

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромской государственный университет» (КГУ)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ФАКУЛЬТАТИВНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Кострома  
2020

Рабочая программа дисциплины **Топологическая оптимизация деталей машин** разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2015 г. № 1170 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 12 ноября 2015 г., регистрационный № 39697), в соответствии с учебным планом направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (уровень бакалавриата), год начала подготовки **2021**.

Разработал: \_\_\_\_\_ Корабельников А.Р., зав. каф. ТММ, ДМ и ПТМ, д.т.н., профессор  
подпись

Рецензент: \_\_\_\_\_ Сокова Г.Г., начальник УМУ, д.т.н., доцент  
подпись

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании учебно-методического совета (УМС)

Протокол заседания №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель УМС \_\_\_\_\_ Тимонина Л.И., проректор по УМР, к.п.н., доцент  
подпись

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании учебно-методического совета (УМС)

Протокол заседания №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель УМС \_\_\_\_\_ Тимонина Л.И., проректор по УМР, к.п.н., доцент  
подпись

На заседании учебно-методического совета (УМС)

Протокол заседания №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель УМС \_\_\_\_\_ Тимонина Л.И., проректор по УМР, к.п.н., доцент  
Подпись

На заседании учебно-методического совета (УМС)

Протокол заседания №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель УМС \_\_\_\_\_ Тимонина Л.И., проректор по УМР, к.п.н., доцент  
Подпись

На заседании учебно-методического совета (УМС)

Протокол заседания №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель УМС \_\_\_\_\_ Тимонина Л.И., проректор по УМР, к.п.н., доцент  
подпись

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины:** Углубление знаний студентов в области современных методов цифрового проектирования продукции машиностроения.

**Задачи дисциплины:**

Развитие навыков работы с программными пакетами, основанными на методе топологической оптимизации.

Совершенствование качества проектирования силовых конструкций и сокращение его сроков на основе метода топологической оптимизации.

Решение практических задач оптимизации при проектировании продукции машиностроения для обеспечения заданных характеристик качества изделия при минимальных затратах.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** современные подходы к проектированию, предполагающие эффективное использование материалов в конструкции при сохранении прочности и заданных эксплуатационных показателей изделия; методы и средства топологической оптимизации.

**Уметь:** синтезировать оптимальные конструкции с учетом заданных параметров, условий функционирования, а также конструкторских и технологических ограничений.

**Владеть:** методами автоматизированного проектирования, позволяющими получить оптимальную форму и внутреннюю структуру изделия в заданных условиях эксплуатации.

**Освоить компетенции:** КС-26 способность к созданию оптимальных конструкций деталей и узлов машин.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам учебного плана. Изучается согласно учебному плану.

## 4. Объем дисциплины (модуля)

### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы	Все формы обучения
Общая трудоемкость в зачетных единицах	2
Общая трудоемкость в часах	72
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	10
Лекции	6
Практические занятия	4
Лабораторные занятия	
Самостоятельная работа в часах	61,75
ИКР	0,25
Форма промежуточной аттестации	зачет

#### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	6
Практические занятия	4
Лабораторные занятия	
Консультации	0,25
Зачет/зачеты	0,25
Экзамен/экзамены	
Курсовые работы	
Курсовые проекты	
Всего	10,5

#### 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

##### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего, акад. час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Процесс моделирования продукта в САЕ системе	11	1			10
2	Основы взаимодействия с SolidThinking Inspire	11	1			10
3	Построение, редактирование и анализ геометрии продукта	13	1		2	10
4	Концептуальное проектирование в SolidThinking Inspire	13	1		2	10
5	Анализ движения механизма в Inspire Motion	12	2			10
	Подготовка к зачету	11,75				11,75
	ИКР	0,25				
	Итого:	72	6		4	61,75

##### 5.2. Содержание:

1. **Процесс моделирования продукта в САЕ системе.** Индустриальное применение. Метод конечных элементов. Процедура анализа конечных элементов.

2. **Основы взаимодействия с SolidThinking Inspire.** Графический интерфейс пользователя. Управление. Импорт файлов. Просмотр элементов управления. Выбор и редактирование. Организация модели. Измерения. Свойства внешнего вида.

3. **Построение, редактирование и анализ геометрии продукта.** Создание эскиза изделия. Ограничения эскиза. Упрощение геометрии. Выполнение процедуры анализа геометрии изделия на основе МКЭ.

4. **Концептуальное проектирование в SolidThinking Inspire.** Топологическая оптимизация. Оптимизация топографии. Концептуальное проектирование конструкции (оптимизационные процессы).

5. **Анализ движения механизма в Inspire Motion.** Основные этапы анализа движения. Отладка Inspire Motion. Интеграция Inspire Motion и MotionView.

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Процесс моделирования продукта в САЕ системе	Подготовка к лабораторным работам	10	СР выполняется с использованием основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
2	Основы взаимодействия с SolidThinking Inspire	Подготовка к лабораторным работам	10	СР выполняется с использованием основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
3	Построение, редактирование и анализ геометрии продукта	Подготовка к лабораторным работам	10	СР выполняется с использованием основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
4	Концептуальное проектирование в SolidThinking Inspire	Подготовка к лабораторным работам	10	СР выполняется с использованием основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
5	Анализ движения механизма в Inspire Motion	Подготовка к лабораторным работам	10	СР выполняется с использованием основной и дополнительной литературы, ЭБС	Текущий опрос, защита лабораторных работ
	Подготовка к зачету		11,75	СР выполняется с использованием основной и дополнительной литературы, ЭБС	Зачет

Самостоятельная работа студента складывается из изучения рекомендуемой литературы, подготовке к лабораторным работам по вопросам и заданиям, выданным преподавателям в конце занятий.

Отчеты по лабораторным работам должны быть оформлены с применением современных компьютерных технологий и программного обеспечения. Защита лабораторной работы проводится по результатам проверки отчета, самостоятельности, выполненного задания. Допуск студента к следующей работе возможен при получении положительной оценки при опросе на занятии и подготовке к лабораторной работе.

По итогам освоения дисциплины проводится зачет, целью которого является проверка освоенности дисциплины и сформированности компетенций. Зачет

преподавателем проводится для студентов, успешно освоивших дисциплину и защитивших все лабораторные работы.

## 6.2. Тематика и задания для лабораторных занятий

1. Процесс моделирования продукта в CAE системе.
2. Основы взаимодействия с SolidThinking Inspire.
3. Построение, редактирование и анализ геометрии продукта.
4. Концептуальное проектирование в SolidThinking Inspire.
5. Анализ движения механизма в Inspire Motion.

## 7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов. Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009.
2. Кондаков А.И. САПР технологических процессов: учебник для вузов. Москва: Академия, 2007.
3. Гоберман В.А., Гоберман Л. А. Основы автоматизированного проектирования механизмов и машин: учеб. пособие. Москва: МГУЛ, 2002.
4. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). СПб.: Питер, 2004.
5. Черепашков А.А., Носов Н.В. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: Учеб. для студ. вузов. Волгоград: Издательский Дом «Ин-Фолио», 2009

б) дополнительная литература:

1. Романов Е.В. Методология технологического проектирования [Электронный ресурс]: Часть I/Романов Е.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 186 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-16-104300-4 (online) - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544258>.
2. Романов Е.В. Методология технологического проектирования [Электронный ресурс]: Часть II/Романов Е.В., 2-е изд., стереотипное - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 175 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-16-104302-8 (online) - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544260>.
3. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков — М.: КУРС: ИНФРА-М, 2018. — 264 с.- <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=911733>.
4. Берлинер, Э.М. САПР конструктора машиностроителя / Э.М.Берлинер, О.В.Таратынов - Москва: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с. (Высшее образование) ISBN 978-5-00091-042-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/501432>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Федеральный портал «Российское образование».
2. Официальный сайт министерства образования и науки Российской Федерации.
3. <https://solidthinking.com/support-training/inspire/>
4. <http://fea.ru/article/posobia>
5. <http://www.hyperworks.compmechlab.ru/article/solidthinking-description>

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Лань».

6. ЭБС «Университетская библиотека online».
7. ЭБС «Znanium».

### **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническое обеспечение:

Б-108, лабораторный класс, 50 кв. м., ПК (в комплекте) с подключением к сети Internet: монитор 23,6" Wide Acer V243H, с/блок Proxima MC 852 (15 шт.), посадочные места.

Б-302, лабораторный класс, ПК (в комплекте) с подключением к сети Internet: монитор 23,6" Wide Acer V243H, с/блок Proxima MC 852 (10 шт.), посадочные места.

Необходимое программное обеспечение:

SolidThinking Inspire; Microsoft Internet Explorer; Microsoft Office.