение сетки	0,5	0,5	1
Всего:		1	1	2

### *Содержание*

Модуль 2. «Работа с программой CAE Fidesys»

Тема 2.1 Создание и импорт геометрии.

- Импорт геометрии.
- Создание геометрии.

Тема 2.2 Построение сетки.

- Построение тетраэдральной сетки.
- Построение гексаэдральной сетки.

### **Рабочая программа модуля «Задание материала в CAE Fidesys»**

В результате изучения программы модуля «Задание материала в CAE Fidesys» обучающиеся должны:

**знать:**

- последовательность действий для добавления новых материалов;
- особенности настроек решателя;
- критерии пластичности материалов;

**уметь:**

- добавлять новые материалы;
- присваивать материалы блокам;

### Тематический план модуля «Задание материала в CAE Fidesys»

№ темы	Названия тем	Количество часов		
		Лекции	Практ. занятия	Всего часов
3.	Модуль «Задание материала в CAE Fidesys»	1	1	2
3.1	Добавление материалов	1	1	2
Всего:		1	1	2

### *Содержание*

Модуль 3. «Работа с программой CAE Fidesys»

Тема 3.1 Добавление материалов.

### **Рабочая программа модуля «Работа с блоками в САЕ Fidesys»**

В результате изучения программы модуля «Работа с блоками в САЕ Fidesys» обучающиеся должны:

**знать:**

- последовательность действий для задания свойств оболочек;
- последовательность действий для задания свойств балок;
- последовательность действий для задания точечной массы;
- последовательность действий для задания свойств пружины;

**уметь:**

- задавать свойства оболочек, балок и точечной массы;
- задавать свойства пружины.

#### Тематический план модуля «Работа с блоками в САЕ Fidesys»

№ темы	Названия тем	Количество часов		
		Лекции	Практ. занятия	Всего часов
4.	Модуль «Работа с блоками в САЕ Fidesys»	2	1	3
4.1	Задание свойств оболочек	0,5	0,25	0,75
4.2	Задание свойств балок	0,5	0,25	0,75
4.3	Задание свойств точечной массы	0,5	0,25	0,75
4.4	Задание свойств пружины	0,5	0,25	0,75
Всего:		2	1	3

#### *Содержание*

Модуль 4. «Работа с блоками в САЕ Fidesys»

Тема 4.1 Задание свойств оболочек.

Тема 4.2 Задание свойств балок.

– Касательные напряжения при изгибе балки с квадратным сечением.

Тема 4.3 Задание свойств точечной массы.

Тема 4.4 Задание свойств пружины.

### **Рабочая программа модуля «Задание граничных условий в САЕ Fidesys»**

В результате изучения программы модуля «Задание граничных условий в САЕ Fidesys» обучающиеся должны:

**знать:**

- последовательность действий для задания начальных условий;
- последовательность действий для задания зависимости от времени или координат;

**уметь:**

- задавать контактное взаимодействие;



– задавать внутреннее давление для балочных элементов с кольцевым сечением.

Тематический план модуля «Задание граничных условий в CAE Fidesys»

№ темы	Названия тем	Количество часов		
		Лекции	Практ. занятия	Всего часов
5.	Модуль «Задание граничных условий в CAE Fidesys»	2	1	3
5.1	Задание начальных условий	0,5	0,25	0,75
5.2	Зависимость от времени или координат	1	0,5	1,5
5.3	Задание контактного взаимодействия	0,5	0,25	0,75
Всего:		2	1	3

*Содержание*

Модуль 5. «Задание граничных условий в CAE Fidesys»

Тема 5.1 Задание начальных условий.

- Импорт геометрии.
- Создание геометрии.

Тема 5.2 Зависимость от времени или координат.

- Зависимость от времени или координат через таблицы.

Тема 5.3 Задание контактного взаимодействия.

- Создание контакта.
- Типы контактов.

**Рабочая программа модуля «Запуск расчета в CAE Fidesys»**

В результате изучения программы модуля «Запуск расчета в CAE Fidesys» обучающиеся должны:

**знать:**

- типы анализа;
- модели задач;

**уметь:**

- запускать CAE Fidesys на расчет.

Тематический план модуля «Запуск расчета в CAE Fidesys»

№ темы	Названия тем	Количество часов		
		Лекции	Практ. занятия	Всего часов
6.	Модуль «Запуск расчета в CAE Fidesys»	1	1	2
6.1	Типы анализа	0,3	0,3	0,6
6.2	Модели задач	0,3	0,3	0,6
6.3	Запуск на расчет	0,4	0,4	0,8
Всего:		1	1	2

### Содержание

Модуль 6. «Запуск расчета в CAE Fidesys»

Тема 6.1 Типы анализа.

Тема 6.2 Модели задач.

Тема 6.3 Расчет эффективных свойств неоднородных материалов.

– Геометрия модели для расчёта эффективных свойств.

– Запуск на расчет.

– Типы элементов.

– Расчет эффективных свойств и его результаты.

– Обработка результатов и экспорт эффективного материала.

Тема 6.4 Аддитивная печать.

– Сетка и граничные условия.

Тема 6.5 Запуск на расчет.

### **Рабочая программа модуля «Визуализация результатов и постпроцессинг в CAE Fidesys»**

В результате изучения программы модуля «Визуализация результатов и постпроцессинг в CAE Fidesys» обучающиеся должны:

**знать:**

– главное окно программы FidesysViewer;

– основные принципы работы в FidesysViewer;

**уметь:**

– обрабатывать результаты расчетов в CAE Fidesys;

– сохранять результаты расчетов.

### Тематический план модуля «Визуализация результатов и постпроцессинг в CAE Fidesys»

№ темы	Названия тем	Количество часов		
		Лекции	Практ. занятия	Всего часов
7.	Модуль «Визуализация результатов и постпроцессинг в CAE Fidesys»	2	1	3
7.1	Главное окно программы FidesysViewer	0,6	0,3	0,9
7.2	Основные принципы работы FidesysViewer	0,8	0,4	1,2
7.3	Сохранение данных	0,6	0,3	0,9
Всего:		2	1	3

### Содержание

Модуль 2. «Визуализация результатов и постпроцессинг в CAE Fidesys»

Тема 7.1 Главное окно программы FidesysViewer.

Тема 7.2 Основные принципы работы FidesysViewer.

- Отображение на модели полей данных и легенды.
- Выделение.
- Отображение информации.
- Просмотр деформированной модели.
- Оценка качества сетки.
- 3D-отображение балок и оболочек.
- Фильтры.

Тема 7.3 Сохранение данных.

Текущий контроль осуществляется непосредственно в ходе проведения занятия. Основная цель этого контроля – получить «обратную связь», провести анализ хода формирования знаний и умений. Результат текущего контроля выявляется в ходе обсуждения основных положений лекционно-практического занятия, вопросов преподавателя группе, обсуждения ответов, разворачивания диалога, решения задач, выполнения заданий и т.п. Текущий контроль дает возможность преподавателю своевременно выявить недостатки, установить их причины, скорректировать знания и умения слушателей. Не относится к промежуточной аттестации, не формализуется в оценочных материалах, результаты не оцениваются.

## 4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

### 4.1. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитории 303 Г, 466/3, 240, 307 Б, 410 Б	Лекции, практические занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска, САЕ Fidesys, Fidesys Viewer

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

1. Fidesys: система прочностного анализа. Версия 6.1. Руководство пользователя / [Электронный ресурс] // САЕ-Fidesys: [сайт]. – URL: <https://download.cae-fidesys.com/s/Fidesys-6-1-Manual-Ru> (дата обращения: 15.07.2024).

2. Куликова, Н. Н. Информационные системы и технологии в управлении инновационной деятельностью организации: учебно-методическое пособие / Н. Н. Куликова. – Москва: РТУ МИРЭА, 2023. – 86 с. – ISBN 978-5-7339-2036-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/398216> (дата обращения: 15.07.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Елагин, М. Ю. Основы математического моделирования рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания: учебное пособие / М. Ю. Елагин, Р. Н. Хмелев. – Тула: ТулГУ, 2023. – 150 с. – ISBN 978-5-7679-5211-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/391244> (дата обращения: 15.07.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 4.2 Организация образовательного процесса

Реализация программы осуществляется в соответствии с требованиями к организации образовательного процесса в университете, изложенными в локальных нормативных актах.

### 4.3. Кадровое обеспечение

Реализация программы обеспечивается педагогическими кадрами, имеющими: среднее профессиональное или высшее образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины и имеющими опыт деятельности в организациях соответствующей профессиональной сферы.

### 4.4 Методические рекомендации по реализации программы

При реализации программы необходимо руководствоваться утверждёнными нормативными документами, в первую очередь учитывать требования Федеральным законом Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказом Минобрнауки

России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

Перед началом занятий необходимо произвести входную диагностику, которая нацелена на проверку готовности слушателя к освоению программы и предполагает контроль знаний и умений по использованию сети «Интернет» для профессиональной деятельности и проверку базовых знаний и умений по прочностному инженерному анализу.

## 5 ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Итоговая аттестация проводится в форме итоговой практической работы. К итоговой аттестации допускаются слушатели, успешно выполнившие все элементы учебного плана и проделавшие все практические работы, предусмотренные программой. По итогам выполнения итоговой практической работы выставляется «Зачет». На итоговую аттестацию отводится 2 часа.

На итоговой аттестации выполняется следующее упражнение:

В качестве итоговой аттестации выполняются типовые расчеты в САЕ Fidesys по заданию преподавателя.

1. В программе САЕ Fidesys создать 3D-модель по заданию преподавателя. Сохранить ее в предложенную преподавателем папку.

2. Построить конечно-элементную сетку для 3D-модели детали, присвоить материал всем элементам.

3. Выполнить линейный статический анализ для построенной 3D-модели.

4. Сохранить полученные результаты.

Во время проведения итоговой аттестационной работы преподаватель выдает студентам заранее подготовленное изображение 3D-модели конструкции, на котором присутствуют исходные данные, необходимые для выполнения расчетов, и за отведенное время (4 академических часа) студент самостоятельно выполняет работу. Во время прохождения итоговой аттестационной работы, студенту разрешается использовать все материалы, которые были задействованы в курсе. Для выставления оценки на итоговой аттестации используется следующая система выставления баллов:

Номер позиции	Описание балла	Количество баллов
1	Студент выполнил построение 3D-модели в соответствии с заданием преподавателя	<b>1 балл</b>
2	Студент построил конечно-элементную сетку для 3D-модели детали, присвоил материал всем элементам	<b>1 балл</b>
3	Студент выполнил линейный статический анализ для построенной 3D-модели	<b>1 балл</b>

Зачет ставится при наборе студентом 3 (трех) баллов.

По результатам зачета выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца. Лицам, получившим по результатам зачета неудовлетворительную оценку, выдается справка о прохождении обучения в Организации.

Согласовано:

Зам директора ИАПС по ПП и ДО



Н.А. Фролова